

Desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e perda de peso em genótipos de milho Bt

Gabrielle Cecília Pereira Ramos⁽¹⁾; Marco Aurélio G. Pimentel⁽²⁾; Simone M. Mendes⁽³⁾; Fernando H. Valicente⁽³⁾; Ivan Cruz⁽³⁾; Caio H. C. Vasconcelos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante Ciências Biológicas; Centro Universitário Monsenhor Messias (UNIFEMM); Sete Lagoas, MG; Endereço eletrônico (E-mail); ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rey (Campus Sete Lagoas).

RESUMO: Os híbridos de milho Bt disponíveis no mercado podem expressar altos níveis de proteína Cry nos grãos, o que demanda investigações sobre seus efeitos potenciais sobre insetos pragas de grãos armazenados, especialmente os da Ordem Lepidoptera, informação inédita em condições tropicais. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e a perda de peso em grãos de milho Bt. Os bioensaios foram realizados utilizando-se grãos colhidos de híbridos de milho apresentando os seguintes eventos: MON 810, Bt11, Herculex, MON89034, MON5, Impacto Viptera e Fórmula TL. Nos tratamentos testemunha foram utilizados as isolinhas não transgênicas de cada evento. Os grãos foram acondicionados em frascos de vidro (1,7 L), com cerca de 1000 g de grãos (13% de umidade). Os frascos foram infestados com 20 insetos adultos, não-sexados, e armazenados em condição ambiente. Após 70 dias de armazenamento, os frascos foram avaliados, contando-se o número total de insetos vivos e mortos. Após análise dos dados não observou-se diferença estatisticamente significativa no desenvolvimento de *S. cerealella* e na massa específica aparente entre os híbridos de milho Bt. O percentual de perda máximo atingiu até 17,0% ao final de 70 dias de armazenamento.

Termos de indexação: Armazenamento de grãos, milho transgênico, traça dos cereais.

INTRODUÇÃO

A rápida modificação do cenário agrícola, com a adoção de cultivares de milho Bt, resistente ao ataque da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), aliado à adoção de novas tecnologias, desuso de inseticidas para controle desta espécie e mudanças

no clima, podem ser apontadas como causas do aumento e/ou incremento na diversidade de espécies que atacam os cultivos agrícolas. A introdução da tecnologia dos transgênicos, através da liberação comercial e o plantio de milho Bt pode, sem dúvida, contribuir para uma mudança ainda maior na redistribuição da importância econômica das espécies pragas no milho. Estudos de impacto sobre organismos considerados não-alvo, são inéditos em regiões tropicais, visando, especialmente, pragas de grãos armazenados da Ordem Lepidoptera, que estejam presentes no agroecossistema e expostos ao milho Bt.

Os híbridos de milho Bt disponíveis no mercado podem expressar altos níveis de proteína Cry nos grãos, o que demanda investigações sobre seus efeitos potenciais sobre insetos pragas de grãos armazenados, especialmente os da Ordem Lepidoptera, informação inédita em condições tropicais (KOZIEL et al., 1993, ARMSTRONG et al., 1995, LYNCH et al., 1999).

Além disso, alternativas aos inseticidas são necessários para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) de grãos armazenados, para uso na indústria de alimentos, em moinhos e na proteção de grãos destinados a produção de ração para suínos e aves (LORINI; FERREIRA FILHO, 2007). Nesse contexto, novas táticas de controle de Lepidópteros praga de grãos armazenados, seguras para o ambiente e para os organismos não-alvo e que minimizem o desenvolvimento de populações de insetos resistentes aos inseticidas convencionais necessitam estudo e avaliação em campo. Dentre estas alternativas, a utilização de milho Bt vem de encontro com o atual cenário agrícola e pode ser uma ferramenta acessória ao MIP de grãos armazenados. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) e a perda de peso em grãos de milho Bt.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento populacional de *Sitotroga cerealella* e os danos causados foram determinados a partir de bioensaios utilizando-se grãos recém colhidos de sete híbridos de milho apresentando os seguintes eventos: MON 810, Bt11, Herculex, MON89034, MON5, Impacto Viptera e Fórmula TL. Nos tratamentos testemunha foram utilizados as isolinhas não transgênicas de cada evento. Os grãos colhidos de área experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas/MG, na safra 2013/2014, foram caracterizados inicialmente quanto ao teor de umidade e massa específica aparente. Os grãos foram acondicionados em frascos de vidro (1,7 L), com cerca de 1000 g de grãos (em torno de 13% de umidade). Os frascos foram infestados com 20 insetos adultos, não-sexuados, e armazenados em condição ambiente. Após 70 dias de armazenamento, os frascos foram avaliados, contando-se o número total de insetos vivos e mortos.

A massa específica aparente foi determinada a partir da amostra coletada inicialmente (1000 g) utilizando-se uma balança hectolítrica com capacidade de um litro de grãos. A análise foi realizada em duas repetições, que foi enviada para o laboratório acondicionada em embalagem impermeável. Os resultados foram expressos em kg/hL, conforme recomendações das regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Em seguida foi determinado o conteúdo de água dos grãos em cada coleta, logo após a recepção das amostras de trabalho no laboratório seguindo as recomendações da ASAE, método S352.2 (ASAE, 2000). Além destas análises foi calculado o percentual de perda de massa específica aparente considerando-se a relação entre a massa específica aparente inicial, antes da infestação com os insetos (tempo zero) e ao final dos 70 dias de armazenamento, para os sete eventos estudados e suas isolinhas.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados de número total de insetos vivos e de massa específica aparente (kg/hL) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de *Sitotroga cerealella* nos diferentes híbridos de milho Bt não diferiu significativamente em relação às isolinhas não

transgênicas dos mesmos materiais ($F_{11,47}=0,99$; $P < 0,4754$). O híbrido expressando o evento Herculex apresentou o maior desenvolvimento dos insetos adultos, enquanto o híbrido expressando o evento Impacto Viptera apresentou o menor número de insetos adultos vivos. Os híbridos expressando os eventos Bt11, MON 89034, Mon5, Impacto Viptera e Fórmula TL apresentaram menor número de insetos adultos vivos em relação às isolinhas não transgênicas destes híbridos (Figura 1). Na Figura 1 observa-se ainda que os híbridos que apresentaram maior número de insetos vivos foram os cultivares expressando os eventos Bt11, Herculex e MON 89034, respectivamente. A massa específica aparente não variou significativamente entre os cultivares expressando os diferentes eventos transgênicos e suas respectivas isolinhas não transgênicas ($F_{11,47}=0,56$; $P < 0,6781$) (Figura 2). A massa específica aparente inicial (antes da infestação com os insetos) variou de 727,8 a 809,2 kg hl⁻¹, enquanto a massa específica aparente final (após 70 dias da infestação inicial), variou de 638,2 a 765,6 kg hl⁻¹ (Figura 2). A perda de peso referente a diferença entre a massa específica aparente inicial e final variou de 3,1 a 17,0% (Figura 2).

Estudos nos Estados Unidos apontam redução do desenvolvimento populacional de Lepidópteros praga de grãos armazenados em grãos de milho Bt em laboratório, em relação aos isogênicos não-transgênicos, acendendo a oportunidade de uso do milho Bt como uma tática no Manejo Integrado de Pragas (MIP) de grãos armazenados (SEDLACEK et al., 2001). No entanto, resistência a milho Bt foi registrada pela primeira vez em um importante Lepidóptero praga de grãos armazenados, *P. interpunctella*, e resistência às toxinas Cry1A tem sido observada em outros Lepidópteros (MCGAUGHEY; BEEMAN, 1988, FERRÉ; VAN RIE, 2002). Níveis significativos de proteína Cry presentes em grãos armazenados podem não só promover um controle eficaz de Lepidópteros praga de grãos armazenados mas pode também, selecionar para a resistência em populações naturais (MCGAUGHEY, 1985, 1994). Assim, existe a necessidade de avaliar e compreender o espectro e a eficácia do milho Bt em populações naturais de Lepidópteros praga de grãos armazenados no Brasil, em campo e em laboratório, determinando uma linha básica de suscetibilidade a este grupo de insetos-praga, estudo que seria pioneiro não apenas no país, como também em regiões tropicais.

CONCLUSÕES

Os híbridos de milho expressando os diferentes eventos transgênicos avaliados não apresentaram diferença significativa no desenvolvimento de *S. cerealella*.

A massa específica aparente dos híbridos de milho expressando os diferentes eventos transgênicos avaliados não apresentaram diferença significativa entre os híbridos.

A perda de peso ocasionada pela infestação por *S. cerealella* nos diferentes híbridos de milho expressando eventos transgênicos e nas suas isolinhas não transgênicas, variaram significativamente, apresentando valores de até 17,0% de peso em 70 dias de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e EMBRAPA.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, C.L., PARKER, G.B., PERSHING, J.C., BROWN, S.M., SANDERS, P.R., DUNCAN, D.R., STONE, T., DEAN, D.A., DEBOER, D.L., HART, J. Field evaluation of European Corn Borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science*, v. 35, p. 550-557. 1995.
- ASAE Standard. **Moisture measurement-Unground grain and seeds**, St. Joseph: ASAE, 2000, 404p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- FERRÉ, J.; VAN RIE, J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology*, v. 47, p. 501-533. 2002.
- KOZIEL, M.G., BERLAND, G.L., BOWMAN, C., CAROZZI, N.B., CRENSHAW, R., CROSSLAND, L., DAWSON, J., DESAI, N., HILL, M., KADWELL, S. Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*. *Bio/Technology*, v. 11, p. 194-200. 1993.
- LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A. Integrated pest management strategies used in stored grain in Brazil to manage phosphine resistance. In: International Conference of Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 7., 2004, Gold-Coast, Australia. Proceedings. FTIC Ltd. Publishing, 2007. p. 293-300.
- LYNCH, R.E., PLAISTED, W.D., WARNICK, D. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry1A(b) toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 92, p. 246-252. 1999.
- MCGAUGHEY, W.H. Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science*, v. 229, p. 193-195. 1985.
- MCGAUGHEY, W.H. Problems of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Agriculture and Ecosystem Environmental*, v. 49, p. 95-102. 1994.
- MCGAUGHEY, W.H.; BEEMAN, R.W. Resistance to *Bacillus thuringiensis* in colonies of Indianmeal moth and Almond moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 81, p. 28-33. 1988.
- SEDLACEK, J.D.; KOMARAVALLI, S.R.; HANLEY, A.M.; PRICE, B.D.; DAVIS, P.M. Life history attributes of Indian Meal Moth (Lepidoptera: Pyralidae) and Angoumois Grain Moth (Lepidoptera: Gelechiidae) reared on transgenic corn kernels. *Journal of Economic Entomology*, v. 94, n. 2, p. 586-592. 2001.

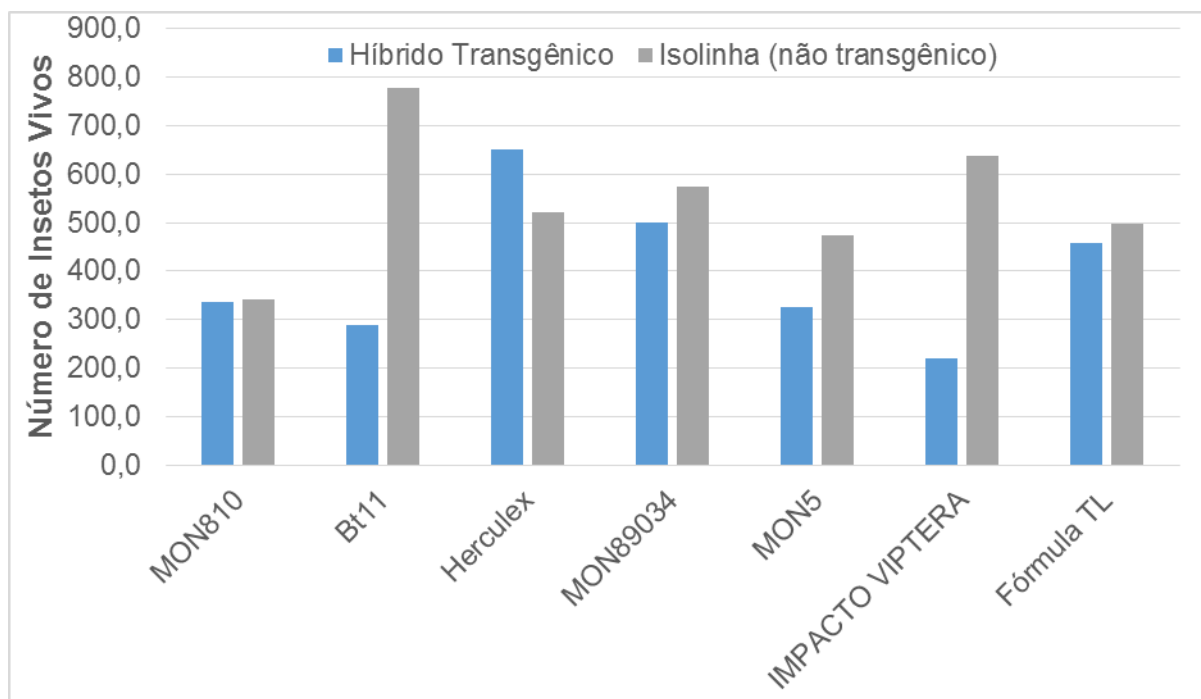


Figura 1. Número de insetos vivos de *Sitotroga cerealella* nos diferentes cultivares de milho Bt e suas respectivas isolinhas não transgênicas.

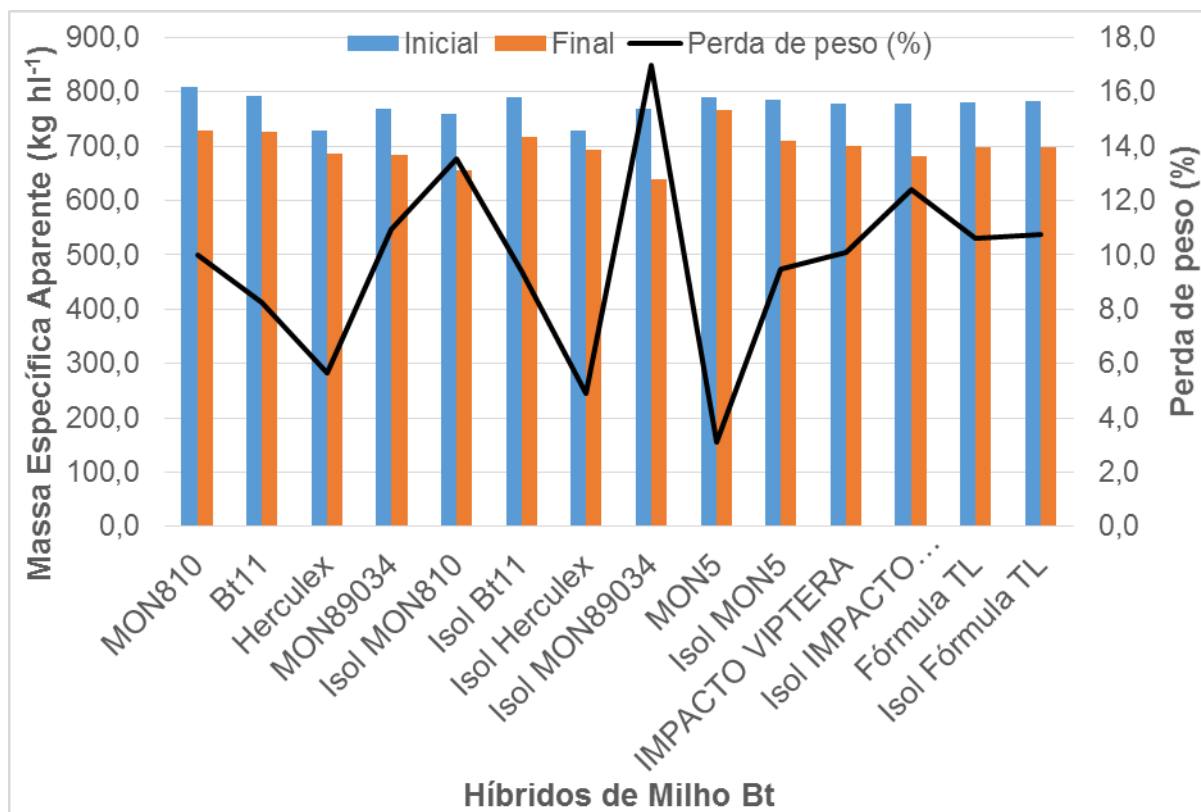


Figura 2. Massa específica aparente e perda de peso causada por *Sitotroga cerealella* nos diferentes cultivares de milho Bt e suas respectivas isolinhas não transgênicas.

Eficiência do gás ozônio na desinfecção fúngica de grãos de milho armazenados

Marco Aurélio Guerra Pimentel⁽¹⁾; Daniel Francis Ribeiro⁽²⁾; Lêda Rita D'Antonino Faroni⁽³⁾; Gabrielle C. Pereira Ramos⁽⁴⁾; Caio H. C. Vasconcelos⁽⁵⁾; Randel L. Santos Nascimento⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; marco.pimentel@embrapa.br; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal de Viçosa; ⁽³⁾ Professora; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Estudante Ciências Biológicas; Centro Universitário Monsenhor Messias (UNIFEMM); ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rey (Campus Sete Lagoas); ⁽⁶⁾ Estudante; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas.

RESUMO: O milho é um dos cereais mais predispostos à contaminação por fungos produtores de micotoxinas, sendo cerca de 45% do milho produzido no Brasil é contaminado com micotoxinas, o que representa algo em torno de 25 milhões de toneladas por ano, excetuando ainda as perdas qualitativas e barreiras comerciais. O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência do gás ozônio na desinfecção de grãos de milho e controle de fungos toxigênicos. Os grãos utilizados foram oriundos de safra de verão 2015/2016, sendo as cultivares de milho 30F53H (Marca Pioneer) e AS 1581 Pro (Marca Agroeste), ambos geneticamente modificados. A ozonização dos grãos foi realizada nos grãos das duas cultivares durante 12, 24, 36, 48 e 60 horas, fatores considerados como períodos de exposição. Em ambas cultivares observou-se redução significativa na contaminação fúngica com o incremento do período de exposição ao gás ozônio, sendo que o cultivar AS 1581 Pro apresentou menores índices de contaminação em comparação ao cultivar 30F53H. O gás ozônio foi eficiente na desinfecção de grãos de milho armazenados e no controle de fungos toxigênicos.

Termos de indexação: grãos armazenados, fumigação, fungos.

INTRODUÇÃO

A atividade fúngica, principalmente durante o armazenamento, pode levar a rápida deterioração na qualidade nutricional dos grãos e a contaminação com micotoxinas (ANDRADE et al., 2003). Micotoxinas são metabolitos secundários tóxicos produzidos principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sendo alguns desses compostos potenciais agentes carcinogênicos a humanos e animais (HUSSEIN &

BRASEL, 2001).

O milho é um dos cereais mais predispostos à contaminação por fungos produtores de micotoxinas, e, segundo Scussel (2002), cerca de 45% do milho produzido no Brasil é contaminado com micotoxinas, o que representa algo em torno de 25 milhões de toneladas por ano.

No tocante aos problemas decorrentes do ataque de fungos, embora os riscos oferecidos pelo consumo de milho contaminado por fungos sejam conhecidos, este fato é negligenciado pelos diferentes elos da cadeia de produção e pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e registro de produtos para o uso no tratamento de produtos agrícolas. No Brasil, não há fungicidas registrados pelo MAPA para o tratamento pós-colheita de grãos de milho, existem produtos recomendados apenas para tratamento de sementes (BRASIL, 2013).

Deste modo, quando é necessário fazer o controle de fungos na pós-colheita os processadores e armazenistas acabam por utilizar princípios ativos não autorizados para este fim, ou mesmo ignoram a presença dos patógenos quando estes não oferecem riscos de grandes perdas econômicas.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade da adoção de estratégias para o tratamento pós-colheita dos grãos de milho com a finalidade de resolver os problemas associados à qualidade final deste produto. Um desses problemas é a infecção microbiológica por fungos e micotoxinas. Dentro deste contexto, uma estratégia moderna e eficiente que vem sendo sugerida é o uso do gás ozônio (O₃). O ozônio é um gás resultante do rearranjo de átomos de oxigênio e pode ser gerado por descargas elétricas ou pela incidência de radiação eletromagnética de alta energia (luz ultravioleta) no ar (KHADRE et al., 2001). É uma molécula instável que decai

rapidamente a oxigênio biotômico, liberando um átomo de oxigênio altamente reativo. Por essa característica, esse gás possui o segundo maior potencial de oxidação dentre os elementos químicos, sendo superado apenas pelo Flúor (F_2) (HILL & RICE, 1982).

No setor de armazenamento, a tecnologia de aplicação do ozônio tem sido destaque nos últimos anos, sendo apontada nos principais periódicos e congressos nacionais e internacionais da área como uma das principais alternativas para a proteção de grãos armazenados, por ser uma tecnologia economicamente eficaz e ambientalmente amigável (ALENCAR et al., 2011; ALENCAR et al., 2013; HELENO et al., 2014).

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do gás ozônio na desinfecção de grãos de milho e controle de fungos toxigênicos. Espera-se com os resultados obtidos contribuir, de maneira significativa, para o estabelecimento de uma estratégia para aplicação durante o armazenamento, que resultem na preservação da qualidade fitossanitária de grãos de milho armazenados visando a segurança alimentar da população.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do efeito fungicida do ozônio em grãos de milho armazenados foram realizados os bioensaios com ozonização de grãos, obtidos de cultivos de área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Os grãos foram oriundos de safra de verão 2015/2016, sendo as cultivares de milho 30F53H (Marca Pioneer) e AS 1581 Pro (Marca Agroeste), ambos geneticamente modificados. Os grãos de milho (aproximadamente 13% teor de água) das duas cultivares, colhidos na área experimental foram submetidos ao processo de ozonização para avaliação do efeito fungicida do ozônio, enquanto grãos não ozonizados compuseram o tratamento controle (sem aplicação de ozônio).

A ozonização dos grãos foi realizada nos grãos das duas cultivares durante 12, 24, 36, 48 e 60 horas, fatores considerados como períodos de exposição. Imediatamente após o término da ozonização dos grãos os mesmos foram homogeneizados e amostras, em três repetições, reservadas para quantificação dos fungos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides*.

O plaqueamento dos grãos foi realizado utilizando-se 400 grãos em quatro repetições de 100 unidades. Para tal foi empregado o método do papel de filtro com congelamento (PINTO, 2007). A

identificação dos fungos associados aos grãos foi realizada de 10 a 15 dias após a incubação, através do exame dos referidos grãos sob microscópio estereoscópico e microscópio ótico. Os resultados foram expressos em percentagem de grãos infectados.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi instalado em esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas dois tratamentos (ar atmosférico e gás ozônio) e nas subparcelas os tempos de exposição ao ozônio (12, 24, 36, 48 e 60 h). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Para cada período de exposição os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P > 0,05$). Os períodos de exposição foram submetidos a análise de regressão e os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, no coeficiente de determinação (R^2), na análise do resíduo e no fenômeno biológico. Independente da interação ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma devido ao interesse. O software R foi utilizado para realização das análises estatísticas e o software SigmaPlot, versão 13.0, para a representação gráfica dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de gás ozônio em grãos de milho durante o armazenamento apresentou eficiência na desinfecção fúngica. Observou-se redução significativa nos índices de infecção fúngica em grãos de milho com a aplicação do gás ozônio (Figuras 1 e 2). Nas Tabelas 1 e 2 observa-se os modelos ajustados para as curvas das Figuras 1 e 2. Em ambas cultivares observou-se redução significativa na contaminação fúngica com o incremento do período de exposição ao gás ozônio, sendo que o cultivar AS 1581 Pro apresentou menores índices de contaminação em comparação ao cultivar 30F53H (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Tabela 1. Modelos ajustados para as curvas de índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar AS 1581 Pro submetidos a ozonização e não submetidos a ozonização.

Índice de ocorrência (%)	Tratamento	Equação regressão ¹	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	S/Ozônio	$\hat{y} = 6,5166$	-
	C/Ozônio	$\hat{y} = 3,6998 + 0,0542 X - 0,0017 X^2$	0,98
<i>Penicillium</i> spp.	S/Ozônio	$\hat{y} = 73,783$	-
	C/Ozônio	$\hat{y} = 24,4667 - 0,48423 X + 0,001199 X^2$	0,98
<i>Fusarium verticillioides</i>	S/Ozônio	$\hat{y} = 46,3667$	-
	C/Ozônio	$\hat{y} = 18,2667 - 0,29722 X$	0,99

Tabela 2. Modelos ajustados para as curvas de índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar 30F53H submetidos a ozonização e não submetidos a ozonização.

Índice de ocorrência (%)	Tratamento	Equação regressão ¹	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	S/Ozônio	$\hat{y} = 7,5300$	-
	C/Ozônio	$\hat{y} = 20,25 - 0,8614 X + 0,0088 X^2$	0,911
<i>Penicillium</i> spp.	S/Ozônio	$\hat{y} = 60,9500$	-
	C/Ozônio	$\hat{y} = 2,2560 + 0,3608 X - 0,0065 X^2$	0,9185
<i>Fusarium verticillioides</i>	S/Ozônio	$\hat{y} = 14,0140 + 2,2572 X - 0,0262 X^2$	0,9033
	C/Ozônio	$\hat{y} = 46,4980 - 1,7553 X + 0,0169 X^2$	0,9653

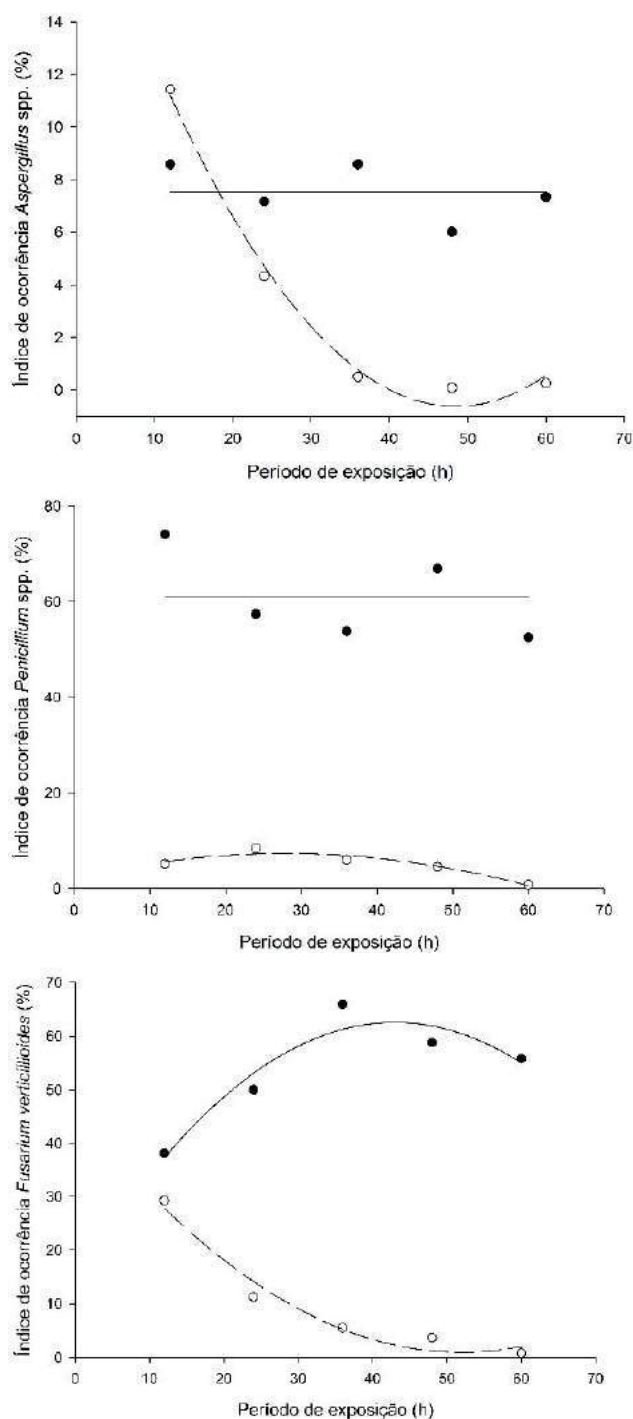


Figura 1. Índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar 30F53H submetidos a ozonização (linha pontilhada) e não submetidos a ozonização (linha contínua).

CONCLUSÕES

O gás ozônio foi eficiente na desinfecção de grãos de milho armazenados e no controle de fungos toxigênicos. A aplicação de ozônio em grãos de milho mostra-se tecnologia eficiente na desinfecção fúngica durante o armazenamento de milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e EMBRAPA.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E.T.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D.M.; FARONI, L.R.A.; PEIXOTO, B.A. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico cilíndrico. Revista Brasileira de Armazenamento, v.28, n.2, p.23-30, 2003.

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.A.; PINTO, M.S.; COSTA, A.R.; SILVA, T.A. Postharvest quality of ozonized 'nanicão' cv. Bananas. Revista Ciência Agrônômica, v. 44, p. 107-114, 2013.

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.A.; SOARES, N.F.F.; CARVALHO, M.C.S.; PEREIRA, K.F. Effect of the ozonation process on the quality of peanuts and crude oil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 154-160, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 06 de novembro de 2013.

HELENO, F.F.; QUEIROZ, M.E.L.R.; NEVES, A.A.; FREITAS, R.S.; FARONI, L.R.A.; OLIVEIRA, A.F. Effects of ozone fumigation treatment on the removal of residual difenoconazole from strawberries and on their quality. Journal of Environmental Science and Health. Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, v. 49, p. 94-101, 2014.

HILL, A.G.; RICE, R.G. Handbook of Ozone Technology and Applications. Michigan: Ann Arbor Science, 1982. p.1.

HUSSEIN, H.S.; BRASEL, J. M. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. Toxicology, v.167, p. 101-134, 2001.

KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E.; KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. Journal of Food Science, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001.

PINTO, N.F.J.A. Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho. Sete Lagoas:

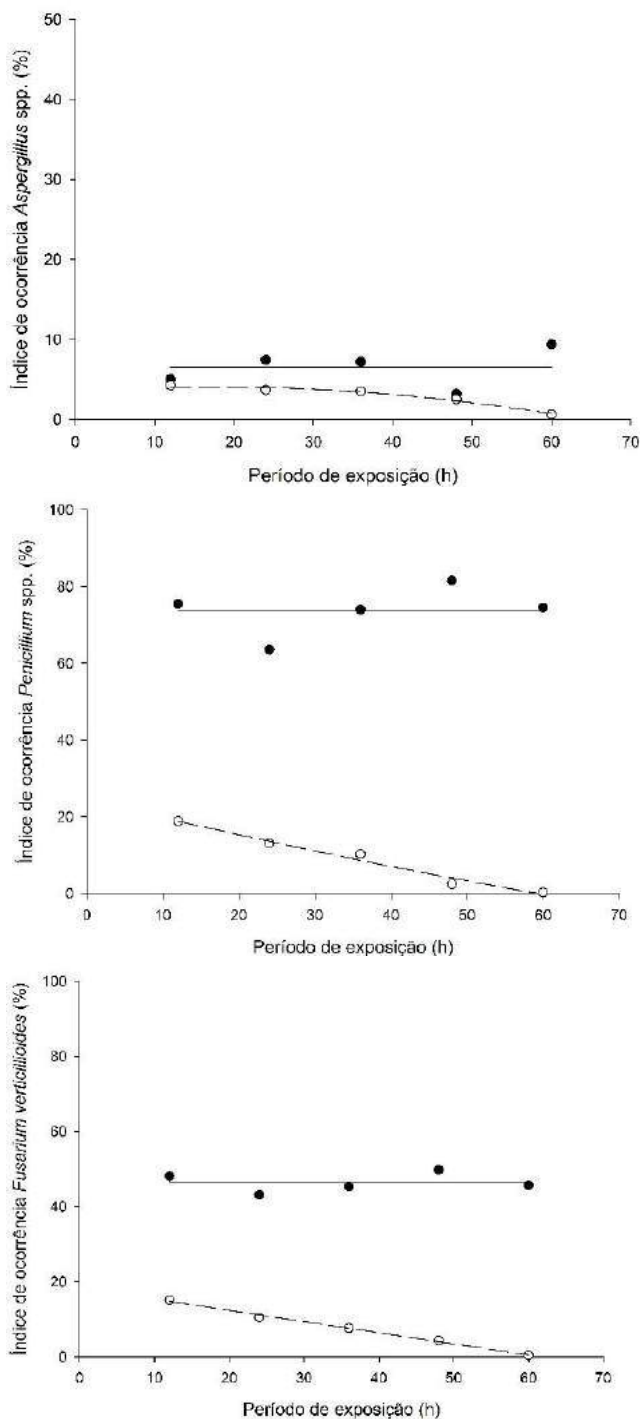


Figura 2. Índice de ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium verticillioides* em grãos de milho armazenados da cultivar AS 1581 Pro submetidos a ozonização (linha pontilhada) e não submetidos a ozonização (linha contínua).



Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo: Comunicado Técnico n. 144).

SCUSSEL, V. M. Fungos em grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). Armazenagem de grãos. Campinas: Instituto Biogeneziz, 2002. p. 675-691.

Fracionamento de carboidratos durante a fermentação do híbrido de sorgo Qualysilo

Gabriela Ceratti Hoch⁽¹⁾; Gabriel Maggi⁽²⁾; Arlon de Lima de Oliveira⁽²⁾; Eduarda Sacardi Severo⁽²⁾; Kelli Flores Garcez⁽²⁾; Ana Paula da Costa Rodrigues⁽²⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾; Deise Dalazen Casagmara⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS Email: gabrielacerattihoch@gmail.com; ⁽²⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS. ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS.

RESUMO: O sorgo é uma opção forrageira para ensilagem que possui quantidade significativas de carboidratos fibrosos e não-fibrosos, com frações com distintas taxas de degradação. Objetivou-se estudar as variações nas frações de carboidratos do sorgo Qualysilo sob o delineamento blocos casualizados com seis tempos de fermentação 0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias e quatro repetições. As silagens foram confeccionadas em silos experimentais, nas quais estimou-se os carboidratos totais (CHOT), carboidratos estruturais (CE) e carboidratos não estruturais (CNE) e suas frações (A+B₁, B₂ e C). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias estudadas por análise de regressão. Não foi verificada significância nos CHOT, porém, a fermentação alterou os CE e CNE com ajuste dos dados ao modelo quadrático de regressão. A caracterização do fracionamento dos carboidratos representa um instrumento interessante para a adequação das dietas, visando à maximização do desenvolvimento microbiano ruminal.

Termos de indexação: nutrição, silagem, fração

INTRODUÇÃO

A fronteira oeste do Rio Grande do Sul passa por dois períodos climáticos críticos, frio intenso no inverno e seca no verão, que prejudicam o crescimento e a qualidade das pastagens nativas. Nessa realidade, para que os animais tenham alimentos nesse período, uma opção é a conservação de alimentos na forma de silagem (Molina et al., 2003), que é a técnica e conservação forrageira comumente utilizada por produtores (Viana et al., 2012).

Entretanto, na Fronteira Oeste do RS são escassas as opções para conservação forrageira, havendo necessidades de estudos com forrageiras alternativas. Nesse contexto, o sorgo trata-se de uma alternativa promissora, pois apresenta maior

rusticidade em comparação ao milho (Tolentino et al., 2016) e seu cultivo vem crescendo no Brasil (Molina et al., 2003).

A adoção da utilização desta cultura para produção de silagens é fomentada pela sua composição, que se aproxima muito de silagens de milho. Entretanto, ao longo do período de ensilagem, devido aos processos fermentativos ocorrem alterações nas frações de carboidratos da forragem ensilada. A quantificação a magnitude destas alterações é relevante, pois os carboidratos representam a principal fonte de energia na dieta de ruminantes (Mello & Nörnberg, 2004). Da mesma forma, estes apresentam distintas taxas de degradação, e para maximizar a sua utilização e o seu aproveitamento pelo animal é necessário ter conhecimento detalhado sobre suas proporções na em cada alimento (Sniffen et al., 1992).

Os carboidratos totais (CHOT) são fracionados de acordo com a taxa de degradação ao longo do trato gastrointestinal do animal. Os carboidratos não fibrosos (CNF) são solúveis em detergente neutro e divididos em fração A, que é composta por açúcar e ácidos orgânicos e em fração B₁, constituída de amido, pectina e compostos fibrosos solúveis (SNIFFEN et al., 1992).

Os carboidratos fibrosos (CF) formam a fração B₂, que possui parte da parede celular disponível e potencialmente degradável, tendo como componentes a celulose e a hemicelulose, e pela fração C, que é a porção indigestível da parede celular e é representado pela lignina (SNIFFEN et al., 1992).

Para silagens de milho e de alguns híbridos de sorgo, existem informações sobre as frações de carboidratos (Molina et al., 2003), entretanto, ainda são escassas as informações disponíveis sobre as alterações sofridas nas frações de carboidratos durante o processo fermentativo.

Assim objetivou-se com o presente trabalho estudar as variações nas frações de carboidratos ao

longo de 28 dias de fermentação da ensilagem do híbrido de sorgo Qualysilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O híbrido de sorgo foi implantado em 02/01/2016, com semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Por ocasião da semeadura as sementes foram tratadas com inseticida CRUISER®. Como adubação de base utilizou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15. Como adubação de cobertura aplicou-se 50 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia aos 45 dias após a semeadura. Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada uma aplicação de inseticida para controle da lagarta do cartucho. Na ocasião foi utilizado o Dimilin® na dosagem de 60 g/ha.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com seis tempos de fermentação: 0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias, e quatro repetições.

A colheita do material para ensilagem foi realizada quando as plantas do híbrido atingiram o ponto de ensilagem. Após as plantas foram trituradas, e foi realizada a ensilagem em silos experimentais confeccionados com canos de PVC com 500 mm de altura e 100 mm de diâmetro, e dotados de válvula do tipo Bunsen, para livre escape dos gases.

Em cada silo foi adicionado 2,350 kg de forragem triturada, visando a obtenção de uma densidade de 600 kg/m³. Para a drenagem de efluentes, no fundo de cada silo foi acondicionada 0,500 kg de areia seca e estéril, a qual foi separada da silagem por um disco de plástico com orifícios.

As amostragens foram realizadas nos tempos pré-determinados, e após a coleta foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçada a 55°C, durante 48 a 72 horas. Decorrida a secagem, as amostras foram pesadas e moídas em moinho de facas tipo Willy, com câmara e peneira de inox, adotando-se o tamanho de partículas de 1 mm. Então foram submetidas a procedimentos laboratoriais para a determinação dos conteúdos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), hemicelulose e celulose, segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz, (2009). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) foram analisados pelos métodos de Van Soest et al. (1991).

A partir dos resultados da composição bromatológica foram estimadas as frações de carboidratos (A+B₁, B₂ e C). As fórmulas utilizadas foram estimadas por Sniffen et al. (1992), sendo que

a porcentagem de carboidratos totais (CHOT) foi obtida pela equação: CHOT = 100 – (%PB + %EE + % cinza); a de carboidratos fibrosos (CF) a partir da FDN corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteínas (FDN_{cp}); os carboidratos não-fibrosos (CNF), que correspondem às frações A e B₁, pela diferença entre os carboidratos totais e a FDN_{cp} e a fração C, pela FDN indigestível que é a lignina; a fração B₂, foi obtida pela diferença entre a FDN_{cp} e a fração C,

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram estudadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada diferença estatística entre os tempos para CHOT (**Tabela 1**), o que é positivo para a qualidade do material, considerando que os carboidratos representam a principal fonte de energia para a fermentação microbiana (Van Soest, 1994). Este parâmetro demonstra que não houve grande consumo dos carboidratos totais no decorrer dos tempos de fermentação. Os valores encontrados neste experimento são semelhantes aos de Mello & Nörnberg, (2004), que encontraram valores de 871,88 g/Kg de CHOT ao estudarem o fracionamento de carboidratos de um cultivar de sorgo.

Tabela 1 – Fracionamento de Carboidratos em silagens do sorgo Qualysilo, durante 28 dias de fermentação na ensilagem

Dias	CHOT (g/Kg)	CNE (A+B ₁) (g/Kg)	CE (g/Kg)	Frac B ₂ (g/Kg)	Frac C (g/Kg)
0	857	207	665	401	400
1	850	280	570	354	338
3	855	280	556	290	391
7	849	313	536	237	438
14	848	287	561	363	349
28	848	273	575	323	399
ER	-	1	2	-	-
P	0,605	0,004	0,001	0,082	0,801
R ²	-	0,46	0,42	-	-
CV (%)	1,07	11,05	5,50	15,61	5,65

(1) $\hat{Y}=610-10,23x+0,33x^2$; (2) $\hat{Y}=246+4,46x-0,27x^2$; ER: equação de regressão; P value: significância da análise de variância ou da equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; carboidratos totais (CHOT); carboidratos não estruturais (CNE); carboidratos estruturais (CE); fração (B₂); fração (C).

Houve significância dos tempos de fermentação apenas nos carboidratos estruturais e não

estruturais (Fração A+B₁), com ajuste dos dados ao modelo quadrático de regressão.

Os CNE contém as frações A e B₁, (açúcares, amido, pectinas e glucanas). Estas que representam o conteúdo celular e são solúveis em detergente neutro (Sniffen et al., 1992), apresentaram elevação no seu conteúdo até o 8º dia de fermentação, onde atingiram o valor máximo de 264 g/kg de MS, com posterior redução. Esses resultados evidenciam que somente após o 8º dia da ensilagem é que teve início o consumo mais intenso dos carboidratos solúveis pelas bactérias ácido lácticas para produção de ácido láctico. Os valores encontrados corroboram com Mello & Nörnberg, (2004), que obtiveram 273 g/Kg de média.

Nos carboidratos estruturais observou-se uma redução no conteúdo até o 15º dia de fermentação. Essa redução ocorreu uma semana após o início da redução nas frações de carboidratos não estruturais, possivelmente devido a atuação de microrganismos com capacidade de quebra de celulose e hemicelulose. A quebra destas frações, especialmente da hemicelulose ocorre após o consumo pelos microrganismos das frações de carboidratos não estruturais. Nessa quebra, a hemicelulose é degradada ou pelas enzimas das plantas ou por hidrólise ácida, liberando pentoses que serão utilizadas pelos microrganismos para fermentação (Ávila et al., 2003).

O aumento nos carboidratos estruturais constatado após os 15 dias de fermentação ocorreu porque com a degradação parcial destes, especialmente da lignina, os não estruturais que estavam compartimentalizados dentro das células vegetais puderam ser atacados pelos microrganismos. Com o consumo dos não estruturais, ocorre o aumento proporcional dos estruturais.

Os teores da fração B₂ apresentam-se elevados devido à alta porcentagem de colmo na planta de sorgo ensilada. Estes teores estão diretamente relacionados ao teor de FDN, visto que, as gramíneas foram os volumosos com os maiores valores da fração B₂, em decorrência dos maiores teores de FDN (Viana et al., 2012).

Os teores da fração C (lignina), que é indigestível, não apresentaram diferença estatística, porém foram elevados, tendo como média 385 g/kg, bem superior aos 121 g/kg encontrados por (Mello & Nörnberg, 2004). Estes valores altos, além de afetar o consumo podem prejudicar o desempenho animal pelo fator enchimento (Mertens, 1987).

CONCLUSÕES

A quantidade de carboidratos total não se alterou no decorrer dos tempos de fermentação, sendo que

os carboidratos estruturais diminuíram e os não estruturais aumentaram, indicando boa qualidade do material.

A caracterização do fracionamento dos carboidratos representa um instrumento interessante para a adequação das dietas, visando à maximização do desenvolvimento microbiano ruminal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Atlântica Sementes pela parceria para a realização do estudo e ao Grupo de Ensino pesquisa, e extensão em bovinos de leite GEPEBOL.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MORAIS, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos – teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.
- MELLO, R., NÖRNBERG, J. L., Rocha, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558. 1987.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; SOUSA, B.M.D. Parâmetros de degradabilidade potencial dos componentes da parede celular das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), na presença ou ausência de tanino no grão, avaliados pela técnica "in situ". **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1138-1143, 2003.
- SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p., 2009.
- SNIFFEN, J.D.; O'CONNOR, P.J.; VAN SOEST, D.G.; FOX, J.B.; RUSSEL, J.B. A net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate and Protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p. 3562–3577, 1992.
- TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. *Acta Scientiarum*. **Animal Science**, v.38, n.2 p.143-149, 2016.



VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.,
1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and
nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.
Journal of Dairy Science, v.74, p. 3583–3597, 1991.

VIANA, P.T., PIRES, A.J.V., OLIVEIRA, L.B., CARVALHO,
G., RIBEIRO, L.S.O., CHAGAS, D., CARVALHO, A.O.
FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E DE PROTEÍNA DAS
SILAGENS DE DIFERENTES FORRAGEIRAS. **REVISTA BRASILEIRA
DE ZOOTECNIA**, v. 41, N. 2, P. 292-297, 2012.

Perfil bromatológico durante a fermentação na ensilagem do híbrido de sorgo Maxisilo

Arlon de Oliveira de Lima⁽¹⁾; Guilherme Boiera Rovaris⁽¹⁾; Gabriel Maggi⁽¹⁾; Neliton Flores Kasper⁽¹⁾; Gabriela Ceratti Hoch⁽²⁾; Gabriella Valduga Dinarte⁽¹⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾; Deise Dalazen Castagnara⁽⁴⁾

(1) Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS. Email: arlonlima1@hotmail.com; (2) Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS; (3) Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A (4) Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS.

RESUMO: A escassez forrageira prejudica a produção animal e a ensilagem é uma boa alternativa para redução destas perdas. Objetivou-se com este trabalho estudar as variações na composição química do híbrido de sorgo Maxisilo ao longo de 28 dias de fermentação. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tempos (0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias de ensilagem) e quatro repetições. A cultura foi implantada em 02/01/2016, colhida em 22/06/2016 e ensilada em silos experimentais. Nas amostras coletadas com a abertura dos silos nos tempos pré-determinados estudou-se a composição bromatológica, cujos dados foram analisados por regressão. Todos os parâmetros estudados foram afetados, exceto a FDA, a celulose e a lignina. A PB, EE, FDN e hemicelulose ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo que a PB apresentou valor de 65,55 g/kg aos 28 dias de fermentação. Silagens do sorgo Maxisilo não apresentam alterações bruscas na composição bromatológica ao longo de 28 dias de fermentação.

Termos de indexação: alimentação de ruminantes, silagem, valor nutricional

INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira está passando por intensa modernização, porém, a maioria dos sistemas pecuários são baseados em pastagens (Costa et al., 2016), especialmente na fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, onde os campos nativos ainda são utilizados como principal fonte alimentar. Entretanto, devido às condições climáticas, a disponibilidade de forragem é desigual ao longo do ano, com períodos alternados de excesso ou escassez de pastagens (Tolentino et al., 2016). Da mesma forma, o cultivo de pastagens anuais, especialmente de verão esbarra no déficit hídrico regional, limitando a oferta forrageira mesmo durante o período de maiores temperatura e luminosidade para seu crescimento.

Nesse contexto, o uso de forragens conservadas é uma estratégia promissora para a alimentação dos animais, e o sorgo se destaca por sua rusticidade, alta produção de biomassa e grande tolerância ao déficit hídrico (Tolentino et al., 2016) e à variações na fertilidade do solo e balanço de nutrientes (Macedo et al., 2012).

Dentre as técnicas de conservação, a ensilagem destaca-se pela sua versatilidade, pois é um processo destinado a preservar a matéria orgânica picada e submetida à um ambiente anaeróbico (Tolentino et al., 2016). Entretanto, este material pode sofrer variações na sua composição química dependendo da natureza dos processos fermentativos que ocorrem no interior do silo (Costa et al., 2016), e que são dependentes da população microbiana (Tolentino et al., 2016) que se desenvolve para fermentação.

Estudos contemplando essas variações ainda são escassos, especialmente em se tratando de materiais de sorgos sacarinos como o Maxisilo (Atlântica, 2016). Assim, este estudo teve como objetivo quantificar as variações que ocorrem durante os primeiros 28 dias processo fermentativo em silagens do híbrido de sorgo Maxisilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O híbrido de sorgo Maxisilo foi implantado em 02/01/2016, com semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Por ocasião da semeadura as sementes foram tratadas com inseticida CRUISER®. Como adubação de base utilizou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15. Como adubação de cobertura aplicou-se 50 kg/ha de uréia aos 45 dias após a semeadura. Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada uma aplicação de inseticida para controle da lagarta do cartucho. Na ocasião foi utilizado o Dimilin® na dosagem de 60 g/ha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. A colheita foi realizada no dia 22/04/2016 com ensiladeira tratorizada.

O material foi triturado ensilado em silos experimentais, que foram abertos para amostragem e análises das silagens nos tempos zero (momento da ensilagem), e nas aberturas dos silos, realizadas aos 1, 3, 7, 14 e 28 dias de fermentação. Os silos foram confeccionados com canos de PVC com 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com válvulas tipo *Bunsen* para escape dos gases. Em cada silo foi adicionado 2,350 kg de forragem triturada, visando a obtenção de uma densidade de 600 kg/m³.

Na abertura as silagens foram amostradas e submetidas à secagem em estufa a 55°C. O perfil bromatológico foi determinado a partir das amostras coletadas para a determinação da matéria seca. Decorrida a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willy com câmara e peneira de inox, com malha de 1 mm. Nas amostras determinou-se a matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), hemicelulose e celulose, segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz, (2009). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina ácida (LDA) foram analisados pelos métodos de Van Soest et al. (1991).

Os dados foram submetidos à Anava e quando constatada significância, as médias foram estudadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tempos de fermentação estudados alteraram todos os parâmetros bromatológicos, exceto a FDA, a celulose e a lignina. Os conteúdos de PB, EE, FDN e hemicelulose ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, enquanto a MM e MO não se ajustaram aos modelos de regressão testados (**Tabelas 1 e 2**). Os teores de MM são próximos aos valores obtidos por (Tolentino et al., 2016) e os de matéria orgânica aos encontrados em trabalho realizado por (Macedo et al., 2012).

A PB apresentou redução nos primeiros dias de fermentação, sendo que no 14º dia a variável apresentava o valor de 56,58 g/kg sofrendo posterior aumento (**Tabela 1**). Os valores de PB observados são semelhantes aos obtidos por Macedo et al. (2012) que trabalhou com híbridos de sorgo no semi-árido. A redução observada na PB até o décimo quarto dia, pode estar relacionada com a ação de enzimas proteolíticas das plantas que podem continuar ativas até a redução do pH no interior do silo e também com a ação de microrganismos como as enterobactérias ou os do gênero *Clostridium*, que possuem capacidade de proteólise (Tomich et al., 2004).

O menor conteúdo de EE (28,32 g/kg) foi obtido no 15º dia de fermentação (**Tabela 1**), corroborando

com os resultados obtidos por Costa et al., (2016), que também estudaram a composição bromatológica de híbridos de sorgo. Essa redução observada no conteúdo de EE pode estar relacionada não com a redução dos ácidos graxos presentes na silagem, mas sim, com a imobilização destes nos tecidos dos microrganismos (Wrolstad et al., 2005) que naturalmente aumentam sua população no interior dos silos. A não quantificação destes ácidos graxos decorre da associação dos lipídios com outros constituintes celulares como proteínas, que ocorre por forças de ligação que não podem ser rompidas pelos solventes orgânicos convencionalmente utilizados na determinação do EE, fazendo com que essas frações não sejam quantificadas (Christie, 1982).

Tabela 1: Composição bromatológica (g/kg de MS) do híbrido de sorgo Maxisilo durante 28 dias de fermentação

Tempos	MM	MO	PB	EE
0	63,22	936,78	71,79	31,37
1	60,91	939,09	59,45	37,82
3	66,11	933,89	59,63	35,44
7	62,01	937,99	57,82	28,32
14	59,43	940,57	56,58	38,30
28	62,06	937,94	65,55	31,65
<i>P value</i>	0,067	0,067	0,000	0,002
ER	$\hat{Y}=76,66$	$\hat{Y}=923,34$	1	2
R ²	-	-	0,90	0,15
CV(%)	12,95	1,08	4,94	7,10

(1) $\hat{Y}=46,92-0,70X+0,048X^2$; (2) $\hat{Y}=32,69-0,68x+0,022x^2$; *P value*: Significância da análise de variação ou da equação de regressão; ER: Equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: Coeficiente de variação; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo.

Os conteúdos de FDN e FDA indicam a quantidade de fibras da forragem. O FDN apresenta a fibra total existente nos alimentos, e na FDA corresponde a porção menos digestível desta fibra. Assim, quanto menor o seu conteúdo melhor o valor nutricional e o consumo animal (Santos et al., 2010).

No conteúdo de FDN constatou-se redução ao longo do terço inicial e médio do período de fermentação, cujo valor mínimo estimado foi de 598,68 g/kg no 18º dia de ensilagem, com posterior aumento (**Tabela 2**). Alterações nos conteúdos de FDN em silagens devem-se ao consumo dos carboidratos não estruturais principalmente pelas bactérias ácido lácticas, responsáveis pela fermentação destes compostos com a produção de ácido lático e a redução do pH no interior do silo (McDonald et al., 1991). Entretanto, alterações nos constituintes estruturais como celulose e hemicelulose também podem ocorrer durante a

fermentação, alterando por consequência, o conteúdo de FDN.

Conteúdos de FDN superiores a 550-600 g/kg são considerados altos por MERTENS, (1994), pois podem limitar o consumo de matéria seca pelo efeito de enchimento ruminal. Desta forma, as silagens obtidas não poderiam ser utilizadas como única fonte alimentar na dieta de ruminantes, requerendo um balanceamento com outras fontes de alimentos com conteúdos de FDN inferiores.

O menor conteúdo de Hemicelulose estimado em 232,93 g/kg foi obtido com 22 dias de ensilagem (**Tabela 2**). Essa redução observada pode ser decorrente da ação de enzimas das plantas ou da hidrólise ácida da hemicelulose, que pode ocorrer mesmo durante a fase estável de fermentação no silo (Bolsen, 1995). Segundo McDonald et al. (1991), inicialmente essa hidrólise acontece devido à atividade das hemicelulases vegetais, que são substituídas posteriormente pelas bacterianas, produzidas no interior dos silos, ocorrendo a hidrólise devido à presença de ácidos produzidos durante a fermentação. Até metade da hemicelulose pode ser degradada (McDonald et al., 1991), na disponibilização de açúcares que fermentados produzem ácidos orgânicos para redução do pH das silagens (Woolford, 1984).

Tabela 2: Constituintes fibrosos (g/kg de MS) na forragem do híbrido de sorgo Maxisilo durante 28 dias de fermentação

Tempo	FDA	FDN	HEM	CEL	LIG
0	388,65	706,70	318,05	261,13	114,37
1	382,76	644,46	261,70	255,52	124,36
3	416,38	731,19	314,81	281,06	132,87
7	365,75	598,68	232,93	251,85	112,11
14	359,52	606,95	247,43	249,75	104,31
28	383,56	614,00	230,44	250,25	122,56
<i>P value</i>	0,258	0,000	0,015	0,114	0,149
ER	-	1	2	-	-
R ²	-	0,77	0,72	-	-
CV(%)	5,18	4,03	9,12	5,29	7,23

(1) $\hat{Y}=743,02-14,01x+0,379x^2$; (2) $\hat{Y}=268,90-6,93x+0,158x^2$; *P value*: Significância da análise de variação ou da equação de regressão; ER: Equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: Coeficiente de variação; FDA: Fibras em detergente ácidos; FDN: Fibras em detergente neutro; HEM: Hemicelulose; CEL: Celulose; LIG: Lignina.

A celulose é formada por moléculas de glicose unidas por ligações β -1,4 e β -1,6 formando um homopolissacarídeo de alto peso molecular e elevada polimerização potencialmente digestível pelos ruminantes (Van Soest, 1994), cujo conteúdo se manteve constante ao longo do período de fermentação.

Os conteúdos de lignina se mantiveram constantes ao longo do período de fermentação,

pois, trata-se de um composto fenólico indigestível presente na parede celular das plantas (Van Soest, 1994) e que dificilmente é fermentado durante os processos fermentativos.

CONCLUSÕES

A ensilagem é um método eficiente para a conservação da forragem do híbrido sorgo Maxisilo, pois não ocorreram alterações bruscas na sua composição bromatológica ao longo de 28 dias de fermentação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Atlântica Sementes pela parceria para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

Atlântica Sementes Disponível em: <http://www.atlanticasementes.com.br/>. acesso em 8 de março de 2016.

BOLSEN, K.K. **Silage: basic principles**. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) Forages. 5.ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.

CHRISTIE, W. W. **Lipid analysis**. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 1982. 207p.

COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.P.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 2016, v.38, n.2 p.127-133.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, abr./jun. 2012, v.13, n.2, p.371-382.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ª ed: Marlou:Chalcome, 1991, 340p.

MERTENS, DR. **Regulation of forage intake**. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. Proceedings... Wisconsin: 1994. p.450-493.

SANTOS, M. M., GALVÃO, J. C. C., SILVA, I. R., MIRANDA, G. V., FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15n) na planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2010, v.34, n.4, 1185-11942.

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 2016, v.38, n.2 p.143-149.



TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, 2004, v. 56, n. 2, p. 258-263.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** New York: Cornell University 1994. 76 p.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation.** New York: [s. n.], 1984. 305p.

WROLSTAD, R. E.; DECKER, E. A. et al. Handbook of Food **Analytical Chemistry, Water, Proteins, Enzymes, Lipids, and Carbohydrates.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2005. 606 p.

Qualidade da silagem de milho safrinha em função dos tempos de exposição ao ar antes da ensilagem

Bruna Conti Del Rosso⁽¹⁾; Pedro Francisco Nicolielo de Souza⁽²⁾; Reni Saath⁽³⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Estadual de São Paulo; Botucatu, São Paulo; bruna.agro@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Agropecuária Lenharo de Souza; ⁽³⁾ Professora de Agronomia – Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO: Associam-se a relação custo-benefício, tanto fatores quantitativos quanto parâmetros qualitativos da cultura do milho safrinha. Visando informações regionais pertinentes ao comportamento agrônomico produtivo e nutricional, objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de milho safrinha em função do tempo de espera na ensilagem. O experimento com milho colhido no estádio R3 (grão leitoso) e R4 (grão farináceo) cujo material ensilado em mini-silos foram submetido a seis tempos de espera. Caracterizou-se a matéria seca da cultura na colheita e a qualidade das principais características bromatológicas da silagem na abertura do silo em função do tempo de exposição ao ar antes da ensilagem. Segundo os resultados, o tempo de exposição e o estádio de maturação apresentaram influência significativa em alguns aspectos estudados, tais como matéria seca e pH, outros não diferenciaram entre si, os valores de material mineral, em função do tempo de exposição foram crescentes para estádio farináceo e decrescem para estádio leitoso, assim como, no estádio leitoso os maiores valores de FDN foram obtidos para o tempo de exposição de 40 horas, o que ocorreu também no estádio farináceo.

Termos de indexação: Nutrição animal, produtividade, Zeamays L..

INTRODUÇÃO

No setor agropecuário brasileiro, a ensilagem é uma das principais formas de conservação de forrageiras garantindo a alimentação dos ruminantes nos períodos de estiagem. Na prática, a tecnologia “silagem de planta inteira” permite um alimento de composição bromatológica homogênea, e o seu fornecimento aos animais pode ser controlado, estrategicamente nos períodos de escassez de forragens.

Como suprimento à sazonalidade da produção na pecuária a técnica da ensilagem consiste em um método de conservação que compreende o

armazenamento da forragem em condições de anaerobiose, cuja aceitabilidade e consumo dependem da qualidade do produto resultante da fermentação microbiana em função da composição química do material vegetal. Portanto, associam-se a relação custo-benefício, tanto fatores quantitativos quanto parâmetros qualitativos da cultura.

No quesito produtividade, a combinação entre genética x ambiente de cultivo x tecnologia de produção têm potencializado cada híbrido, na cultura de milho. Por sua vez, a participação de grãos na confecção da silagem possibilita um maior aporte energético na conversão alimentar por animal. Entretanto, aceitabilidade e valor nutricional é função das condições de ensilagem e exposição ao ar antes de depois da desensilagem.

Além de ser indicativo para o dimensionamento de silos, a massa verde da cultivar influencia nas variáveis qualitativas da silagem, cujo controle exige redução do pH e aumento da pressão osmótica. Porém, a identificação das deficiências nutricionais da ensilagem de milho planta inteira é importante para que medidas técnicas sejam adotadas no sentido de solucionar o problema do produto armazenado em função da ausência de qualidade.

Ainda, em virtude das diferenças edafoclimáticas e novas cultivares, estudos regionalizados visando à caracterização do desempenho produtivo e qualitativo contribuirão no planejamento e na tomada de decisão entre os híbridos de milho que se destinem à produção de silagem.

Inserido neste contexto e visando informações regionais pertinentes ao comportamento agrônomico produtivo e valor nutricional da cultivar, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da silagem de milho safrinha (Zeamays L.) em função do tempo de espera na ensilagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi desenvolvido no

município de Arealva, região de Bauru, estado de São Paulo, na propriedade rural denominada Fazenda Santa Clara.

A variedade de milho utilizado foi CD397 PRO da COODETEC, essa variedade é específica para silagem e produção de grãos.

Tratamentos e amostragens

Para planejamento da colheita, os estádios reprodutivos e desenvolvimento dos grãos das plantas de milho foram determinados conforme Ritchie et al. (2003), sendo a primeira colheita no estádio R3 – grão leitoso; e a segunda no estádio R4 – grão farináceo.

Para acompanhar as alterações bromatológicas da silagem em função do tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (**Tabela 1**).

TABELA 1 - Tratamentos conforme o tempo de exposição ao ar antes da ensilagem.

Época de colheita*		Tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (h)
L ₀	F ₀	Zero
L ₈	F ₈	8
L ₁₆	F ₁₆	16
L ₂₄	F ₂₄	24
L ₃₂	F ₃₂	32
L ₄₀	F ₄₀	40

* Época de colheita - L: Milho no estádio leitoso; F: Milho no estádio farináceo.

No processo de produção utilizou um corte cujas partículas de tamanho médio (1,2 a 2 cm) a ensilagem foi em silos experimentais (mini-silos) constituídos por canos de PVC de 4,0 polegadas, com aproximadamente 70 cm de altura, sendo lacrado com caps de PVC, para facilitar a compactação foi utilizado um soquete (**Figura 1**), no processo de ensilagem não se utilizou nenhum tipo de aditivo, sendo que para cada tratamento foram feitas três repetições.



FIGURA 1- Mini-silos experimentais para receber a ensilagem do milho.

Decorrido o período de descanso de 45 dias, o qual viabilizou uniformizar a fermentação anaeróbia da silagem, os mini-silos foram abertos, retirando-se no momento da abertura uma amostra da silagem por silo, simulando o imediato fornecimento aos animais após a desensilagem, os quais foram armazenados a temperatura -18°C, para que fossem realizadas as análises bromatológicas.

As análises bromatológicas das amostras de silagem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FCA/UNESP, Botucatu.

Para caracterizar a qualidade, a silagem foi avaliada quanto às variáveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), conforme metodologia descrita por Campos et al. (2004). A análise do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Foram avaliados também pH, extrato etéreo e acidez titulável.

Delineamento e análise estatística

Para identificar as possíveis interações entre época de colheita e tempo de exposição ao ar, os dados coletados da silagem a análise de variância empregando-se o programa estatístico ASSISTAT (2014). Às variáveis que apresentaram diferenças foram submetidas à comparação de médias, utilizando Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a conservação da forragem através da ensilagem limita o desenvolvimento microbiano pela combinação de ambiente anaeróbio com a fermentação natural dos açúcares da forragem a ácidos orgânicos que reduzem o pH, inibindo o desenvolvimento de outros

microrganismos anaeróbios indesejados (ALLEN et al., 2003; JOBIM et al., 2007). O tamanho de partículas também deve ser observado (ALLEN et al., 2003).

No processo de produção utilizou um corte cujas partículas de tamanho médio (1,2 a 2 cm) proporcionaram uma silagem com composição bromatológica (**Tabela 2**), que se supõe possibilitar dietas adequadas sem efeitos negativos nas metabólicas dos animais.

TABELA 2 - Concentração de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e pH da silagem de milho no estágio leitoso (L) e no estágio farináceo (F) em função do tempo de exposição da ensilagem.

Tempo (horas)	Composição bromatológica (g kg ⁻¹ de MS)			
	MS	MO	MM	PB
L ₀	30,0 c	86,1	5,8 a	7,01 b
L ₈	33,3 b	86,1	5,5 a	7,17 b
L ₁₆	34,6 a	86,2	5,0 b	7,12 b
L ₂₄	33,7 a	86,2	4,9 b	8,01 a
L ₃₂	34,5 a	86,3	4,6 c	8,05 a
L ₄₀	32,3 b	86,3	4,5 c	8,38 a
F ₀	49,9 a	86,1	4,9 c	8,87 a
F ₈	47,5 b	86,1	4,9 c	8,78 a
F ₁₆	46,9 b	86,2	5,0 b	8,89 a
F ₂₄	49,1 a	86,2	5,0 b	8,64 b
F ₃₂	50,4 a	86,2	5,0 b	8,61 b
F ₄₀	49,4 a	86,2	5,1 a	8,65 b

Tempo (horas)	Composição bromatológica (g kg ⁻¹ de MS)			
	EE	FDN	FDA	HC
L ₀	1,34 c	53,95 c	33,78 b	20,17 c
L ₈	1,46 a	54,20 c	33,61 c	20,39 c
L ₁₆	1,47 a	55,77 b	32,89 c	21,57 b
L ₂₄	1,39 b	56,93 b	34,03 b	23,09 a
L ₃₂	1,40 b	57,88 a	35,31 a	24,04 a
L ₄₀	1,46 a	58,20 a	36,18 a	24,10 a
F ₀	1,81 c	48,75 c	27,64 b	22,12 b
F ₈	1,82 c	48,82 c	28,07 b	22,13 b
F ₁₆	1,85 b	53,03 b	30,81 a	22,42 b
F ₂₄	1,89 a	54,01 b	31,78 a	22,42 b
F ₃₂	1,89 a	55,50 a	31,87 a	23,44 a
F ₄₀	1,89 a	55,88 a	31,06 a	24,00 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Observa-se para o estágio leitoso (**Tabela 2**) que os valores de matéria seca encontram na faixa 30-35%, exceto quando o silo foi fechado imediatamente após o processamento da matéria-prima L₀ (30g kg⁻¹ de MS), entretanto, a semelhança do pH aos demais tempos sugere não ter ocorrido alteração dos aspectos da conversão energética, em decorrência da proliferação de bactérias e/ou degradação de proteínas

No estágio farináceo (**Tabela 2**) obtiveram-se valores de MS na faixa 46-51%, sugerindo que o milho estava maduro, porém, houve variação significativa entre os valores de proteínas, extrato etéreo, matéria mineral, e pH pouco acima aos evidenciado pelo material no estágio leitoso. Mas, durante o processo de produção houve uma maior resistência da massa de silagem à compactação durante a sua produção cuja colheita do milho ocorreu no estágio farináceo, essa resistência pode ser associada ao elevado teor de MS. Além de reduzir a densidade quando a massa seca é superior a 40% (CRUZ et al., 2009), a digestibilidade do amido, também, decresce (PEREIRA, 2008).

Cabe destacar que a resistência observada na compactação do ensilado não se atribui ao tamanho de partículas, mas a relação grãos/massa que resultou em alto teor de MS (**Tabela 2**). A proporção de fibra efetiva foi menor, a evidenciada pela silagem com milho no estágio leitoso.

Para se conseguir silagens com um teor adequado de matéria seca, Cruz et al. (2009) reportam que as plantas devem ser cortadas com os grãos entre a textura pastosa e a farinácea dura, entretanto, neste estudo no estágio farináceo a produção de MS foi muito superior ao índice recomendado para uma boa conversão energética.

Quanto à composição mineral, nos valores de matéria orgânica não houve entre os diferentes tempos de exposição do ensilado, porém o material mineral evidenciou diferenças significativas cujos valores, em função do tempo de espera, são crescentes para estágio farináceo e decrescem para estágio leitoso (**Tabela 2**). O padrão ideal na dieta recomendado para silagem de milho é de 4% com variação $\pm 2\%$ (PEREIRA & ROSSI, 1995). Desta forma, os valores encontrados estão dentro dos padrões.

Embora alto conteúdo de MM, a manutenção da MO durante a fase aeróbia, de fermentação e de armazenamento da silagem evidencia eficiência de preservação, assim a concentração de MM associada a cultivar utilizada.

Por sua vez, os valores de extrato etéreo (EE) para silagem de milho em estágio farináceo são ligeiramente superiores (**Tabela 2**). Porém, os teores de até 1,9 g kg⁻¹ de MS são inferiores ao

valor de 2,76 na MS (VALADARES FILHO, et al, 2000). Segundo o NRC (2001), reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem, estão relacionados ao excesso de gordura, por isso não devem ultrapassar esses valores.

Dietas inadequadas em FDN ou forragem na granulometria fina podem afetar as metabólicas dos animais. A amplitude de variação (g kg⁻¹ de MS) de FDN foi de 53,95 a 58,20 para silagem com milho em estádio leitoso e 48,75 a 55,88 para farináceo (**Tabela 2**).

Esse valores independente do tempo de espera e estádio de maturação estão próximos aos valores (48,23 a 55,40%) para diferentes cultivares de milho reportado por Costa et al. (2000) e aos valores de 55,76 e 57,99% relatados por Rosa et al.(2004) mas, Mizubuti et al., 2002 observaram uma amplitude maior nos valores de FDN (49,10 a 68,00%)

Segundo Silva & Queiroz (2002) a FDA é um indicador da digestibilidade e do valor energético da silagem; quanto menor a FDA, maior o valor energético. Inseridos neste contexto, a partir dos valores obtidos com milho farináceo sugerem proporcionar maior desempenho animal. Para silagens de milho valores de FDA entre 27% e 32% propiciam dietas mais adequadas aos animais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Os dados obtidos para os valores FDN e FDA, em função dos tempos de exposição (**Tabela 1**) indicam que na relação teor de fibras e tempo de exposição, o efeito mais pronunciado para 40 horas de exposição que apresentou o maior teor de FDN e FDA no estádio leitoso.

Para o estádio farináceo o teor de FDN também foi superior no tempo 40 horas de exposição (F₅), porém, o tempo de exposição 24 horas (F₃) apresentou de FDA superior aos demais períodos de exposição (Figura 5).

CONCLUSÕES

O teor de matéria seca no estádio farináceo foi superior.

A silagem produzida com o milho no estádio leitoso apresentou teor de água superior a silagem proveniente de milho no estádio farináceo, conseqüentemente o teor de MS da silagem proveniente das plantas com grãos no estádio leitoso é menor.

No estádio farináceo, houve variação significativa nos valores de proteínas, extrato etéreo, matéria mineral e pH pouco acima aos evidenciado pelo material no estádio leitoso,

Os valores de material mineral, em função do tempo de exposição foram crescentes para estádio farináceo e decrescem para estádio leitoso.

No estádio leitoso os maiores valores de FDN foram obtidos para o tempo de exposição de 40 horas, o que ocorreu também no estádio farináceo.

REFERÊNCIAS

ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn Silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.547- 608.

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2014) - Homepage <<http://www.assistat.com>> Por Francisco de A. S. e Silva **DEAG-CTRN-UFMG** - Atualizado em 01/04/2014, Campina Grande, PB. 2014

CAMPOS, F. P. de; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. Métodos de análise de alimentos. Piracicaba: FEALQ, (2004). 135 p.

COSTA, R.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FERNANDES, L. de O.; RABELO, C.H.S.; REIS, R.A. Composição química da planta verde e das silagens de doze cultivares de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.56.

CRUZ, J.C.FILHO, I.A.P.; GONTIJO NETO, M.M. Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita. EMBRAPA: **Circular técnica 112**, Sete Lagoas, v 14, n 34, 2009.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba-RS: Agropecuária.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P.K. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. spe., p.101-119, 2007.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho (Zeamays L.), Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) e Girassol (Helianthus annuus L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 267-272, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

PEREIRA, J. R. A. Quando colher a lavoura demilho para silagem. **Informativo Pioneer**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 27, p. 16-17, jun. 2008.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. 1.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, v.103, p.1-19. 2003.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. et al. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zeamays*, L). **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.302-312, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

VALADARES FILHO, S.C., SILVA F.F., ROCHA JUNIOR, R.V, CAPPELLE, R.E. Tabelas de concentração de alimentos e exigências nutricionais para bovinos. **II Simpósio De Produção De Gado De Corte**, Viçosa, 2000.

VAN SOEST, P.J. et al. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairycattle. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

Qualidade da silagem de milho safrinha em função dos tempos de exposição ao ar antes da ensilagem

Bruna Conti Del Rosso⁽¹⁾; Pedro Francisco Nicolielo de Souza⁽²⁾; Reni Saath⁽³⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Estadual de São Paulo; Botucatu, São Paulo; bruna.agro@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Agropecuária Lenharo de Souza; ⁽³⁾ Professora de Agronomia – Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO: Associam-se a relação custo-benefício, tanto fatores quantitativos quanto parâmetros qualitativos da cultura do milho safrinha. Visando informações regionais pertinentes ao comportamento agrônomico produtivo e nutricional, objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de milho safrinha em função do tempo de espera na ensilagem. O experimento com milho colhido no estádio R3 (grão leitoso) e R4 (grão farináceo) cujo material ensilado em mini-silos foram submetido a seis tempos de espera. Caracterizou-se a matéria seca da cultura na colheita e a qualidade das principais características bromatológicas da silagem na abertura do silo em função do tempo de exposição ao ar antes da ensilagem. Segundo os resultados, o tempo de exposição e o estádio de maturação apresentaram influência significativa em alguns aspectos estudados, tais como matéria seca e pH, outros não diferenciaram entre si, os valores de material mineral, em função do tempo de exposição foram crescentes para estádio farináceo e decrescem para estádio leitoso, assim como, no estádio leitoso os maiores valores de FDN foram obtidos para o tempo de exposição de 40 horas, o que ocorreu também no estádio farináceo.

Termos de indexação: Nutrição animal, produtividade, Zeamays L..

INTRODUÇÃO

No setor agropecuário brasileiro, a ensilagem é uma das principais formas de conservação de forrageiras garantindo a alimentação dos ruminantes nos períodos de estiagem. Na prática, a tecnologia "silagem de planta inteira" permite um alimento de composição bromatológica homogênea, e o seu fornecimento aos animais pode ser controlado, estrategicamente nos períodos de escassez de forragens.

Como suprimento à sazonalidade da produção na pecuária a técnica da ensilagem consiste em um método de conservação que compreende o

armazenamento da forragem em condições de anaerobiose, cuja aceitabilidade e consumo dependem da qualidade do produto resultante da fermentação microbiana em função da composição química do material vegetal. Portanto, associam-se a relação custo-benefício, tanto fatores quantitativos quanto parâmetros qualitativos da cultura.

No quesito produtividade, a combinação entre genética x ambiente de cultivo x tecnologia de produção têm potencializado cada híbrido, na cultura de milho. Por sua vez, a participação de grãos na confecção da silagem possibilita um maior aporte energético na conversão alimentar por animal. Entretanto, aceitabilidade e valor nutricional é função das condições de ensilagem e exposição ao ar antes de depois da desensilagem.

Além de ser indicativo para o dimensionamento de silos, a massa verde da cultivar influencia nas variáveis qualitativas da silagem, cujo controle exige redução do pH e aumento da pressão osmótica. Porém, a identificação das deficiências nutricionais da ensilagem de milho planta inteira é importante para que medidas técnicas sejam adotadas no sentido de solucionar o problema do produto armazenado em função da ausência de qualidade.

Ainda, em virtude das diferenças edafoclimáticas e novas cultivares, estudos regionalizados visando à caracterização do desempenho produtivo e qualitativo contribuirão no planejamento e na tomada de decisão entre os híbridos de milho que se destinem à produção de silagem.

Inserido neste contexto e visando informações regionais pertinentes ao comportamento agrônomico produtivo e valor nutricional da cultivar, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da silagem de milho safrinha (Zeamays L.) em função do tempo de espera na ensilagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi desenvolvido no

município de Arealva, região de Bauru, estado de São Paulo, na propriedade rural denominada Fazenda Santa Clara.

A variedade de milho utilizado foi CD397 PRO da COODETEC, essa variedade é específica para silagem e produção de grãos.

Tratamentos e amostragens

Para planejamento da colheita, os estádios reprodutivos e desenvolvimento dos grãos das plantas de milho foram determinados conforme Ritchie et al. (2003), sendo a primeira colheita no estádio R3 – grão leitoso; e a segunda no estádio R4 – grão farináceo.

Para acompanhar as alterações bromatológicas da silagem em função do tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (**Tabela 1**).

TABELA 1 - Tratamentos conforme o tempo de exposição ao ar antes da ensilagem.

Época de colheita*		Tempo de exposição ao ar antes da ensilagem (h)
L ₀	F ₀	Zero
L ₈	F ₈	8
L ₁₆	F ₁₆	16
L ₂₄	F ₂₄	24
L ₃₂	F ₃₂	32
L ₄₀	F ₄₀	40

* Época de colheita - L: Milho no estádio leitoso; F: Milho no estádio farináceo.

No processo de produção utilizou um corte cujas partículas de tamanho médio (1,2 a 2 cm) a ensilagem foi em silos experimentais (mini-silos) constituídos por canos de PVC de 4,0 polegadas, com aproximadamente 70 cm de altura, sendo lacrado com caps de PVC, para facilitar a compactação foi utilizado um soquete (**Figura 1**), no processo de ensilagem não se utilizou nenhum tipo de aditivo, sendo que para cada tratamento foram feitas três repetições.



FIGURA 1- Mini-silos experimentais para receber a ensilagem do milho.

Decorrido o período de descanso de 45 dias, o qual viabilizou uniformizar a fermentação anaeróbia da silagem, os mini-silos foram abertos, retirando-se no momento da abertura uma amostra da silagem por silo, simulando o imediato fornecimento aos animais após a desensilagem, os quais foram armazenados a temperatura -18°C, para que fossem realizadas as análises bromatológicas.

As análises bromatológicas das amostras de silagem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FCA/UNESP, Botucatu.

Para caracterizar a qualidade, a silagem foi avaliada quanto às variáveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), conforme metodologia descrita por Campos et al. (2004). A análise do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Foram avaliados também pH, extrato etéreo e acidez titulável.

Delineamento e análise estatística

Para identificar as possíveis interações entre época de colheita e tempo de exposição ao ar, os dados coletados da silagem a análise de variância empregando-se o programa estatístico ASSISTAT (2014). Às variáveis que apresentaram diferenças foram submetidas à comparação de médias, utilizando Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a conservação da forragem através da ensilagem limita o desenvolvimento microbiano pela combinação de ambiente anaeróbio com a fermentação natural dos açúcares da forragem a ácidos orgânicos que reduzem o pH, inibindo o desenvolvimento de outros

microrganismos anaeróbios indesejados (ALLEN et al., 2003; JOBIM et al., 2007). O tamanho de partículas também deve ser observado (ALLEN et al., 2003).

No processo de produção utilizou um corte cujas partículas de tamanho médio (1,2 a 2 cm) proporcionaram uma silagem com composição bromatológica (**Tabela 2**), que se supõe possibilitar dietas adequadas sem efeitos negativos nas metabólicas dos animais.

TABELA 2 - Concentração de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e pH da silagem de milho no estádio leitoso (L) e no estádio farináceo (F) em função do tempo de exposição da ensilagem.

Tempo (horas)	Composição bromatológica (g kg ⁻¹ de MS)			
	MS	MO	MM	PB
L ₀	30,0 c	86,1	5,8 a	7,01 b
L ₈	33,3 b	86,1	5,5 a	7,17 b
L ₁₆	34,6 a	86,2	5,0 b	7,12 b
L ₂₄	33,7 a	86,2	4,9 b	8,01 a
L ₃₂	34,5 a	86,3	4,6 c	8,05 a
L ₄₀	32,3 b	86,3	4,5 c	8,38 a
F ₀	49,9 a	86,1	4,9 c	8,87 a
F ₈	47,5 b	86,1	4,9 c	8,78 a
F ₁₆	46,9 b	86,2	5,0 b	8,89 a
F ₂₄	49,1 a	86,2	5,0 b	8,64 b
F ₃₂	50,4 a	86,2	5,0 b	8,61 b
F ₄₀	49,4 a	86,2	5,1 a	8,65 b

Tempo (horas)	Composição bromatológica (g kg ⁻¹ de MS)			
	EE	FDN	FDA	HC
L ₀	1,34 c	53,95 c	33,78 b	20,17 c
L ₈	1,46 a	54,20 c	33,61 c	20,39 c
L ₁₆	1,47 a	55,77 b	32,89 c	21,57 b
L ₂₄	1,39 b	56,93 b	34,03 b	23,09 a
L ₃₂	1,40 b	57,88 a	35,31 a	24,04 a
L ₄₀	1,46 a	58,20 a	36,18 a	24,10 a
F ₀	1,81 c	48,75 c	27,64 b	22,12 b
F ₈	1,82 c	48,82 c	28,07 b	22,13 b
F ₁₆	1,85 b	53,03 b	30,81 a	22,42 b
F ₂₄	1,89 a	54,01 b	31,78 a	22,42 b
F ₃₂	1,89 a	55,50 a	31,87 a	23,44 a
F ₄₀	1,89 a	55,88 a	31,06 a	24,00 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Observa-se para o estádio leitoso (**Tabela 2**) que os valores de matéria seca encontram na faixa 30-35%, exceto quando o silo foi fechado imediatamente após o processamento da matéria-prima L₀ (30g kg⁻¹ de MS), entretanto, a semelhança do pH aos demais tempos sugere não ter ocorrido alteração dos aspectos da conversão energética, em decorrência da proliferação de bactérias e/ou degradação de proteínas

No estádio farináceo (**Tabela 2**) obtiveram-se valores de MS na faixa 46-51%, sugerindo que o milho estava maduro, porém, houve variação significativa entre os valores de proteínas, extrato etéreo, matéria mineral, e pH pouco acima aos evidenciado pelo material no estádio leitoso. Mas, durante o processo de produção houve uma maior resistência da massa de silagem à compactação durante a sua produção cuja colheita do milho ocorreu no estádio farináceo, essa resistência pode ser associada ao elevado teor de MS. Além de reduzir a densidade quando a massa seca é superior a 40% (CRUZ et al., 2009), a digestibilidade do amido, também, decresce (PEREIRA, 2008).

Cabe destacar que a resistência observada na compactação do ensilado não se atribui ao tamanho de partículas, mas a relação grãos/massa que resultou em alto teor de MS (**Tabela 2**). A proporção de fibra efetiva foi menor, a evidenciada pela silagem com milho no estádio leitoso.

Para se conseguir silagens com um teor adequado de matéria seca, Cruz et al. (2009) reportam que as plantas devem ser cortadas com os grãos entre a textura pastosa e a farinácea dura, entretanto, neste estudo no estádio farináceo a produção de MS foi muito superior ao índice recomendado para uma boa conversão energética.

Quanto à composição mineral, nos valores de matéria orgânica não houve entre os diferentes tempos de exposição do ensilado, porém o material mineral evidenciou diferenças significativas cujos valores, em função do tempo de espera, são crescentes para estádio farináceo e decrescem para estádio leitoso (**Tabela 2**). O padrão ideal na dieta recomendado para silagem de milho é de 4% com variação $\pm 2\%$ (PEREIRA & ROSSI, 1995). Desta forma, os valores encontrados estão dentro dos padrões.

Embora alto conteúdo de MM, a manutenção da MO durante a fase aeróbia, de fermentação e de armazenamento da silagem evidencia eficiência de preservação, assim a concentração de MM associada a cultivar utilizada.

Por sua vez, os valores de extrato etéreo (EE) para silagem de milho em estádio farináceo são ligeiramente superiores (**Tabela 2**). Porém, os teores de até 1,9 g kg⁻¹ de MS são inferiores ao

valor de 2,76 na MS (VALADARES FILHO, et al, 2000). Segundo o NRC (2001), reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem, estão relacionados ao excesso de gordura, por isso não devem ultrapassar esses valores.

Dietas inadequadas em FDN ou forragem na granulometria fina podem afetar as metabólicas dos animais. A amplitude de variação (g kg⁻¹ de MS) de FDN foi de 53,95 a 58,20 para silagem com milho em estádio leitoso e 48,75 a 55,88 para farináceo (**Tabela 2**).

Esse valores independente do tempo de espera e estádio de maturação estão próximos aos valores (48,23 a 55,40%) para diferentes cultivares de milho reportado por Costa et al. (2000) e aos valores de 55,76 e 57,99% relatados por Rosa et al.(2004) mas, Mizubuti et al., 2002 observaram uma amplitude maior nos valores de FDN (49,10 a 68,00%)

Segundo Silva & Queiroz (2002) a FDA é um indicador da digestibilidade e do valor energético da silagem; quanto menor a FDA, maior o valor energético. Inseridos neste contexto, a partir dos valores obtidos com milho farináceo sugerem proporcionar maior desempenho animal. Para silagens de milho valores de FDA entre 27% e 32% propiciam dietas mais adequadas aos animais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Os dados obtidos para os valores FDN e FDA, em função dos tempos de exposição (**Tabela 1**) indicam que na relação teor de fibras e tempo de exposição, o efeito mais pronunciado para 40 horas de exposição que apresentou o maior teor de FDN e FDA no estádio leitoso.

Para o estádio farináceo o teor de FDN também foi superior no tempo 40 horas de exposição (F₅), porém, o tempo de exposição 24 horas (F₃) apresentou de FDA superior aos demais períodos de exposição (Figura 5).

CONCLUSÕES

O teor de matéria seca no estádio farináceo foi superior.

A silagem produzida com o milho no estádio leitoso apresentou teor de água superior a silagem proveniente de milho no estádio farináceo, conseqüentemente o teor de MS da silagem proveniente das plantas com grãos no estádio leitoso é menor.

No estádio farináceo, houve variação significativa nos valores de proteínas, extrato etéreo, matéria mineral e pH pouco acima aos evidenciado pelo material no estádio leitoso,

Os valores de material mineral, em função do tempo de exposição foram crescentes para estádio farináceo e decrescem para estádio leitoso.

No estádio leitoso os maiores valores de FDN foram obtidos para o tempo de exposição de 40 horas, o que ocorreu também no estádio farináceo.

REFERÊNCIAS

ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn Silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.547- 608.

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2014) - Homepage <<http://www.assistat.com>> Por Francisco de A. S. e Silva **DEAG-CTRN-UFMG** - Atualizado em 01/04/2014, Campina Grande, PB. 2014

CAMPOS, F. P. de; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. Métodos de análise de alimentos. Piracicaba: FEALQ, (2004). 135 p.

COSTA, R.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FERNANDES, L. de O.; RABELO, C.H.S.; REIS, R.A. Composição química da planta verde e das silagens de doze cultivares de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.56.

CRUZ, J.C.FILHO, I.A.P.; GONTIJO NETO, M.M. Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita. EMBRAPA: **Circular técnica 112**, Sete Lagoas, v 14, n 34, 2009.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba-RS: Agropecuária.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P.K. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. spe., p.101-119, 2007.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho (Zeamays L.), Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) e Girassol (Helianthus annuus L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 267-272, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

PEREIRA, J. R. A. Quando colher a lavoura demilho para silagem. **Informativo Pioneer**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 27, p. 16-17, jun. 2008.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**.1.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, v.103, p.1-19. 2003.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. et al. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zeamays*, L). **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.302-312, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

VALADARES FILHO, S.C., SILVA F.F., ROCHA JUNIOR, R.V, CAPPELLE, R.E. Tabelas de concentração de alimentos e exigências nutricionais para bovinos. **II Simpósio De Produção De Gado De Corte**, Viçosa, 2000.

VAN SOEST, P.J. et al. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairycattle. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

Qualidade fisiológica de sementes de milho sob diferentes condições de armazenamento

André Fernandes Capilheira^(1*); Jerffeson Araújo Cavalcante⁽¹⁾; Raimunda Nonata Oliveira da Silva⁽¹⁾; Rafael Vergara⁽¹⁾; Gizele Ingrid Gadotti⁽²⁾.

⁽¹⁾ Mestrando no Pós-graduação do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas; Pelotas, RS; * capilheira@hotmail.com; ⁽²⁾ Dr^a. Prof^a. Adjunta do curso de Engenharia agrícola da Universidade Federal de Pelotas; Pelotas, RS.

RESUMO: As características dos materiais utilizados como embalagens no armazenamento de sementes podem influenciar negativamente no processo de deterioração desta, acarretando em problemas futuros na sementeira. Desta forma, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho armazenadas em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento. Foi utilizado um lote de sementes de milho da cultivar 20A55, sendo o armazenamento conduzido entre os meses de outubro de 2015 a abril de 2016 em propriedade rural no município de Pelotas, RS. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições por tratamento, correspondendo a três embalagens (saco de papel multifoliado, saco de polietileno hermético e saco de papel multifoliado armazenado em câmara fria) e três períodos de armazenamento (0, 90 e 180 dias), respectivamente. As sementes foram submetidas aos testes de germinação e frio a cada 90 dias. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O armazenamento em baixas temperaturas ou embalagem hermética mantém a qualidade fisiológica das sementes. Porém, o armazenamento em embalagem de papel e em ambiente não controlado proporciona menor potencial de armazenamento em sementes de milho.

Termos de indexação: *Zea mays*; armazenamento hermético; viabilidade; vigor.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui grande importância socioeconômica no cenário mundial, movimentando bilhões de dólares, além da sua ampla utilização na

alimentação humana e animal. O Brasil atualmente ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (Carvalho, 2015). A produção nacional desse cereal é estimada em torno de 79,955 milhões de toneladas para a safra 2015/2016 (Conab, 2016).

Para se obter produções dessa magnitude é necessário o uso de sementes de boa qualidade, este requisito é fundamental e de grande valia para o sucesso no estabelecimento dos cultivos (Silva et al., 2008). No entanto, a garantia da qualidade das sementes é determinada pela interação entre atributos fisiológicos, sanitários, genéticos e físicos, os quais interferem diretamente no potencial de desempenho em campo e durante o armazenamento (Marcos Filho, 1999).

Uma empresa produtora de sementes deve ter constante preocupação com a qualidade das sementes produzidas, buscando sempre manter essa qualidade ao longo do armazenamento (Peske et al., 2012). Durante o processo de armazenamento, a deterioração das sementes é irreversível, todavia a velocidade do processo pode ser minimizada por meio de procedimentos adequados. A redução da velocidade de deterioração das sementes é prioridade durante o armazenamento. Assim, sua função é manter a qualidade das sementes durante o período em que estas ficam armazenadas (Villela & Menezes, 2009).

As condições ideais para a conservação das sementes são aquelas em que as suas atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo, mantendo-se baixa a umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento (Pedrosa et al., 1999).

A deterioração da semente também está relacionada às características do tipo de embalagem que contém as sementes, pois existem materiais que não oferecem resistência às trocas

gasosas de vapor d'água, entre as sementes e a atmosfera, representando as embalagens permeáveis, as resistentes a esta movimentação de vapor d'água e as embalagens herméticas ou impermeáveis, que não permitem essa troca (Marcos Filho, 2015).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho em função de diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade rural localizada no município de Pelotas, RS, e no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, campus do Capão do Leão, RS. Foi utilizado um lote de sementes de milho da cultivar 20A55, sendo o experimento conduzido entre os meses de outubro de 2015 a abril de 2016.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições por tratamento, correspondendo a três embalagens (saco de papel multifoliado, saco de polietileno hermético e saco de papel multifoliado armazenado em câmara fria) e três períodos de armazenamento (0, 90 e 180 dias), respectivamente.

Os tratamentos consistiram do armazenamento de 3 kg de semente de milho nas embalagens: saco de papel multifoliado, saco polietileno hermético, que permaneceram acondicionados em um galpão de sementes, e saco de papel multifoliado armazenado em câmara fria, durante um período de 180 dias.

Para avaliar o efeito dos tratamentos, a cada 90 dias de armazenamento foram realizadas as seguintes análises:

Teste de germinação: foi realizado utilizando quatro repetições com 50 sementes, em rolos de papel germitest umedecidos, previamente, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados no germinador à temperatura de 25°C. Oito dias após a semeadura, foi realizada a contagem do número de plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Semente (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Teste de frio: conduzido de acordo com Cícero & Vieira (1994), com quatro repetições de 50 sementes, em rolos de papel umedecido com uma quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de sacos de plástico, vedados com fita adesiva e mantidos em

câmara regulada a 10°C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador à temperatura de 25°C, onde permaneceram por quatro dias e a seguir contou-se o número de plântulas normais (Brasil, 1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo para as variáveis estudadas, existido interação entre os fatores embalagens e períodos de armazenamento. Os resultados proporcionados pela embalagem na germinação das sementes (Tabela 1) foram influenciados apenas aos 180 dias de armazenamento, nos demais períodos não ocorreu diferença desta.

Observa-se na tabela 1 que, para a variável germinação, até aos 90 dias de armazenamento, as diferentes embalagens mantiveram a viabilidade das sementes, ou seja, o armazenamento não influenciou a germinação das sementes do lote estudado. Entretanto, aos 180 dias de armazenamento, a embalagem papel multifoliado ocasionou decréscimo na germinação das sementes, fato este não encontrado quando se utilizou embalagem hermética ou baixa temperatura no ambiente de armazenamento. Esse fato pode estar relacionado à resistência do papel multifoliado, já que, segundo Marcos Filho (2015), a deterioração da semente também está associada às características da embalagem, pois existem materiais que não oferecem resistência às trocas gasosas entre as sementes e a atmosfera.

Vale ressaltar que o teste de germinação apresenta menor sensibilidade para avaliar o nível de deterioração de um lote de sementes. Assim, a utilização de um teste de vigor pode oferecer tal sensibilidade onde seja possível comparar o efeito do ambiente de armazenamento na deterioração de sementes.

Tabela 1 – Porcentagem de germinação de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens e períodos de armazenamento.

Embalagem	Período (dias)			Média
	0	90	180	
Papel	99 Aa	99 Aa	79 Bb	92
Hermético	99 Aa	99 Aa	99 Aa	99
Câmara Fria	99 Aa	99 Aa	99 Aa	99
Média	99	99	92	

CV (%) 2,77

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Se tratando do vigor das sementes, analisado através do teste de frio (Tabela 2), observa-se que aos 90 dias de armazenamento já foi possível verificar a diferença no nível de deterioração nas diferentes condições de armazenamento, neste período, a baixa temperatura de armazenamento (câmara fria) e embalagem hermética não apresentam diferença estatística, entretanto, a embalagem tipo papel multifoliado armazenada em galpão e sem controle das condições do ambiente, proporcionou as sementes a maior perda de vigor. Silva et al. (2010) ao compararem a viabilidade de sementes de diferentes espécies armazenadas, incluindo o milho, em diferentes embalagens através do teste de frio, observaram que as embalagens impermeáveis foram as que apresentaram menores reduções no vigor das sementes.

Aos 180 dias de armazenamento, assim como aos 90 dias (Tabela 2), a embalagem de papel armazenada sob baixa temperatura, não diferiu da embalagem hermética, apresentando maiores níveis de vigor ao final do período de armazenamento. A embalagem de papel multifoliado, armazenado no galpão, apresentou forte declínio de vigor ao final do armazenamento, sendo entre as embalagens estudadas a pior em termos de conservação das sementes. Quando Antonello et al. (2009) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo, observaram que o armazenamento em condições de ambiente natural com acondicionamento das sementes a vácuo ou em embalagem plástica assegurou menores reduções na sua qualidade fisiológica.

A maior degradação de reservas das sementes, quando armazenadas, ocasiona em sementes menos vigorosas. Dentre os fatores que apresenta maior influência na conservação de sementes está a umidade e a temperatura, assim, o controle destes aumenta a longevidade das sementes. Segundo Carvalho & Nakagawa (2012), umidade relativa do ar tem relação direta com o teor de umidade das sementes, além de controlar a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que ela pode sofrer, principalmente a degradação das reservas com o aumento da atividade respiratória.

Tabela 2 – Teste de frio (%) em sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens e períodos de armazenamento.

Embalagem	Período (dias)			Média
	0	90	180	

Papel	97 Aa	91 Bb	45 Bc	78
Hermético	98 Aa	97 Aa	97 Aa	97
Câmara Fria	97 Aa	97 Aa	97 Aa	97
Média	97	95	80	
CV (%)	2,72			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Armazenamento de sementes de milho em baixas temperaturas ou embalagem hermética mantém a qualidade fisiológica das sementes.

Armazenamento de sementes de milho em embalagem de papel proporciona menor potencial de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BRAND, S. C.; RODRIGUES, J. MENSEZES, N. L.; KULCZYNSKI, S. M. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 075-086, 2009.

CARVALHO, C. **Anuário Brasileiro do milho safra**. Editora Gazeta: Santa Cruz, 2015,112p.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590p.

CÍCERO, S.M. & VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_10_09_03_26_boletim_graos_maior_2016.pdf. Acesso em 27 de maio de 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e**

Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed, Londrina: ABRATES, 2015, 600p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

SILVA, J. A.; GARCIA, S.M.; SILVA, V. N.; NOBRE, F. L. L.; ZAMBIASI, C. A.; LUCCA FILHO, O. A. Avaliação da qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes de tomate. **Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 6, n. 2, p. 23-30, 2008.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.45- 56, 2010.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. M. R.; MEDEIROS NETO, J. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 121-123, 1999.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª ed. Ed. Universitária UFPel, 2012. p.14-100.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente, **Seed News**, Pelotas, v. 8, n. 4, p. 22-25, 2009.

Variações bromatológicas da silagem do híbrido de sorgo Chopper durante o período fermentativo

Gabriel Maggi⁽¹⁾; Arlon de Oliveira de Lima⁽¹⁾; Edgard Gonçalves Malaguez⁽²⁾; Guilherme Boeira Rovaris⁽¹⁾; Gabriela Ceratti Hoch⁽²⁾; Gabriella Valduga Dinarte⁽¹⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾; Deise Dalazen Castagnara⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS. Email: gabimaggi98@gmail.com; ⁽²⁾ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS.

RESUMO: Alimentos conservados na forma de silagem são uma boa opção para suprir a carência nutricional natural do vazio forrageiro. O Objetivo deste trabalho foi estudar as variações bromatológicas da silagem do híbrido de sorgo Chopper no período fermentativo. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tempos de fermentação (0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias de ensilagem), e quatro repetições. Os parâmetros analisados sob regressão foram: Matéria Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Hemicelulose (HEM), Celulose (CEL) e Lignina (LIG). O período fermentativo alterou todos os parâmetros estudados, exceto a HEM. Não foram observadas alterações bruscas no perfil bromatológico da silagem do híbrido de sorgo Chopper ao longo de 28 dias de fermentação propiciando a obtenção de uma silagem com valores médios de proteína bruta de 60 g/kg e de FDN de 632 g/kg.

Termos de indexação: conservação de forragens, ensilagem, vazio forrageiro

INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente na região Sul, devido às variações climáticas extremas, a pecuária se torna dependente de estratégias alimentares para os períodos de vazio forrageiro. Nestas épocas as baixas temperaturas e/ou a escassez hídrica, limitam a quantidade e qualidade das pastagens nativas (Pires et al., 2013).

Como estratégia alimentar para estes períodos destaca-se a ensilagem, cujo método de conservação da forragem baseia-se em condições de anaerobiose. Dentre as culturas mais adaptadas ao processo de ensilagem está o sorgo devido à

facilidade em seu cultivo e rusticidade, qualidade na silagem produzida e alto rendimento (Silva et al., 2012).

Porém, durante o processo de ensilagem ocorrem alterações na composição química da forragem ensilada (Santos et al., 2010) em maior ou menor magnitude. A ensilagem feita de forma adequada possibilita a ocorrência da fermentação anaeróbia e a produção de ácidos orgânicos com redução do pH no interior dos silos. A velocidade e magnitude destas alterações influenciam na qualidade de preservação da silagem (Souza et al., 2012).

Devido à grande variedade de fatores que influenciam os processos fermentativos, para que a adoção desta tecnologia seja possível, são necessários estudos contemplando a conservação de silagens e sua caracterização nutricional (Longhi et al., 2013). Porém, ainda pouco se conhece sobre a magnitude das alterações que ocorrem durante o processo fermentativo de silagens, especialmente na forragem obtida com o cultivo do híbrido de sorgo Chopper.

Assim, este estudo objetiva avaliar as alterações que ocorrem no decorrer do processo fermentativo em silagens do sorgo híbrido Chopper durante 28 dias de fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campus Uruguaiiana na Universidade Federal do Pampa, no Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da instituição. O híbrido de sorgo Chopper foi implantado em 02/01/2016, utilizando-se semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Na base aplicou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15 e na cobertura 50 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia aos 45 dias após a semeadura. Durante o período de desenvolvimento da cultura, para o

controle da lagarta do cartucho, aplicou-se 60 g/ha do inseticida Dimilin®.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Nos tratamentos foram analisados seis tempos de fermentação: dia zero (momento da ensilagem) e aos 1, 3, 7, 14 e 28 dias do processo fermentativo.

A colheita foi realizada com ensiladeira tratorizada no dia 22/04/2016 e o material foi armazenado em silos experimentais, confeccionados com canos PVC, nas dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. No processo de armazenagem foi utilizado 2,350 Kg da forragem, equivalendo à uma densidade de ensilagem de 0,600 Mg/m³.

Nos tempos pré-determinados procedeu-se a abertura dos silos com a amostragem das silagens. As amostras foram submetidas a secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 55°C. Decorrida a secagem, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willy com câmara e peneira de inox, sendo esta, com malha de 1 mm e encaminhadas para as análises bromatológicas.

Estudou-se a matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), hemicelulose e celulose, segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz, (2009). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) pelos métodos de Van Soest et al. (1991).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram estudadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores encontrados para hemicelulose, não foram alterados pelos tempos de fermentação estudados (Tabela 2). Estes resultados são equivalentes aos observados por Jayme et al. (2007), que ao estudarem silagens de Capim Sudão também não observaram efeitos dos períodos de fermentação sobre a concentração de hemicelulose. A variação dos teores de hemicelulose no tempo pode ser explicado pela quebra da hemicelulose durante o processo fermentativo, o que fornece açúcares adicionais para a fermentação láctica (Muck, 1988).

No FDA houve significância na análise de variância, porém os dados não se ajustaram aos modelos de regressão estudados (Tabela 2). Os valores médios obtidos foram abaixo dos valores encontrados por Simon et al. (2006), que ao estudarem silagens de sorgo obtiveram conteúdos de FDA de 421,0 g/kg.

Os parâmetros de MM, MO, PB, EE, FDN, CEL e Lignina se adequaram ao modelo de regressão quadrática (Tabelas 1 e 2), apresentando variações significativas ($P>0,05$).

Observou-se a redução de MM até o 18º dia com posterior aumento, sugerindo uma perda inicial de efluentes que ocorre posteriormente à plasmólise da membrana celular. Com a morte celular e a plasmólise da membrana, parte do conteúdo celular pode ser perdido por meio da produção de efluentes, especialmente em silagens com densidades superiores a 600 Mg/m³. O aumento observado após o 18º dia de fermentação deve-se ao consumo de outros constituintes da MO, que ocasionam proporcionalmente o aumento da MM. O valor médio obtido durante este período foi de 68,30 g/kg inversamente proporcional ao aumento de MO no mesmo período.

A PB apresentou redução até o 13º dia de fermentação, atingido o teor mínimo de 59,58 g/kg com posterior aumento (Tabela 1). Os valores de PB observados são semelhantes aos 62,30 g/Kg obtidos por Macedo et al. (2012), que trabalhou com híbridos de sorgo no semi-árido. A redução observada na PB até o 13º dia pode estar relacionada com a ação de enzimas proteolíticas das plantas que podem continuar ativas até a redução do pH no interior do silo e também com a ação de microrganismos como as enterobactérias ou os do gênero *Clostridium*, que possuem capacidade de proteólise (Tomich et al., 2004).

Tabela 1. Composição bromatológica (g/kg de MS) do híbrido de sorgo Chopper durante 28 dias de fermentação

Tempos	MM	MO	PB	EE
0	74,61	925,39	61,84	39,90
1	71,99	928,01	61,77	38,38
3	70,87	929,13	59,94	37,60
7	66,60	933,40	60,87	35,75
14	62,76	937,24	59,62	34,51
28	62,95	937,05	59,58	36,94

<i>P value</i>	0,014	0,014	0,007	0,000
ER	1	2	3	4
R ²	0,53	0,53	0,97	0,17
CV(%)	6,60	0,46	5,95	5,46

(1) $Y=69,54-1,13x+0,032x^2$; (2) $Y=930,45+1,13x-0,032x^2$; (3) $Y=61,15-0,84x+0,033x^2$; (4) $Y=39,69-0,93x+0,032x^2$; *P value*: significância da análise de variância ou da equação de regressão; ER: equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo.

O menor conteúdo de EE (34,51 g/kg) foi obtido no 14º dia de fermentação (Tabela 1), corroborando com os resultados obtidos por Costa et al., (2016), que também estudaram a composição bromatológica de híbridos de sorgo. Essa redução observada no conteúdo de EE pode estar relacionada não com a redução dos ácidos graxos presentes na silagem, mas sim, com a imobilização destes nos tecidos dos microrganismos que naturalmente aumentam sua população no interior dos silos. A associação dos lipídios com outros constituintes celulares como proteínas ocorre por forças de ligação que não podem ser rompidas pelos solventes orgânicos convencionalmente utilizados na determinação do EE, fazendo com que essas frações não sejam quantificadas (Christie, 1982).

Os conteúdos de FDN e FDA são indicativos de quantidade de fibras da forragem. Em quanto o FDN corresponde a fibra total existente nos alimentos, a FDA se relaciona com a quantidade de fibras menos digestível. Assim quanto menor o conteúdo desses componentes, melhor o valor nutricional e maior o consumo animal (Santos et al., 2010).

A média dos valores FDN foram 631,85 g/Kg (Tabela 2), apresentados teve menor valor no décimo sétimo dia de fermentação. Sua presença na dieta é negativa em relação à concentração energética do alimento. Quando fornecido em grandes quantidades na dieta, se não tiver uma fonte adequada de energia, ele pode limitar a ingestão de alimento (Silva, 2014).

Tabela 2. Constituintes fibrosos (g/kg de MS) na forragem do híbrido de sorgo Chopper durante 28 dias de fermentação

Tempo	FDA	FDN	HEM	CEL	LIG
0	392,30	680,85	288,55	289,21	99,32
1	350,61	626,13	275,53	282,28	97,78
3	340,46	633,66	293,20	275,06	95,12
7	318,94	638,05	319,11	259,14	92,91
14	311,40	593,93	282,53	251,18	94,19

	28	349,49	618,46	268,97	257,41	89,59
<i>P value</i>	0,013	0,007	0,054	0,013	0,001	
ER	Y=338,98	1	-	2	3	
R ²	-	0,40	-	0,27	0,57	
CV(%)	11,53	10,13	22,43	5,13	8,65	

(1) $Y=670,01-17,15x+0,51x^2$; (2) $Y=274,38-3,49x+0,10x^2$; (3) $Y=95,3-2,56x+0,085x^2$; *P value*: significância da análise de variância ou da equação de regressão; ER: equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: coeficiente de variação; FDA: fibra de detergente ácido; FDN: fibra de detergente neutro; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; LIG: lignina;

A celulose foi alterada pelos tempos de fermentação estudados, se enquadrando no modelo de regressão quadrática com diminuição em seus valores até o 17º dia de ensilagem, com média estimada em 269,05 g/kg e posterior aumento.

A lignina apresentou redução até o 15º dia de fermentação, onde atingiu o seu valor mínimo de 94,2 g/kg. A lignina é um composto fenólico avaliado como um dos principais formadores da parede celular vegetal que controla a degradação da parte fibrosa de forrageiras (Ribeiro et al, 2010). Teores elevados de lignina impactam negativamente na digestibilidade e aproveitamento das forrageiras pelos ruminantes.

CONCLUSÕES

Não foram observadas alterações bruscas no perfil bromatológico da silagem do híbrido de sorgo Chopper ao longo de 28 dias de fermentação propiciando a obtenção de uma silagem com valores médios de proteína bruta de 60 g/kg e de FDN de 632 g/kg.

AGRADECIMENTOS

À empresa Atlântica Sementes pela doação de sementes, fertilizantes reagentes laboratoriais e outros materiais de pesquisa e à empresa Agrovit pela doação de inseticidas para o tratamento de sementes. O apoio destas empresas foi fundamental para a realização do presente estudo.

REFERÊNCIAS

- CHRISTIE, W. W.; HAN, X. **Lipid analysis**. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 207p. 1982.
- COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.P.S. Agronomic Characteristics of Sorghum Genotypes and Nutritional Values of Silage. **Acta**

Scientiarum. Animal Science, v.38, n.2 p.127-133, 2016.

JAYME, D. G.; PIRES, D. A. A.; GUIMARAES, JUNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, A. L. C. C.; BORGES, I.; SALIBA, C. O. S.; JAYME, C. G. Composição Bromatológica e Perfil de Fermentação das Silagens de Cinco Híbridos de Capim-sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) **Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas**, v. 6, p. 351-363, 2007.

LONGHI, R. M., DOMINGUES, F. N., MOTA, D. A., OAIGEN, R. P., CALONEGO, J. C., & ZUNDT, M. Composição Bromatológica e pH da Silagem de Diferentes Frações da Parte Aérea da Mandioca Tratada com Doses Crescentes de Óxido de Cálcio **Comunicata Scientiae**, v., n.4, p.337-341, 2013.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L. Perfil Fermentativo e Composição Bromatológica de Silagens de Sorgo em Função da Adubação Nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.371-382 abr./jun., 2012.

MUCK, R.E. Factors Influencing Silage Quality and Their Implications for Management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p. 2992- 3002 1988.

PIRES, D. A. D. A., ROCHA JÚNIOR, V. R., SALES, E. C. J., REIS, S. T. D., JAYME, D. G., CRUZ, S. S. D., ESTEVES, B. L. C. Características das Silagens de Cinco Genótipos de Sorgo Cultivados no Inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.1, p.68-77, 2013.

RIBEIRO. L.S.O. **Torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / Campus de Itapetinga – BA, 2010.

DA SILVA, J. B. R., DA SILVA, J. R., RIBEIRO, O. L., DE SANTANA FILHO, N. B., LIMA, V. G. O., MAGALHÃES, A. M., ... & LEITE, V. M. COMPOSIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE SORGO PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM. **REVISTA CIENTÍFICA DE PRODUÇÃO ANIMAL**, v.14 N.2, P.142-145, 2014

SILVA, W. P. **Perfil Fermentativo e Composição Química-Bromatológica da Silagem de Sorgo em Diferentes Periódicos de Armazenamento**. 2014

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p, 2009.

SANTOS, M.V.F. et al. Fatores que Afetam o Valor Nutritivo das Silagens de Forrageiras Tropicais. **Archivos de Zootecnia**, n. 59, p.25-43, 2010.

SIMON, J.É. **Consumo e digestibilidade de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* [L.] Moench) como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes na Amazônia oriental**. 96 f. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará. 2006;

SOUZA, L. C. D., ZAMBOM, M. A., POZZA, M. S. D. S., NERES, M. A., RADIS, A. C., BORSATTI, L., ... & GUNDT, S. Development of Microorganisms during Storage of Wet Brewery Waste Under Aerobic and Anaerobic Conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.188-193, 2012.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca: **Cornell University**, 47 6p. 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

Altura de plantas de milho em diferentes métodos de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*

Marlo Markus Lopes⁽¹⁾; Luciano Zucuni Pes⁽²⁾; Lúcio de Paula Amaral⁽³⁾; Biane de Castro⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão (PPGAP); Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Santa Maria, Rio Grande do Sul; marlomarkus@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; PPGAP - Colégio Politécnico da UFSM; lucianopes@politecnico.ufsm.br; ⁽³⁾ Professor; Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais da UFSM; amaralufsm@gmail.com; ⁽⁴⁾ Extensionista rural; Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS-Ascar); bianedecastro@gmail.com.

RESUMO: As bactérias diazotróficas possuem a capacidade de se associar com diversas espécies de Poaceae, fixando nitrogênio e aumentando a eficiência de utilização de fertilizantes. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do emprego de diferentes métodos de inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) *Azospirillum brasilense* na altura das plantas de milho na fase de maturação dos grãos. O experimento foi conduzido em Cruzeiro do Sul – RS com a semeadura mecanizada do híbrido Velox TL[®] de ciclo superprecoce, na safra 2015/2016, mediante a inoculação direta das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); controle, com aplicação de nitrogênio e sem inoculação (T2) e inoculação dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T3). O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (inoculação de sementes, sem inoculação e aplicação dirigida no sulco) e zonas de relevo (alta, média e baixa), com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. A inoculação dirigida no sulco e o tratamento de sementes proporcionaram, alturas médias de plantas de 236,06 cm e 229,00 cm respectivamente, superiores às plantas do tratamento controle, que obtiveram apenas 207,56 cm de altura. Não houve influência do relevo na altura média final das plantas. A inoculação das sementes de milho com *A. brasilense*, tanto por meio do método de aplicação dirigida no sulco, como pelo tratamento de sementes, favorece a altura média final das plantas.

Termos de indexação: bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP); nitrogênio; pulverizador de inoculação dirigida.

INTRODUÇÃO

A produção de milho (*Zea mays* L., Poaceae) durante a safra 2000/2001 no RS foi de 6.134.207 t em 1.672.923 ha, com rendimento médio de 3,67 t ha⁻¹. Na safra 2013/2014, foram colhidas 5.389.520 t de milho, em uma área de somente 924.363 ha, evidenciando a redução da área plantada e o aumento da produtividade, alcançando o rendimento médio da ordem de 5,83 t ha⁻¹ (IBGE, 2016).

O milho é uma espécie diplóide e alógama, sendo um dos vegetais superiores mais estudados (GUIMARÃES, 2007). Devido ao alto custo dos fertilizantes industrializados e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente, existe um interesse crescente pelo uso de inoculantes contendo bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), as quais também podem incrementar a produtividade. As BPCP *Azospirillum brasilense* são endofíticas facultativas (HUERGO et al., 2008), denominadas diazotróficas ou fixadoras de N₂ por aportarem nitrogênio às plantas via fixação biológica e aumentarem a eficiência de utilização dos fertilizantes. Associam-se em diferentes graus de especificidade às espécies de Poaceae e Fabaceae, como ocorre, respectivamente, com o milho e a soja, o que representa uma estratégia viável economicamente para essas culturas, além dos benefícios ambientais associados à redução do uso de fertilizantes (HUNGRIA et al., 2015).

Para o sucesso da inoculação destas bactérias, é importante a escolha de genótipos adaptados às condições locais e propensos à colonização. Além da concentração de microrganismos no inoculante, a forma de inoculação também pode interferir na resposta

destes tipos de bactérias benéficas. As BPCP necessitam de um acondicionamento ideal para a sobrevivência das colônias, de modo a garantir um número de microrganismos viáveis e propiciar que ocorra de forma satisfatória a colonização nos tecidos das plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Desse modo, a utilização de pulverizadores de inoculação dirigida é uma ferramenta mecanizada para esse processo, que proporciona um acondicionamento favorável para a manutenção da viabilidade dos insumos biológicos e a dinamização dos processos de aplicação destes insumos (DENARDIN, 2006; PINHEIRO et al., 2013). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do emprego de diferentes métodos de inoculação de BPCP *A. brasilense* na altura final das plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de milho de 2,5 ha no município de Cruzeiro do Sul – RS, na safra 2015/2016. O solo predominante da região é classificado como Chernossolo Háptico Órtico típico (STRECK et al., 2008).

A variedade híbrida de milho Velox TL[®] (Syngenta) de ciclo superprecoce foi semeada, em sistema de plantio direto, no dia 09 de agosto de 2015, com espaçamento de 0,80 m x 0,21 m, totalizando uma densidade de 75.000 plantas ha⁻¹. Os tratamentos foram constituídos por inoculação direta das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); controle com a aplicação de nitrogênio e sem a realização de inoculação (T2); e inoculação dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T3).

A fertilização da área foi realizada de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). Foram aplicados 280 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 9-25-15 na adubação de base e 350 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) na adubação de cobertura do milho, durante o estágio fenológico vegetativo de seis folhas desenvolvidas (V6).

Foi utilizado o inoculante comercial da marca Simbiose[®], composto pelas cepas Ab-V5 e Ab-V6 de BPCP *A. brasilense*, produto apresentado na concentração de 5x10⁸ células por mL e inoculado na mesma data da semeadura. Para a inoculação direta das sementes (T1), foram aplicados 100 ml ha⁻¹ do inoculante comercial, distribuídos de maneira uniforme às sementes. Para a realização da inoculação dirigida no sulco (T3), foi utilizada uma concentração quatro vezes maior do que a concentração empregada na inoculação direta

das sementes (T1), correspondendo a 400 ml ha⁻¹ aplicados diretamente no sulco de semeadura. O equipamento utilizado para realizar a inoculação dirigida no sulco (T3) foi o pulverizador de inoculação H₃M KSP 250[®], que contém um tanque com capacidade para 250 l de volume de calda. A aplicação da calda foi fracionada à dose de 20 l ha⁻¹ em oito linhas de semeadura.

Foram coletados 27 pontos amostrais no centro de cada repetição dos respectivos tratamentos e aferidos com trena métrica a altura das plantas, compreendida pela medida entre a superfície do solo e a inserção da panícula superior, na fase de maturação dos grãos, em 29 de dezembro de 2015. Nesses pontos também foram registradas as coordenadas geográficas, através do aplicativo CR Campeiro - C7 GPS Dados, sendo classificadas as zonas de relevo em: alta (Z3), compreendida entre 82 m a 98 m de altitude; média (Z1), de 87 m a 102 m de altitude; e baixa (Z2), com valores entre 86 m e 101 m de altitude.

O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (inoculação das sementes, sem inoculação e aplicação dirigida no sulco) e zonas de relevo (alta, média e baixa), com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de diferença significativa. As análises estatísticas, precedidas dos testes de homogeneidade de variâncias de Bartlett e de normalidade de Shapiro-Wilk, aos quais os dados atenderam, foram realizadas com o uso do programa estatístico Assistat 7.7 Beta[®] (SILVA e AZEVEDO, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação dirigida no sulco (T3) e o tratamento de sementes (T1) proporcionaram, respectivamente, alturas médias de 236,06 cm e 229,00 cm (Tabela 1), superiores às plantas testemunha (T2) que obtiveram apenas 207,56 cm de altura (dms de 11,82 cm). Não houve influência significativa das zonas de relevo, bem como da interação entre os fatores avaliados na estatura final das plantas. Santos (2013) não detectou diferença no estande final das plantas de milho semeadas manualmente em Vitória da Conquista – BA, após a inoculação com outras bactérias diazotróficas (*Herbaspirillum seropedicae*, estirpe ZAE94) e isolados nativos, porém este parâmetro foi beneficiado pela adubação nitrogenada. Ao realizar semeadura manual, Mello (2012) também não verificou influência da inoculação de *A. brasilense*

na altura de plantas de milho na fase de maturação dos grãos em cultivo em Passo Fundo - RS, sendo influenciada apenas pelas doses de nitrogênio. O presente trabalho realizou a semeadura mecanizada, condição experimental que favorece a celeridade do processo de implantação, bem como pode ter propiciado condições térmicas mais favoráveis e de proteção das BPCP contra os raios ultravioletas, sendo indiferente se as sementes foram inoculadas pelo método tradicional ou dirigido no sulco.

Tabela 1. Altura das plantas de milho da cultivar Velox TL[®] semeadas em diferentes relevos e sistemas de inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.

Tratamento	Altura das Plantas de Milho (cm)	
	Método de Inoculação	Zonas de Relevo
T1 - inoculação da semente	236,05 a	228,28 ^{ns}
T2 - testemunha	207,55 b	218,72
T3 - inoculação dirigida no sulco	229,00 a	225,61

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.
^{ns} Não significativo na coluna.

Por outro lado, Quadros et al. (2014) inocularam com as BPCP *A. brasilense* e realizaram semeadura manual em Eldorado do Sul – RS, porém com o emprego do “saraquá”. Os autores detectaram que a inoculação aumentou o teor relativo de clorofila e o rendimento da matéria seca da parte aérea dos híbridos AS 1575 e SHS 5050, o peso de 1000 grãos do híbrido P32R48 e a estatura de planta do híbrido AS 1575. Foi sugerido que o genótipo da planta desempenha papel importante na colonização pelas bactérias, sendo necessário o estudo de híbridos de milho que tenham boa resposta agrônômica à inoculação e que sejam feitas mais comparações em diferentes regiões edafoclimáticas, fatores que também afetam a relação entre a planta e as BPCP.

A semeadura mecanizada do híbrido Velox TL[®] de ciclo superprecoce submetido às condições edafoclimáticas de Cruzeiro do Sul e mediante a inoculação das sementes com *A. brasilense*, tanto por meio do método de aplicação dirigida no sulco como pelo tratamento de sementes, propiciaram maior altura das plantas na fase de maturação dos grãos, do que nas plantas em que não se adotou a inoculação. Assim, pode-se inferir que tanto o genótipo cultivado, como as metodologias de

aplicação do inoculante utilizadas e as condições edafoclimáticas foram favoráveis para o desenvolvimento das BPCP.

CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* dirigida no sulco e no tratamento das sementes de milho híbrido superprecoce Velox TL[®], após semeadura mecanizada, proporcionou maior altura média final das plantas, quando comparadas ao manejo tradicional, sem a utilização de inoculação das sementes.

REFERÊNCIAS

DENARDIN, N. D. Aplicação de inoculantes define sucesso da nodulação. **Visão Agrícola**, Piracicaba, USP/ESALQ, v. 5, p. 35-37, 2006.

GUIMARÃES, P.S. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais**. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2007.

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G. ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Córdoba, Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.17-28.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 6, p. 811-817, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contém informações sobre a produção de milho brasileira**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agrop/ecuaria/lspa/> >. Acesso em: 26 jun. 2016.

MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

PINHEIRO, M. S.; SOUZA, J. B.; FEITOZA, R. M.; MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Resistência de estirpes de rizóbios isoladas do Semiárido a elevadas temperaturas. In: Congresso Brasileiro do Feijão-caupi. 3., 2013. **Anais...** Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2013. Disponível em: < <http://www.conac2012.org/resumos/pdf/216b.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2016.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, R. F.; VIEIRA, P. M.; ROEHRS, V. D.; CAMARGO, D. O.; ANASTÁCIO, F. Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014.

SANTOS, J. S. **Isolamento e inoculação de bactérias diazotróficas na cultura do milho cultivados em Vitória da Conquista – BA**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the assistat-statistical assistance software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 394 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.



Altura de plantas de milho em diferentes métodos de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*

Marlo Markus Lopes⁽¹⁾; Luciano Zucuni Pes⁽²⁾; Lúcio de Paula Amaral⁽³⁾; Biane de Castro⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão (PPGAP); Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Santa Maria, Rio Grande do Sul; marlomarkus@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; PPGAP - Colégio Politécnico da UFSM; lucianopes@politecnico.ufsm.br; ⁽³⁾ Professor; Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais da UFSM; amaralufsm@gmail.com; ⁽⁴⁾ Extensionista rural; Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS-Ascar); bianedecastro@gmail.com.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do emprego de diferentes métodos de inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) *Azospirillum brasilense* na altura das plantas de milho na fase de maturação dos grãos em diferentes zonas de relevo. O experimento foi conduzido em Cruzeiro do Sul – RS com a semeadura mecanizada do híbrido Velox TL[®] de ciclo superprecoce, na safra 2015/2016, mediante a inoculação direta das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); inoculação dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T2); controle com aplicação de nitrogênio e sem inoculação (T3). O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (inoculação de sementes, sem inoculação e aplicação dirigida no sulco) e distintas zonas de relevo, com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. A inoculação dirigida no sulco e o tratamento de sementes proporcionaram, alturas médias de plantas de 236,06 cm e 229,00 cm respectivamente, superiores às plantas do tratamento controle, que obtiveram apenas 207,56 cm de altura. Não houve influência do tipo de inoculação na quantidade de grãos por planta, nem o relevo para a altura final das plantas de milho. A inoculação das sementes de milho com *A. brasilense*, tanto por meio do método de aplicação dirigida no sulco, como pelo tratamento de sementes, favorece a altura média final das plantas.

Termos de indexação: bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP); nitrogênio; pulverizador de inoculação dirigida.

A produção de milho (*Zea mays* L., Poaceae) durante a safra 2000/2001 no RS foi de 6.134.207 t em 1.672.923 ha, com rendimento médio de 3,67 t ha⁻¹. Na safra 2013/2014, foram colhidas 5.389.520 t de milho, em uma área de somente 924.363 ha, evidenciando a redução da área plantada e o aumento da produtividade, alcançando o rendimento médio da ordem de 5,83 t ha⁻¹ (IBGE, 2016).

O milho é uma espécie diplóide e alógama, sendo um dos vegetais superiores mais estudados (GUIMARÃES, 2007). Devido ao alto custo dos fertilizantes industrializados e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente, existe um interesse crescente pelo uso de inoculantes contendo bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), as quais também podem incrementar a produtividade. As BPCP *Azospirillum brasilense* são endofíticas facultativas (HUERGO et al., 2008), denominadas diazotróficas ou fixadoras de N₂ por aportarem nitrogênio às plantas via fixação biológica e aumentarem a eficiência de utilização dos fertilizantes. Associam-se em diferentes graus de especificidade às espécies de Poaceae e Fabaceae, como ocorre, respectivamente, com o milho e a soja, o que representa uma estratégia viável economicamente para essas culturas, além dos benefícios ambientais associados à redução do uso de fertilizantes (HUNGRIA et al., 2015).

Além da concentração de microrganismos no inoculante, a forma de inoculação também pode interferir na resposta destes tipos de bactérias benéficas. As BPCP necessitam de um acondicionamento ideal para a sobrevivência das colônias, de modo a garantir um número de microrganismos viáveis e propiciar que ocorra de forma satisfatória a colonização nos tecidos das

INTRODUÇÃO

plantas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Desse modo, a utilização de pulverizadores de inoculação dirigida é uma ferramenta mecanizada para esse processo, que proporciona um acondicionamento favorável para a manutenção da viabilidade dos insumos biológicos e a dinamização dos processos de aplicação destes insumos (DENARDIN, 2006; PINHEIRO et al., 2013). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do emprego de diferentes métodos de inoculação de BPCP *A. brasilense* na altura final das plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de milho de 2,5 ha no município de Cruzeiro do Sul – RS, na safra 2015/2016. O solo predominante da região é classificado como Chernossolo Háplico Órtico típico (STRECK et al., 2008).

A variedade híbrida de milho Velox TL[®] (Syngenta) de ciclo superprecoce foi semeada, em sistema de plantio direto, no dia 09 de agosto de 2015, com espaçamento de 0,80 m x 0,21 m, totalizando uma densidade de 75.000 plantas ha⁻¹. Os tratamentos foram constituídos por inoculação direta das sementes e aplicação de nitrogênio (T1), controle com a aplicação de nitrogênio e sem a realização de inoculação, (T2); e inoculação dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio, (T3).

A fertilização da área foi realizada de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). Foram aplicados 280 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 9-25-15 na adubação de base e 350 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) na adubação de cobertura do milho, durante o estágio fenológico vegetativo de seis folhas desenvolvidas (V6).

Foi utilizado o inoculante comercial da marca Simbiose[®], composto pelas cepas Ab-V5 e Ab-V6 de BPCP *A. brasilense*, produto apresentado na concentração de 5x10⁸ células por mL e inoculado na mesma data da semeadura. Para a inoculação direta das sementes (T1), foram aplicados 100 ml ha⁻¹ do inoculante comercial, distribuídos de maneira uniforme às sementes. Para a realização da inoculação dirigida no sulco (T3), foi utilizada uma concentração quatro vezes maior do que a concentração empregada na inoculação direta das sementes (T1), correspondendo a 400 ml ha⁻¹ aplicados diretamente no sulco de semeadura. O equipamento utilizado para realizar a inoculação dirigida no sulco (T3) foi o pulverizador de inoculação H₃M KSP 250[®], que contém um tanque com capacidade para 250 l de volume de calda. A

aplicação da calda foi fracionada à dose de 20 l ha⁻¹ em oito linhas de semeadura.

Foram coletados 27 pontos amostrais no centro de cada repetição dos respectivos tratamentos e aferidos com trena métrica a altura das plantas, compreendida pela medida entre a superfície do solo e a inserção da panícula superior, na fase de maturação dos grãos, em 29 de dezembro de 2015. Nesses pontos também foram registradas as coordenadas geográficas, através do aplicativo CR Campeiro - C7 GPS Dados, sendo classificadas as zonas de relevo em: (Z1), de 87 m a 102 m de altitude; (Z2), com valores entre 86 m e 101 m de altitude; e (Z3), compreendida entre 82 m a 98 m de altitude. Com os pontos coletados em cada amostra conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Pontos coletados em cada amostragem das plantas de milho, com coordenadas geográficas de latitude sul e coordenadas geográficas de longitude oeste, com seus respectivos tratamentos.

O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (inoculação das sementes, sem inoculação e aplicação dirigida no sulco) e distintas zonas de relevo (Z1, Z2 e Z3), com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de diferença significativa. As análises estatísticas, precedidas dos testes de homogeneidade de variâncias de Bartlett e de normalidade de Shapiro-Wilk, aos quais os dados atenderam, foram realizadas com o uso do programa estatístico Assistat 7.7 Beta® (SILVA e AZEVEDO, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação dirigida no sulco (T2) e o tratamento de sementes (T1) proporcionaram, respectivamente, alturas médias de 229,00 cm e 236,06 cm (Tabela 1), superiores às plantas testemunha (T3) que obtiveram apenas 207,56 cm de altura (dms de 11,82 cm). Não houve influência significativa das zonas de relevo, bem como da interação entre os fatores avaliados na estatura final das plantas. Santos (2013) não detectou diferença no estande final das plantas de milho semeadas manualmente em Vitória da Conquista – BA, após a inoculação com outras bactérias diazotróficas (*Herbaspirillum seropedicae*, estirpe ZAE94) e isolados nativos, porém este parâmetro foi beneficiado pela adubação nitrogenada. Ao realizar semeadura manual, Mello (2012) também não verificou influência da inoculação de *A. brasilense* na altura de plantas de milho na fase de maturação dos grãos em cultivo em Passo Fundo - RS, sendo influenciada apenas pelas doses de nitrogênio. O presente trabalho realizou a semeadura mecanizada, condição experimental que favorece a celeridade do processo de implantação, bem como pode ter propiciado condições térmicas mais favoráveis e de proteção das BPCP contra os raios ultravioletas, sendo indiferente se as sementes foram inoculadas pelo método tradicional ou dirigido no sulco.

Tabela 1. Altura das plantas de milho da cultivar Velox TL® semeadas em diferentes relevos e sistemas de inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.

Tratamento	Altura das Plantas de Milho (cm)	
	Método de Inoculação	Zonas de Relevo
T1 - inoculação da	236,05 a	228,28 ^{ns}

Tratamentos	Latitude(S)	Longitude(W)
T ₁ Z ₁ R ₁	29°29'45,39"	52°07'50,35"
T ₁ Z ₁ R ₂	29°29'46,68"	52°07'50,18"
T ₁ Z ₁ R ₃	29°29'52,68"	52°07'50,35"
T ₁ Z ₂ R ₁	29°29'53,32"	52°07'50,37"
T ₁ Z ₂ R ₂	29°29'53,90"	52°07'50,30"
T ₁ Z ₂ R ₃	29°29'62,03"	52°07'49,84"
T ₁ Z ₃ R ₁	29°29'62,66"	52°07'49,85"
T ₁ Z ₃ R ₂	29°29'62,67"	52°07'49,86"
T ₁ Z ₃ R ₃	29°49'63,35"	52°07'50,33"
T ₂ Z ₁ R ₁	29°49'45,18"	52°07'48,50"
T ₂ Z ₁ R ₂	29°49'46,30"	52°07'48,32"
T ₂ Z ₁ R ₃	29°49'47,43"	52°07'48,46"
T ₂ Z ₂ R ₁	29°49'54,62"	52°07'48,57"
T ₂ Z ₂ R ₂	29°49'56,44"	52°07'48,48"
T ₂ Z ₂ R ₃	29°49'57,51"	52°07'48,40"
T ₂ Z ₃ R ₁	29°49'63,34"	52°07'47,90"
T ₂ Z ₃ R ₂	29°49'65,14"	52°07'47,83"
T ₂ Z ₃ R ₃	29°49'66,20"	52°07'47,94"
T ₃ Z ₁ R ₁	29°49'45,86"	52°07'46,85"
T ₃ Z ₁ R ₂	29°49'46,37"	52°07'46,89"
T ₃ Z ₁ R ₃	29°49'47,41"	52°07'46,86"
T ₃ Z ₂ R ₁	29°49'53,95"	52°07'46,93"
T ₃ Z ₂ R ₂	29°49'54,11"	52°07'46,78"
T ₃ Z ₂ R ₃	29°49'55,43"	52°07'46,71"
T ₃ Z ₃ R ₁	29°49'62,96"	52°07'46,73"
T ₃ Z ₃ R ₂	29°49'63,48"	52°07'46,24"
T ₃ Z ₃ R ₃	29°49'63,65"	52°07'46,29"

semente

T2 - inoculação dirigida no sulco	229,00 a	225,61
T3 - testemunha	207,55 b	218,72

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

^{ns} Não significativo na coluna.

Por outro lado, Quadros et al. (2014) inocularam com as BPCP *A. brasilense* e realizaram semeadura manual em Eldorado do Sul – RS, porém com o emprego do "saraquá". Os autores detectaram que a inoculação aumentou o teor relativo de clorofila e o rendimento da matéria seca da parte aérea dos híbridos AS 1575 e SHS 5050, o peso de 1000 grãos do híbrido P32R48 e a estatura de planta do híbrido AS 1575. Foi sugerido que o

genótipo da planta desempenha papel importante na colonização pelas bactérias, sendo necessário o estudo de híbridos de milho que tenham boa resposta agrônômica à inoculação e que sejam feitas mais comparações em diferentes regiões edafoclimáticas, fatores que também afetam a relação entre a planta e as BPCP.

Dados mundiais acumulados indicam que o *Azospirillum* é capaz de promover o rendimento de culturas agronomicamente importantes, em diferentes solos e regiões climáticas. Hormônios vegetais sintetizados por *Azospirillum* influenciam a planta na taxa de respiração, no metabolismo e na proliferação da raiz e, portanto, melhoram a absorção de minerais e de água em plantas inoculadas, contribuindo para uma maior estatura das plantas (OKON & ITZIGSOHN, 1995).

Experimentos comprovam a eficiência da inoculação com *A. brasilense*, como observado no trabalho conduzido por Barros Neto (2008) no qual a inoculação proporcionou aumento significativo no rendimento de grãos de milho de 9.021 kg ha⁻¹ para 9.814 kg ha⁻¹, ou seja, aumento médio de 9%.

Para a variável número de grãos por planta, o teste de Bartlett mostrou haver homogeneidade de variância, $\chi^2_{calculado} (21,61410) < \chi^2_{tabulado} (15,50731; p. 0,05; gl 26)$, e o teste de normalidade de Shapiro-Wilk mostrou que os dados não possuem normalidade, $W = 0,81519 (p.0,00025)$. Para esta variável não houve significância.

A semeadura mecanizada do híbrido Velox TL[®] de ciclo superprecoce submetido às condições edafoclimáticas de Cruzeiro do Sul e mediante a inoculação das sementes com *A. brasilense*, tanto por meio do método de aplicação dirigida no sulco como pelo tratamento de sementes, propiciaram maior altura das plantas na fase de maturação dos grãos, do que nas plantas em que não se adotou a inoculação.

CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* dirigida no sulco e no tratamento das sementes de milho híbrido superprecoce Velox TL[®], após semeadura mecanizada, proporcionou maior altura média final das plantas, quando comparadas ao manejo tradicional, sem a utilização de inoculação das sementes. Não houve significância estatística para a variável número de grão por planta.

REFERÊNCIAS

BARROS NETO, C. R. de. **Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* no rendimento de grãos de milho.**

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. 29p. 2008.

DENARDIN, N. D. Aplicação de inoculantes define sucesso da nodulação. **Visão Agrícola**, Piracicaba, USP/ESALQ, v. 5, p. 35-37, 2006.

GUIMARÃES, P.S. **Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais.** 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G. ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina.** Córdoba, Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.17-28.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 6, p. 811-817, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contém informações sobre a produção de milho brasileira.** Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/> >. Acesso em: 26 jun. 2016.

MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo.** 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

OKON, Y.; ITZIGSOHN, R. The development of *Azospirillum* as a commercial inoculant for improving crop yields. **Biotechnology Advances**, v.13, n.3 p.415- 424, 1995

PINHEIRO, M. S.; SOUZA, J. B.; FEITOZA, R. M.; MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Resistência de estirpes de rizóbios isoladas do Semiárido a elevadas temperaturas. In: Congresso Brasileiro do Feijão-caupi. 3., 2013. **Anais...** Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/216b.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2016.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, R. F.; VIEIRA, P. M.; ROEHRS, V. D.; CAMARGO, D. O.; ANASTÁCIO, F. Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014.

SANTOS, J. S. **Isolamento e inoculação de bactérias diazotróficas na cultura do milho cultivados em Vitória da Conquista – BA.** 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the assistat-statistical assistance software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 394 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Análise “*in silico*” de genes de resistência ortólogos nos genomas de *Sorghum bicolor*, *Zea mays* e teosinto.

Ronaldo Omizolo de Souza⁽¹⁾; Isabella da Cruz Franco⁽¹⁾; Ramir Bavaresco Junior⁽¹⁾; Kamila Savala Pereira⁽¹⁾; Liliam Silvia Candido⁽²⁾; Rodrigo Matheus Pereira⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando(a) em Biotecnologia; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; *ronaldo_omizolo@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor(a) Adjunto; Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS;

RESUMO: Durante a domesticação da cultura do milho (*Zea mays* L.) pode ter ocorrido a transferência de genes de resistência (R) das espécies ancestrais e entre espécies aparentadas. Os genes R podem ser classificados em cinco classes, a CNL, TNL, RLP, RLK e outros. O objetivo deste trabalho foi identificar, *in silico*, genes R comuns entre a espécie *Zea mays* subsp. *mays* com *Zea mays* subsp. *parviglumis*, *Teosinto* e *Sorghum bicolor*. As sequências foram coletadas de bancos de dados biológicos e a análise foi realizada com o auxílio de ferramentas da bioinformática. No entanto, não foi possível encontrar o transcriptoma completo de todas as espécies nos bancos de dados biológicos consultados. Somente os transcriptomas do *Sorghum bicolor* e *Zea mays* subsp. *mays* foram obtidos integralmente. Para as outras duas espécies, foram utilizadas informações parciais encontradas no GenBank e no European Nucleotide Archive (ENA). Foi possível a identificação de 1085 genes R comuns entre o transcriptoma de *Zea mays* subsp. *mays* e as sequências utilizadas de cada uma das espécies. A comparação com o *Sorghum bicolor* retornou 930 genes R divididos em todas as classes. A comparação entre *Zea mays* subsp. *mays* e *Zea mays* subsp. *parviglumis*, possível ancestral do milho, totalizou 109 genes R comuns, enquanto que a análise com o *Teosinto* retornou 44 genes R. Também foram encontrados dois genes ortólogos entre todas as espécies. Assim, os resultados obtidos neste estudo poderão servir como base para futuros estudos sobre o compartilhamento de genes de resistência entre estas espécies.

Termos de indexação: Bioinformática, Gramíneas, Genômica, Milho, Sorgo, Teosinto.

INTRODUÇÃO

Há mais de 8000 anos o milho é cultivado em diversas partes do mundo e graças a sua adaptabilidade, representada por vários genótipos, pode ser cultivado desde o Equador até o limite das terras temperadas. Possui importância econômica, devido sua utilização para alimentação humana e animal (Barros & Calado, 2014).

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma *Poacea* originária da África, utilizado principalmente na alimentação animal, na cadeia produtiva da suinocultura e avicultura. Também pode ser utilizado para a fabricação de bebidas alcoólicas. (Purcino, 2011).

O sorgo é um parente próximo do milho (*Zea mays*) e da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) (Springer et al., 1989). Entre estes, o milho é o melhor caracterizado geneticamente, possuindo um mapa genético bem desenvolvido (Beavis & Grant 1991; Burr et al., 1988). O sorgo e o milho apresentam o mesmo número de cromossomos (n=10). Entretanto o milho contém, no mínimo, três vezes mais DNA nuclear do que o sorgo (Michaelson et al., 1991).

O milho é uma planta cultivada de grande versatilidade. Os programas de melhoramento genético vêm desenvolvendo ao longo das décadas tipos diversificados de cultivares, entre outras razões, devido a existência de alta variabilidade genética do germoplasma da espécie. Com o advento da biotecnologia foram desenvolvidas tecnologias que permitem acesso a novas e variadas fontes de variabilidade genética, além das existentes naturalmente. Em especial, é possível citar o aprimoramento da tecnologia do DNA recombinante e da bioinformática (Coulter, 2014; Oliveira, 2010).

Nos últimos 10 anos, o mapeamento comparativo entre espécies tem fornecido evidências para uma conservação importante de marcadores e a ordem de genes entre genomas similares, o que resultou no surgimento das técnicas

de comparação de genomas. Estudos comparativos realizados com gramíneas demonstraram consistência em relação à colinearidade entre os genomas dentro da família (Feuillet & Keller, 2002). A maioria destas análises foi realizada com gramíneas de importância econômica, como arroz, trigo, cevada, milho, milheto, aveia e o sorgo (Gale & Devos, 1998; Bennetzen, 2000; Keller & Feuillet, 2000).

A utilização de recursos aplicados à seleção de sequências de DNA unidos as técnicas de bioinformática tornaram-se um pré-requisito para construção de modelos teóricos e experimentais. (Saeys et al., 2007).

Alguns estudos indicam que algumas variedades de teosinto, possível ancestral de *Zea mays*, são citologicamente indistinguíveis do milho e, portanto, são capazes de formar híbridos completamente férteis com o milho (Doebley, 2004).

Vários trabalhos têm discutido e pesquisado as diferenças entre estas espécies, alguns com análises moleculares identificaram uma variação de teosinto (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) como o progenitor do milho (Doebley, 2004; Barros & Calado, 2014).

As plantas expressam genes de resistência (R) para reconhecer invasores e evitar a disseminação de agentes patogênicos. As plantas que não têm células imunológicas especializadas devem ser capazes de reconhecer de forma autônoma possíveis proteínas efetoras. Em resposta a proteínas efetoras liberadas por patógenos, as plantas necessitam manter um grande número de genes R que, direta ou indiretamente reconhecem os efetores e iniciam uma resposta efetiva de disparo de imunidade (ETI) (McDowell & Simon, 2008).

Os genes de resistência têm um importante papel para o reconhecimento de proteínas específicas, que são expressas por genes de avirulência (*Avr*) durante um possível ataque de micro-organismos ou pragas, e podem ser agrupados em cinco distintas classes funcionais, com base na presença de domínios específicos (Bent, 1996; Van Ooijen et al., 2007; Kim et al., 2012): a classe CNL compreende genes de resistência que codificam proteínas com pelo menos um domínio de filamento helicoidal, um nucleotídeo local de ligação e uma repetição rica em leucina (CC-NB-LRR); a classe TNL inclui aqueles que apresentam receptor com um domínio do tipo Toll-interleucina, um sítio de ligação de nucleotídeos e uma repetição rica em leucina (TIR- NB-LRR); a classe RLP, sigla de proteína do tipo receptora, grupo este, que contém um receptor com um domínio do tipo serina-treonina-quinase, e uma repetição extracelular rica em leucina (Ser/Tre -

LRR); a classe RLK contém aqueles com um domínio de cinase, e uma repetição extracelular rica em leucina extracelular (Kin-LRR); a classe "Outros" inclui todos os outros genes que têm sido descritos como conferindo resistência através de mecanismos moleculares diferentes, por exemplo Mlo e ASC-1. O grupo de genes R "Unknown" representa aqueles genes cuja função exata ou tipo ainda não foram estabelecidos (Sanseverino et al., 2012; Hammond-Kosack & Jones, 1997; Chisholm et al., 2006).

Devido a forte relação entre a função dos genes R e sua complexidade no genoma das plantas, uma comparação de conteúdos de genes R entre diferentes espécies, por meio de ferramentas da bioinformática, poderá fornecer informações úteis para aplicações práticas e importantes descobertas quanto à presença destes genes em diferentes espécies (Kim et al., 2012).

Levando este fato em consideração, esse trabalho foi realizado com o objetivo de verificar, *in silico*, a presença de genes de resistência comuns entre *Zea mays* subsp. *mays* em relação a *Zea mays* subsp. *Parviglumis*, *Teosinto* e *Sorghum bicolor*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução deste trabalho foram utilizadas as informações dos seguintes genomas: *Sorghum bicolor*, *Teosinto* e *Zea mays* subsp. *pavirglumis*. Sendo que os genomas dessas espécies foram comparadas com *Zea mays* subsp. *mays* na busca de genes de resistências comuns. As comparações realizadas foram feitas uma a uma, ou seja, os genes R identificados em *Zea mays* subsp. *mays* foram pesquisados entre os genes de resistência encontrados em cada uma das espécies comparadas.

As sequências de dados biológicos, no formato FASTA, foram obtidas de diversas fontes, sendo os transcriptomas do *Sorghum bicolor* e *Zea mays* subsp. *mays*, obtidos do banco de dados Phytozome V11.0 (<https://phytozome.jgi.doe.gov>); sequências de *Zea mays* subsp. *pavirglumis*, obtidas do European Nucleotide Archive (ENA) (<http://www.ebi.ac.uk/ena>) e sequências de *Teosinto*, obtidos do GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>) o banco de dados de nucleotídeos do NCBI (National Center for Biotechnology Information).

As sequências de dados biológicos das espécies foram alinhadas contra sequências FASTAS do banco de dados biológicos PRG-Wiki (<http://prgdb.crg.eu>), um banco de dados de genes de resistência de plantas, utilizando o BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), uma ferramenta de

alinhamento local de sequências. Para realizar o alinhamento entre as sequências similares foi utilizado o parâmetro de nota de corte para e-value de pelo menos $1e-5$, sendo o e-value a probabilidade do alinhamento ter ocorrido ao acaso. O alinhamento resultou em um conjunto de informações tabuladas.

Em seguida, criou-se um banco de dados local, utilizando o MySQL, uma ferramenta de gerenciamento de banco de dados gratuita. Foi adicionada uma tabela com informações anotadas sobre os genes R de plantas, obtida do PRG-Wiki para consecução de anotação dos dados alinhados.

Foram criadas novas tabelas no banco de dados com genes ortólogos entre *Zea mays* subsp. *mays* e as demais espécies utilizadas neste trabalho. Na sequência, informações provenientes da tabela Annotation (tabela que contém informações anotadas sobre os genes de resistência) foram adicionadas às tabelas de genes ortólogos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos entre os alinhamentos realizados de cada uma das espécies com as informações do BLAST de *Zea mays* subsp. *mays*, verificou-se a necessidade de filtrar as informações repetidas nos arquivos. Na **tabela 1** está o comparativo entre o número de sequências de entrada, o número de resultados obtidos demonstrando sequências de genes de resistência similares, bem como o resultado da comparação entre as demais espécies com *Zea mays* subsp. *mays*.

A partir disto, foi possível observar o número final de resultados obtidos após a filtragem de sequências repetidas que foi realizada. Durante a busca pelas informações biológicas do milho e demais espécies nos diferentes bancos de dados, não foi possível encontrar o transcriptoma completo de todas as espécies, informação especialmente importante para que as comparações fossem realizadas. Entretanto, foi possível utilizar os transcriptomas completos de *Sorghum bicolor* e *Zea mays* subsp. *mays*. Para as outras espécies utilizadas na comparação foram utilizadas todas as informações de sequências biológicas encontradas a partir dos bancos de dados biológicos GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>) e do ENA (<http://www.ebi.ac.uk/ena>).

Tabela 1. Distribuição do número de sequências obtidas em bancos de dados biológicos para a realização das análises *in silico*.

Espécies e	Nº de	Nº após	Nº	Nº
------------	-------	---------	----	----

(Banco de dados)	sequências de entrada	BLAST vs Genes R	sequências sem repetição	sequências filtradas vs <i>Z. mays</i> subsp. <i>mays</i>
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mays</i> (Phytozome)	88760	10951	3032	-
<i>S. bicolor</i> (Phytozome)	47205	10086	2581	930
<i>Teosinto</i> (GenBank)	21395	1994	64	44
<i>Z. mays</i> subsp. <i>pavirglumis</i> (ENA)	23139	3226	145	109
TOTAL	180499	26257	5822	1085

Apesar destas limitações foram encontrados os resultados, apresentados na **tabela 1**. Conforme as análises foram sendo executadas foi possível filtrar as informações para a conferência de quais e quantos genes de resistência estão similarmente compartilhados entre *Zea mays* subsp. *mays* e as outras espécies. A **tabela 2** apresenta os resultados encontrados quando a comparação entre *Zea mays* subsp. *mays* e as outras espécies foi realizada. Cada um dos genes de resistência similares foi dividido nas diferentes classificações. O número total de genes R somando todas classificações encontradas na comparação também foi obtido.

Foram encontrados 1085 genes de resistência compartilhados entre o transcriptoma de *Zea mays* subsp. *mays* e as sequências utilizadas das outras espécies estudadas (**tabela 1**). Os resultados de comparação mais expressivos foram os encontrados com *Sorghum bicolor*, que mostrou ter genes R de todas as classes compartilhados com *Zea mays* subsp. *mays*, num total de 930 genes. A comparação entre *Zea mays* subsp. *mays* e *Zea mays* subsp. *pavirglumis*, que é considerado o ancestral do milho atual, resultou em 109 genes R compartilhados, pertencentes à todas as classes, excluindo as do tipo Mlo-like e T. Para o *Teosinto* também foram encontrados a presença de 44 genes R ortólogos, podendo ser resultado de uma possível ancestralidade. A comparação realizada entre as quatro espécies demonstrou a presença de 2 genes R em comum, ortólogos, porém ambos de classe ainda desconhecida.

Para todas as plantas estudadas, foi observado o prevaletamento para presença dos genes R das classes CNL, N, NL e RLP entre as sequências das plantas comparadas com *Zea mays* subsp. *mays*. Ambas as classes TNL e CNL visam especificamente proteínas efetoras patogênicas no interior da célula hospedeira, o que inicia a resposta imune desencadeada (ETI) (Hammond-Kosack e Jones, 1997). Já as classes RLP e RLK são receptores padrões de reconhecimento do patógeno/micro-organismo que desencadeia a imunidade para permitir o reconhecimento de uma

ampla gama de agentes patogênicos, como vírus e bactérias (Chisholm et al., 2006). Enquanto que na classe "Outros" estão os genes responsáveis por facilitar a comunicação entre os meios intracelular e extracelular, embora não contenham domínios completos do tipo RLP, NBS ou RLK. Por isso o termo "Outros" ou oth-R foi proposto por Sanseverino et al. (2012), e é utilizado para classificar estes tipos peculiares de análogos de genes de resistência.

CONCLUSÕES

Foi possível encontrar dois genes de resistência ortólogos a todas as plantas estudadas, porém estes genes ainda não possuem informações completas com relação à sua funcionalidade, além disso, algumas das espécies estudadas continham poucas sequências, ou não continham os transcriptomas disponíveis nos bancos de dados biológicos.

A anotação manual, realizada *in silico*, dos genes de resistência encontrados possibilitou a observação de genes de resistência ortólogos a todas as plantas. Isso poderá servir como guia para se iniciar um processo de validação em laboratório sobre as espécies avaliadas no trabalho.

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora- Escola de Ciências e Tecnologia- Departamento de Fitotecnia, 2014.
- BEAVIS, W. D.; GRANT, D. A linkage map based on information from four F2 populations of maize (*Zea mays* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 82, n. 5, p. 636-644, 1991.
- BENNETZEN, J. L. Transposable element contributions to plant gene and genome evolution. **Plant molecular biology**, v. 42, n. 1, p. 251-269, 2000.
- BENT, Andrew F. Plant disease resistance genes: function meets structure. **The Plant Cell**, v. 8, n. 10, p. 1757, 1996.
- CHISHOLM, Stephen T. et al. Host-microbe interactions: shaping the evolution of the plant immune response. **Cell**, v. 124, n. 4, p. 803-814, 2006.
- COULTER, J. Advance corn hybrid selection with new trial results. **Minnesota Crop News**. University of Minnesota. Minnesota. 2014.
- DOEBLEY, J. The Genetics of Maize Evolution. University of Wisconsin. **Annual Reviews of Genetics**, 38:37-59, 2004.
- FEUILLET, C.; KELLER, B. Comparative genomics in the grass family: molecular characterization of grass genome structure and evolution. **Annals of botany**, v. 89, n. 1, p. 3-10, 2002.
- GALE, M. D.; DEVOS, K. M. Comparative genetics in the grasses. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, n. 5, p. 1971-1974, 1998.
- HAMMOND-KOSACK, Kim E.; JONES, Jonathan DG. Plant disease resistance genes. **Annual review of plant biology**, v. 48, n. 1, p. 575-607, 1997.
- KELLER, Beat; FEUILLET, Catherine. Colinearity and gene density in grass genomes. **Trends in plant science**, v. 5, n. 6, p. 246-251, 2000.
- KIM, Jungeun et al. A genome-wide comparison of NB-LRR type of resistance gene analogs (RGA) in the plant kingdom. **Molecules and cells**, v. 33, n. 4, p. 385-392, 2012.
- MCDOWELL, John M.; SIMON, Stacey A. Molecular diversity at the plant-pathogen interface. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 32, n. 7, p. 736-744, 2008.
- MICHAELSON, Martin J. et al. Comparison of plant DNA contents determined by Feulgen microspectrophotometry and laser flow cytometry. **American journal of botany**, p. 183-188, 1991.
- OLIVEIRA, E. C. Marcadores ISSR na formação de grupos heteróticos e na inferência evolutiva de milho pipoca. **Universidade Estadual do Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro – RJ. 2010.
- PURCINO, A.A.; Sorgo sacarino na Embrapa: Histórico, importância e usos. **AGROENERGIA Ano II**, Edição nº, p 6-7, 2011.
- SAEYS, Y.; INZA, I.; LARRAÑAGA, P. A review of feature selection techniques in bioinformatics. **Bioinformatics**, v. 23, n. 19, p. 2507-2517, 2007.
- SANSEVERINO, Walter; ERCOLANO, Maria Raffaella. In silico approach to predict candidate R proteins and to define their domain architecture. **BMC research notes**, v. 5, n. 1, p. 1, 2012.
- SPRINGER, P. S.; ZIMMER, E. A.; BENNETZEN, J. L. Genomic organization of the ribosomal DNA of sorghum and its close relatives. **Theoretical and applied genetics**, v. 77, n. 6, p. 844-850, 1989.
- VAN OOIJEN, G., VAN DEN BURG, H. A., CORNELISSEN, B. J., TAKKEN, F.L. Structure and function of resistance proteins in solanaceous plants. **Annual Review of Phytopathology**, 45, 43-72. 2007.
- Tabela 2.** Distribuição de classes de genes R encontradas nas espécies *S. bicolor*, *Zea mays* subsp. *parviglumis* e *Teosinto* comparadas a *Zea mays* subsp. *mays*.

Espécies comparadas com Zea mays	TNL	CN	CNL	Mlo-like	N	NL	RLK	RLK-GNK2	RLP	T	Outros	Unknown	Total
<i>S. bicolor</i>	18	10	38	5	48	59	2	15	111	5	3	616	930
<i>Teosinto</i>	1	-	2	-	4	2	8	-	-	-	-	27	44
<i>Z. mays</i> subsp. <i>pavirglumis</i>	3	1	10	-	5	3	2	1	15	-	3	66	109
Comum à todos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL													1085



Bento Gonçalves - RS

Avaliação do crescimento de milho co-inoculado com microrganismos solubilizadores de fósforo, fungos micorrízicos e *Azospirillum*

Fabício Nascimento Ferreira⁽¹⁾, Vitória Palhares Ribeiro⁽²⁾, Isabelle Gonçalves Melo⁽²⁾, Ivanildo Evódio Marriel⁽³⁾, Francisco Adriano de Souza⁽³⁾, Christiane Abreu de Oliveira⁽³⁾

⁽¹⁾Bolsista CNPq/ Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG· fabricionascimento92@hotmail.com

⁽²⁾Mestranda em Bioengenharia, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, MG

⁽³⁾Pesquisador (a) Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG

RESUMO: Microrganismos do solo têm sido usados como biofertilizantes por aumentarem a aquisição de nutrientes em culturas de grãos. Entretanto os produtos inoculantes gerados contêm, na maioria das vezes, um tipo de microrganismos com funcionalidade específica. O uso combinado de microrganismos com diferentes funcionalidades (co-inoculação) tem tido destaque, devido ao efeito sinérgico no aumento de produção em algumas culturas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da co-inoculação de microrganismos solubilizadores de fósforo (*Bacillus* sp.), fungos micorrízicos e *Azospirillum* no cultivo de milho adubado com fontes de fósforo de diferente solubilidade. Foram utilizados 25 tratamentos provenientes da combinação de 4 tipos de inoculação e 3 fontes de P e o controle não inoculado e sem adubação fosfatada. Como inoculantes, foram utilizados dois microrganismos solubilizadores de fosfato; dois *Azospirillum* e dois fungos micorrízico arbuscular co-inoculados ou não. As fontes de P foram: fosfato de rocha Araxá; superfosfato triplo e a mistura das duas fontes. A inoculação com os 3 tipos de inoculantes proporcionou maior altura da planta de milho adubado com fosfato de araxá. Quanto ao aumento da biomassa de milho, somente a inoculação com o inoculante E1 (*Bacillus*) foi eficiente na presença de meia dose - ST+ FA. Há potencial da combinação destes microrganismos estudados com funcionalidades diversas para o aumento do crescimento de plantas. Futuramente se avaliará o acúmulo de nutrientes na planta de milho e o efeito em testes de campo.

INTRODUÇÃO

Para alcançar uma produtividade de grãos satisfatória nas regiões de cerrado, é necessário corrigir a carência de fósforo através da utilização de fertilizantes. Dentre as opções de fonte de P disponíveis no mercado, os fertilizantes fosfatados totalmente acidulados ocupam posição de destaque, sendo frequentemente utilizados para a correção do solo (PROCHNOW et al., 2004). No entanto, o uso crescente de adubos fosfatados solúveis reduz a sustentabilidade e ameaça a segurança ambiental das culturas brasileiras. Em virtude disso, a busca por produtos que proporcionem à agricultura brasileira uma maior autonomia no mercado mundial de insumos tem aumentado. Os microrganismos são alternativas atrativas e comprovadamente prováveis para vários usos como substitutos parciais ou absolutos de insumos químicos (OGBO, 2010; VASSILEV et al., 2009) em gramíneas.

Muitos microrganismos do solo têm sido usados como biofertilizantes em plantas cultivadas de forma isolada ou em interação (Bagyaraj et al. 2015). O uso conjunto de microrganismos solubilizadores de fósforo (MSP) e fungos micorrízicos (FMA), promoveu efeito sobre o crescimento das plantas de milho quando as MSP *Agrobacterium* sp. e *Pseudomonas* sp. foram inoculadas nas sementes de milho tratadas com fungos micorrízicos. Esta co-inoculação resultou em aumento de matéria seca e absorção de fósforo. Em razão disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da co-inoculação de microrganismos solubilizadores de P (MSP), *Azospirillum* (AZO) e fungo micorrízico (FMA) no cultivo de milho adubado com fontes de P de diferente solubilidade.

Termos de indexação: inoculantes multifuncionais, biossolubilização de fosfato, *Penisetum glaucum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas/MG (19°28'S e 44°15'W), com sementes de milheto (*Pennisetum glaucum*), variedade BRS 1501, em vasos de 5kg. O substrato dos vasos foi composto de solo de cerrado natural não desinfestado. Foram utilizados 25 tratamentos combinados com 4 tipos de inoculação e 3 tipos de adubação fosfatada além de um tratamento controle sem fósforo. Como inoculantes, foram utilizados dois *Bacillus* sp microrganismos solubilizadores de fosfato (E1); duas cepas de *Azospirillum* E11; *Azospirillum* 2146 (E2) e duas cepas de fungo micorrízico arbuscular (E3). Estes microrganismos pertencem à coleção de microrganismos de Embrapa Milho e Sorgo. Foram adicionados 4 tratamentos como controle, onde não foi adicionado adubação fosfatada (PO) e nem inoculante (EO). Os tipos de adubação fosfatada foram fontes de P com diferentes graus de solubilidade de P: fosfato de rocha Araxá (FA); superfosfato triplo (ST) e a mistura das duas fontes (ST+FA).

Para preparo do inoculante, os microrganismos foram reativados em placas de Petri contendo meio de cultura sólido. Posteriormente, cada estirpe foi transferida para cultivo em caldo de soja triplicaseína, durante 72 h, à temperatura de 29 °C, sob agitação de 350 rpm. Após 72h de crescimento, os inóculos foram centrifugados por 10 minutos, a 6000 rpm. As suspensões microbianas foram ressuspensas em solução salina [0,85% (m/v) NaCl] e ajustadas para a absorvância igual ou superior a 1, em comprimento de onda igual a 550 nm, correspondente a concentração de 10^9 células mL⁻¹. O inoculante com fungo micorrízico foi preparado com uma suspensão de esporos em casca de arroz.

Aos dez dias após a semeadura, efetuou-se o desbaste, deixando-se 8 a 10 plantas por vaso. Na coleta, aos 40 dias após a germinação, na fase de florescimento, mediu-se a altura de plantas (m) e foi feita a coleta da parte aérea e do solo para avaliação do peso seco e análise de macro e microelementos.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados por meio do teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa de estatística SISVAR.

Ocorreu diferença estatística entre os valores de altura de plantas nos tratamentos inoculados com as 3 estirpes (FA+E1+E2+E3) com relação ao controle não inoculado (FA+EO) quando o milheto foi adubado com FA (Figura 1). Vários outros trabalhos também relatam a interação entre inoculantes contendo MSP, fungos micorrízicos e diazotróficos, como *Azospirillum*, por exercerem ações cooperativas (Barea et al., 2005; Bagyaraj 2014) promovendo o crescimento. Outros relatam o efeito combinado de biofertilizantes contendo MSP, FMA e diazotróficos como *Azospirillum* em milho (Wu et al., 2005; Mohamed et al., 2014), com relação ao aumento da biomassa e produção de grãos.

Neste trabalho, somente a inoculação com o inoculante E1 (*Bacillus* solubilizador de fosfato) promoveu o aumento da biomassa de milheto de forma significativa na presença de meia dose dos fertilizantes (ST+FA), em relação ao tratamento sem inoculação (EO). Entretanto, não ocorreu diferença significativa no teste de média para os valores de acúmulo de massa seca (Figura 2) entre os tratamentos inoculados e não inoculados, de milheto adubado com FA. O menor valor de peso seco (0,85g/vaso) ocorreu no tratamento controle sem fósforo e o maior valor em milheto adubado com ST e inoculado com E1 (52,6g/vaso). Em condições de menor disponibilidade de P, com a adubação fosfatada com o fosfato de rocha araxá (FA), ocorreram ganhos expressivos de massa seca da parte aérea da planta de milheto de até 70% em relação ao tratamento controle não inoculado, nos tratamentos com inoculação de E3 e E2. E de 61,7% na co-inoculação com os 3 tipos de inoculantes (E1+E2+E3) e de 59,6% com E1 +E3.

A co-inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfato e *Azospirillum*, proporcionou menor ganho de peso seco dentre as combinações avaliadas (17%). Na aplicação do inoculante de forma isolada, dentre os 3 tipos de inoculantes, o fungo micorrízico parece ter estimulado mais o crescimento do milheto, quando este foi adubado com fonte de P de baixa solubilidade (FA). Ocorreram aumentos de massa seca da parte aérea de 47,3% em relação ao controle não inoculado com a inoculação de E3 e de 33% e 13% na inoculação com E1 e E2 respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Bento Gonçalves - RS

CONCLUSÕES

A co-inoculação com *Azospirillum*, *Bacillus* solubilizador de fosfato e fungos micorrízicos, proporcionou maior altura da planta de milho adubado com fosfato de araxá. Quanto ao aumento da biomassa de milho, somente a inoculação com o inoculante E1 (*Bacillus*) foi eficiente na presença de meia dose - ST+ FA.

AGRADECIMENTOS

A Fapemig, ao CNPq, pelos recursos financeiros. A Embrapa Milho e Sorgo pela infraestrutura e para a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

BAGYARAJ, D. J.; SHARMA, M. P.; MAITI, D. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. **Current Science**, Bangalore, v. 108, n. 7, p. 1288-1293, 2015.

BAREA, J. M.; POZO, M. J.; AZCÓN, R.; AZCÓN-AGUILAR, C. Microbial co-operation in the rhizosphere. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 417, p. 1761-1778, 2005.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MOHAMED, A. A.; EWEDA, W. E. E.; HEGGO, A. M.; HASSAN, E. A. Effect of dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and sulphur-oxidising bacteria on onion (*Allium cepa* L.) and maize (*Zea mays* L.) grown in sandy soil under greenhouse conditions. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 59, p. 109-118, 2014.

OGBO, F. C. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, Essex, v. 101, p. 4120-4124, 2010.

PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na**

agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 605-663.

SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 118-127, fev. 2009.

VASSILEV, S. V.; BAXTER, D.; ANDERSEN, L. K.; VASSILEVA, C. G. An overview of the chemical composition of biomass. **Fuel**, London, v. 89, n. 5, p. 913-933, 2010.

WU, S. C.; CAO, Z. H.; LI, Z. G.; CHEUNG, K. C.; WONG, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, v. 125, p. 155-166, 2005.



Bento Gonçalves - RS

Figura 1. Altura de planta de milho nos tratamentos com microrganismos solubilizadores de fosfato (E1); *Azospirillum* (E2) e fungo micorrízico arbuscular (E3), combinação dupla (E1+E2; E1+E3; E2+E3), tripla (E1+E2+E3) e tratamentos controle, onde não foi adicionado adubação fosfatada (PO) e nem inoculante (EO). As fontes de fósforo: fosfato de rocha Araxá (FA); superfosfato triplo (ST) e a mistura das duas fontes (ST+FA). Valores médios de 4 repetições seguidos de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de média Scott Knot, $p > 0,05$.



Bento Gonçalves - RS

Figura 2. Matéria seca da parte aérea de milho (g) nos tratamentos com microrganismos solubilizadores de fosfato (E1); *Azospirillum* (E2) e fungo micorrízico arbuscular (E3), combinação dupla (E1+E2; E1+E3; E2+E3), tripla (E1+E2+E3) e tratamentos controle, onde não foi adicionado adubação fosfatada (PO) e nem inoculante (EO). As fontes de fósforo: fosfato de rocha Araxá (FA); superfosfato triplo (ST) e a mistura das duas fontes (ST+FA). Valores médios de 4 repetições seguidos de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de média Scott Knot, $p > 0,05$.

Avaliação do Impacto de Eventos Comerciais de Milho Bt sobre a Microbiota do Solo

Ubiraci Gomes de Paula Lana^(1,2); Amanda Nayê Guimarães Tavares⁽³⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽⁴⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽⁴⁾; Arley Figueiredo Portugal⁽¹⁾; Fernando Hercos Valicente⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; ubiraci.lana@embrapa.br; ⁽²⁾ Professor; Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM; ⁽³⁾ Estudante, Bolsista FAPEMIG, Faculdade Ciências da Vida; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Eventos de milho geneticamente modificado (GM) expressando proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) têm sido cultivados comercialmente no Brasil desde a safra 2008/2009. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de sete eventos comerciais de milho Bt sobre a comunidade microbiana do solo. A qualidade biológica do solo foi avaliada utilizando-se as técnicas de Biolog (diversidade metabólica) e T-RFLP (diversidade genética) em amostras de solo não rizosférico e rizosférico dos eventos de milho DKB 390 YG, FORMULA TL, MORGAN 20A78HX, DKB 390 PRO X, 2B587 POWER CORE, DKB 390 PRO 2 e IMPACTO VIPTERA e seus respectivos isogênicos tratados e não tratados com inseticida químico. As amostras foram coletadas aos 30 e 60 dias após a germinação em Janaúba - MG, safra 2015/2016. Após 72 h de incubação das placas de Biolog, foram observados valores elevados da atividade e da diversidade metabólica (Índice de Shannon) no solo rizosférico em comparação com solo não rizosférico. Entretanto não foram detectadas diferenças significativas entre os eventos transgênicos e os tratamentos convencionais. Além disso, também não foi observada diferença significativa na diversidade genética, avaliada por T-RFLP, das comunidades de bactérias e fungos micorrízicos arbusculares (FMA) entre genótipos convencionais e eventos GM. Foi verificada uma tendência de agrupamento baseada no período da coleta, mostrando a importância do estágio de desenvolvimento da planta na modulação da comunidade de FMA. Os eventos de milho Bt comercializados no Brasil avaliados neste trabalho não apresentam impacto significativo sobre a estrutura das comunidades bacterianas e de FMA do solo, com base nos parâmetros estudados.

Termos de indexação: Monitoramento, Milho Transgênico Bt, Microrganismos do Solo.

INTRODUÇÃO

Atualmente, cerca de 18 milhões de agricultores em todo mundo já adotam o cultivo de plantas geneticamente modificadas (GM). O Brasil é o segundo maior produtor mundial, ocupando uma área de 44,2 milhões de hectares em 2015 (JAMES, 2016). Vários eventos comerciais de milho GM expressando proteínas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) estão sendo cultivados no Brasil.

Diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de avaliar o impacto de eventos de milho GM para resistência a insetos sobre a microbiota do solo (CASTALDINI et al., 2005; ZENG et al., 2014). Porém, os resultados obtidos por esses trabalhos são controversos e escassos em condições tropicais. A influência das proteínas Bt sobre a composição da microbiota ainda é pouco compreendida. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de sete eventos comerciais de milho Bt sobre a comunidade microbiana do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preparo do solo rizosférico

Os genótipos comerciais de milho DKB 390 YG, FORMULA TL, MORGAN 20A78HX, DKB 390 PRO X, 2B587 POWER CORE, DKB 390 PRO 2, IMPACTO VIPTERA e seus respectivos genótipos isogênicos tratados e não tratados com o inseticida químico Lannate® BR foram cultivados em triplicatas em Janaúba - MG safra 2015/2016. Aos 30 dias (fase vegetativa) e 60 dias (florescimento) após o plantio, foram coletadas raízes de cinco plantas de cada genótipo. Cinco gramas das raízes finas com o solo fortemente aderido (rizosférico) foram colocadas em tubos cônicos e o volume foi completado para 50 mL com solução de pirofosfato de sódio 0,15% (m/v). Após agitação a 130 rpm por 30 min, as raízes foram removidas e 5 mL do sobrenadante foram transferidos para outro tubo para análise de diversidade metabólica. O restante da amostra foi centrifugado por 30 min a 10.000

rpm, o sobrenadante descartado e o pellet, solo rizosférico, foi armazenado a -80 °C.

Biolog

Para a determinação da atividade (AWCD) e diversidade metabólica por meio do índice de diversidade de Shannon (H) foram utilizadas placas Ecoplates com diferentes fontes de carbono (Biolog, Inc., Hayward, CA, EUA). Um volume de 5 mL da solução de pirofosfato de sódio 0,1% (m/v) contendo solo da etapa anterior foi centrifugado por 15 minutos a 4.000 rpm e o sobrenadante foi diluído 50X. Cada poço da placa de Biolog foi inoculado com 120 µL da solução e as placas foram incubadas a 28 °C. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Labstems, Multiskan, MS, EUA) com comprimento de onda de 590 nm, nos intervalos de 24, 48, 72, 96 e 120 h de incubação. A leitura de 72 h (tempo médio) foi utilizada para estimar os valores de AWCD e H (ZAK et al., 1994), que foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

T-RFLP

O DNA genômico do solo rizosférico foi extraído utilizando o kit Power Soil DNA Isolation (MoBIO La., Inc., EUA). Para análise de bactérias, fragmentos do gene 16S rRNA foram amplificados utilizando os primers 8F marcado na posição 5' (6-FAM) e 1492R (LAMONTAGNE et al., 2002). Para a amplificação do gene 23S rRNA de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) foi utilizado *nested*-PCR a partir de reação com primers LR1 e FLR2 (TROUVELOT et al., 1999). Para a 2ª reação de PCR foram utilizados 2,5 µL do produto da 1ª reação e os primers FLR3 (6-FAM) e FLR4 (NED) (GOLLOTTE et al., 2004). Os fragmentos amplificados das regiões 16S e 23S rDNA foram digeridos com as enzimas restrição AluI e TaqI, respectivamente. Os fragmentos de DNA foram detectados no equipamento Genetic Analyzer 3500XL com GeneMapper 5.0. (Applied Biosystems) e analisados no software T-REX (CULMAN et al., 2009). Os dados foram ordenados por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) a partir de uma matriz de similaridade de Jaccard utilizando o programa Past versão 3.04 (HAMMER et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade e diversidade metabólica

As comunidades bacterianas apresentaram diferenças na utilização das fontes de carbono em função das fases de desenvolvimento da cultura

(coleta) e do material genético (genótipo). As diferenças foram significativas para atividade metabólica (AWCD) e para o índice de Shannon (H). Valores elevados de AWCD (2,2 - 2,6) e H (3,3 - 3,4) foram observados no solo rizosférico em comparação com solo não rizosférico (AWCD = 0,1; H = 2,2 - 2,6). Aos 30 e 60 dias do desenvolvimento da cultura, as comunidades microbianas dos eventos Bt e isogênicos tratados ou não com inseticida químico não apresentaram diferenças significativas na atividade e diversidade metabólica, diferindo apenas em relação ao solo não rizosférico (**Tabela 1**). No entanto, os métodos dependentes do cultivo *in vitro* de microrganismos, como o Biolog, apresentam limitações, uma vez que algumas bactérias não podem ser cultivadas, incorrendo em uma seletividade para determinados grupos de bactérias (ZAK et al., 1994). Portanto, para complementar as análises, a diversidade genética foi avaliada por T-RFLP, uma técnica que independe do cultivo dos microrganismos.

Diversidade genética

Para avaliarmos a influência dos diferentes eventos transgênicos sob a diversidade genética dos microrganismos presentes na rizosfera foi utilizada a técnica de T-RFLP (Terminal-Restriction Fragment Length Polymorphism). Nesse estudo, as amostras de solo rizosférico distanciaram-se das amostras de solo não rizosférico na projeção bidimensional das comunidades bacterianas (**Figura 1**), indicando diferenças nítidas na estruturação das comunidades microbianas, que podem ser influenciadas por diversos fatores, como o tipo de solo e exsudação de compostos pela raiz, que podem influenciar no crescimento dos microrganismos da rizosfera (YANG; CROWLEY, 2000). Entretanto, os pontos de ordenação não mostraram uma tendência no agrupamento entre as comunidades bacterianas dos genótipos.

Foi verificada uma tendência de agrupamento de FMA baseada no período da coleta (**Figura 2**), mostrando a importância do estágio de desenvolvimento da planta na modulação da estrutura de FMA. Assim, os pontos de ordenação não mostraram uma tendência no agrupamento entre as comunidades bacterianas e de FMA dos genótipos de milho transgênico e convencional, em consonância com outros estudos (BECKER et al., 2014; ZENG et al., 2014; CHEEKE et al., 2015).

CONCLUSÕES

Os eventos de milho Bt comercializados no Brasil avaliados neste trabalho não apresentam impacto significativo sobre a estrutura das comunidades

bacterianas e de fungos micorrízicos arbusculares do solo, com base nos parâmetros estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Célio Ramos das Neves pelo auxílio na coleta das amostras e à Embrapa e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BECKER, R.; BUBNER, B.; REMUS, R.; WIRTH, S.; ULRICH, A. Impact of multi-resistant transgenic Bt maize on straw decomposition and the involved microbial communities. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 73, p. 9-18, 2014.

CASTALDINI, M.; TURRINI, A.; SBRANA, C.; BENEDETTI, A.; MARCHIONNI, M.; MOCALI, S.; FABIANI, A.; LANDI, S.; SANTOMASSIMO, F.; PIETRANGELI, B.; NUTI, M. P.; MICLAUS, N.; GIOVANNETTI, M. Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosms, **Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, p. 6719-6729, 2005.

CHEEKE, T. E.; SCHUTTE, U. M.; HEMMERICH, C. M.; CRUZAN, M. B.; ROSENSTIEL, T. N.; BEVER, J. D. Spatial soil heterogeneity has a greater effect on symbiotic arbuscular mycorrhizal fungal communities and plant growth than genetic modification with *Bacillus thuringiensis* toxin genes. **Molecular Ecology**, Oxford, v.24, p. 2580-2593, 2015.

CULMAN, S. W.; BUKOWSKI, R.; GAUCH, H. G.; CADILLO-QUIROZ, H.; BUCKLEY, D. H. T-REX: Software for the processing and analysis of T-RFLP data. **BMC Bioinformatics**, v. 10, p. 171-180, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

GOLLOTTE, A.; VAN TUINEN, D.; ATKINSON, D. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising roots of the grass species *Agrostis capillaris* and *Lolium perenne* in a field experiment. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 14, p. 111-117, 2004.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: Palaeontological statistics software package for education and data analysis: version. 1.37. 2011. Disponível em:<http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 28 mar. 2016.

JAMES C. **Global status of commercialized Biotech/GM crops**. Ithaca: ISAAA, 2016.

LAMONTAGNE, M. G.; MICHEL, JR.; HOLDEN, P. A.; REDDY, C. A. Evaluation of extraction and purification methods for obtaining PCR-amplifiable DNA from compost for microbial community analysis. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v. 49, p. 255-264, 2002.

TROUVELOT, S.; Van TUINEN, D.; HIJRI, M.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Visualization of ribosomal DNA loci in spore interphasic nuclei of glomalean fungi by fluorescence *in situ* hybridization. **Mycorrhiza**, Amsterdam, v. 8, p. 203-206, 1999.

YANG, C. H.; CROWLEY, D. E. Rhizosphere microbial community structure in relation to root location and plant iron nutritional status. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 66, p. 345-351, 2000.

ZAK, J. C.; WILLING, M. R.; MOOREHEAD, D. L.; WILDMAN, H. G. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 1101-1108, 1994.

ZENG, H.; TAN, F.; ZHANG, Y.; FENG, Y.; SHU, Y.; WANG, J. Effects of cultivation and return of *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize or the diversity of the arbuscular mycorrhizal community in soils and roots of subsequently cultivated conventional maize. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 75, p. 254-263, 2014.

Tabela 1. Atividade (AWCD) e diversidade metabólica (Índice de Shannon - H) determinadas por BILOG da população bacteriana de amostras de solo não rizosférico (controle) e solo rizosférico de sete genótipos comerciais de milho transgênico Bt e respectivos isogênicos, tratados (ISO + I) ou não (ISO) com o inseticida químico Lannate® BR coletadas no Município de Janaúba-MG, safra 2015/2016.

Genótipo	Transgene <i>Bt</i>	Atividade (AWCD)		Diversidade metabólica	
		Coleta 1 30 dias	Coleta 2 60 dias	Coleta 1 30 dias	Coleta 2 60 dias
Solo não rizosférico	-	0,110 a	0,049 a	1,898 a	2,252 a
DKB 390 YG	<i>Cry1Ab</i>	2,535 b	2,407 b	3,389 b	3,348 b
ISO DKB 390	-	2,473 b	2,217 b	3,405 b	3,324 b
ISO DKB 390 + I	-	2,468 b	2,452 b	3,388 b	3,370 b
FÓRMULA TL	<i>Cry1Ab</i>	2,415 b	2,460 b	3,409 b	3,351 b
ISO FÓRMULA	-	2,638 b	2,489 b	3,406 b	3,372 b
ISO FÓRMULA + I	-	2,630 b	2,563 b	3,390 b	3,388 b
MORGAN 20A78 HX	<i>Cry1F</i>	2,428 b	2,444 b	3,398 b	3,357 b
ISO MORGAN	-	2,467 b	2,377 b	3,355 b	3,353 b
ISO MORGAN + I	-	2,555 b	2,478 b	3,398 b	3,347 b
DKB 390 PRO X	<i>Cry1A.105, Cry2Ab2</i>	2,570 b	2,578 b	3,391 b	3,373 b
ISO DKB 390	-	2,473 b	2,217 b	3,405 b	3,324 b
ISO DKB 390 + I	-	2,468 b	2,452 b	3,388 b	3,370 b
2B587 POWER CORE	<i>Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry1F</i>	2,453 b	2,399 b	3,369 b	3,319 b
ISO 2B587	-	2,415 b	2,341 b	3,398 b	3,380 b
ISO 2B587 + I	-	2,543 b	2,393 b	3,383 b	3,373 b
DKB 390 PRO 2	<i>Cry1A.105, Cry2Ab2</i>	2,532 b	2,345 b	3,412 b	3,345 b
ISO DKB 390	-	2,528 b	2,603 b	3,411 b	3,402 b
ISO DKB 390 + I	-	2,468 b	2,452 b	3,388 b	3,370 b
IMPACTO VIPTERA	<i>Vip3Aa20</i>	2,545 b	2,585 b	3,383 b	3,415 b
ISO IMPACTO	-	2,495 b	2,343 b	3,412 b	3,365 b
ISO IMPACTO + I	-	2,437 b	2,535 b	3,403 b	3,390 b

* Valores seguidos da mesma letra entre linhas não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

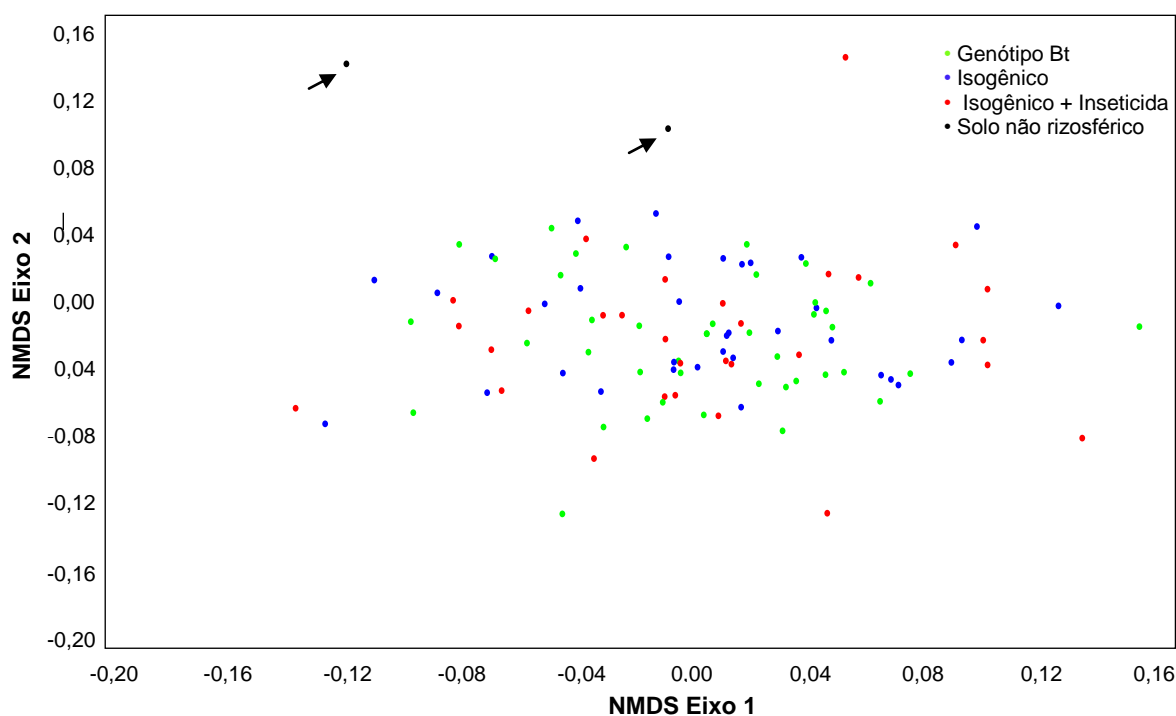


Figura 1. Análise de escalonamento multidimensional não métrico (MDS) da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de bactérias de amostras de solo não rizosférico (controle) e solo rizosférico de sete genótipos de milho Bt e isogênicos tratados ou não com o inseticida químico Lannate® BR, coletadas aos 30 e 60 dias após plantio em Janaúba-MG, safra 2015/2016. As setas indicam as amostras de solo não rizosférico.

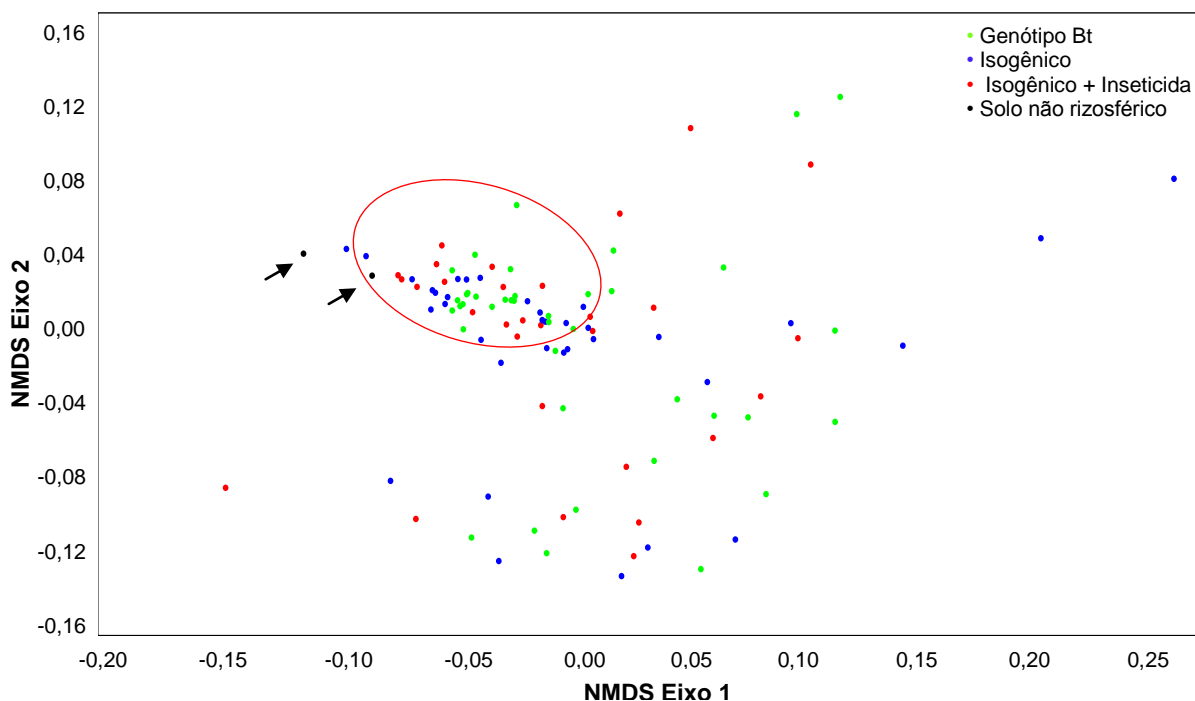


Figura 2. Análise de escalonamento multidimensional não métrico (MDS) da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de fungos micorrízicos arbusculares de amostras de solo não rizosférico (controle) e solo rizosférico de sete



genótipos de milho *Bt* e isogênicos tratados ou não com o inseticida químico Lannate® BR, coletadas aos 30 e 60 dias após plantio em Janaúba-MG, safra 2015/2016. As setas indicam o solo não rizosférico e o círculo em vermelho destaca o agrupamento preferencial das amostras coletadas aos 60 dias após o plantio.

Avaliação do Impacto de Milho Transgênico Expressando o Gene de Tolerância ao Alumínio *SbMATE* sobre a Comunidade Bacteriana do Solo

Eliane Aparecida Gomes¹; Claudia Teixeira Guimarães¹; Uiraci Gomes de Paula Lana²; Ana Laura Verdolin³; Christiane Abreu de Oliveira¹

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; eliane.a.gomes@embrapa.br, ⁽²⁾ Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Bolsista FAPEMIG.

RESUMO: Mecanismos de tolerância ao Al em plantas atuam na ativação de transportadores de membrana que mediam a exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes formando um complexo quelante não tóxico com o Al no solo. Buscando aumentar a tolerância ao Al, a linhagem-élite de milho L3 da Embrapa foi transformada com o gene *SbMATE* que codifica um transportador de citrato na raiz de sorgo, apresentando elevados níveis de exsudação de citrato em solução nutritiva contendo níveis tóxicos de Al. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do milho transgênico superexpressando o gene *SbMATE* sobre a atividade e a diversidade metabólica da comunidade bacteriana da rizosfera em comparação com os genótipos convencionais cultivados em condições de campo. Estes parâmetros foram avaliados em três fases do desenvolvimento da planta pelo consumo de diferentes fontes de carbono em Ecoplates Biolog, que fornece informações sobre a atividade metabólica dos microrganismos. A atividade e a diversidade microbiana variaram durante o desenvolvimento da cultura, apresentando o pico máximo durante o período de florescimento, sendo mais elevadas nos híbridos do que nas linhagens. A atividade metabólica do solo não rizosférico foi significativamente inferior em relação ao solo rizosférico, sendo essa diferença mais acentuada aos 90 dias, que coincide com a fase de enchimento de grãos. Os parâmetros utilizados para avaliar a atividade e a diversidade metabólica não mostraram diferença significativa entre as comunidades bacterianas dos genótipos transgênicos e não transgênicos, indicando que o citrato exsudado pelas raízes de milho expressando o gene *SbMATE* não altera o metabolismo das comunidades microbianas do solo.

Termos de indexação: Microbiota, rizosfera, diversidade metabólica, Al

INTRODUÇÃO

O principal mecanismo de tolerância ao Al em plantas envolve ativação de transportadores de membrana responsáveis pela exsudação de ácidos orgânicos no ápice radicular, que formam complexos estáveis e não tóxicos com o alumínio (DELHAIZE et al., 2007). O gene *SbMATE* é um membro da família MATE (multidrug and toxic compound extrusion), que codifica um transportador de membrana, responsável pela exsudação de citrato ativada por Al³⁺ nos ápices radiculares de genótipos de sorgo tolerantes ao Al (MAGALHÃES et al., 2007). Buscando aumentar a tolerância ao Al em milho, a Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu uma linhagem transgênica que, além de superexpressar o gene *SbMATE* de sorgo, apresenta níveis elevados de exsudação de citrato em solução nutritiva (MITRE, 2014). Como o aumento na exsudação de ácidos orgânicos pelas plantas de milho transgênicas pode levar a uma alteração na biodiversidade e na atividade da comunidade microbiana do solo, e por ser uma exigência dos órgãos regulamentares e da legislação de biossegurança, o desenvolvimento de pesquisas e metodologias para avaliar impacto do cultivo de plantas transgênicas sobre as comunidades microbiológicas no campo torna-se fundamental (VASCONCELOS; CARNEIRO, 2013). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos genótipos de milho transgênicos superexpressando o gene *SbMATE* sobre a atividade e a diversidade metabólica de bactérias da rizosfera.

MATERIAL E MÉTODOS

Genótipos

Os genótipos utilizados foram L3T (linhagem L3 transgênica), L3 (linhagem L3 não transgênica),

L3TxL53 (híbrido transgênico) e L3xL53 (híbrido não transgênico). A linhagem transgênica L3 (L3T) foi gerada a partir de um evento transgênico no híbrido Hill (PÔSSA, 2010) introgredido na linhagem elite L3 por retrocruzamento assistido por marcadores.

Área Experimental para Liberação Planejada de Plantas Transgênicas

O experimento foi realizado em local de liberação planejada na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais. O plantio das linhagens e dos híbridos foi realizado em subáreas separadas por bordadura de genótipos não transgênicos em alta (40 a 55%) e baixa saturação de AI (0 a 2%), com três repetições. A adubação de plantio seguiu as recomendações da cultura com base na análise de fertilidade do solo. As coletas de solo rizosférico foram realizadas aos 30 (fase vegetativa), 60 (florescimento) e 90 (enchimento de grãos) dias após o plantio. O sistema radicular de três plantas por linha foi coletado, sendo considerado como solo rizosférico aquele aderido às raízes. Após a coleta, 5 g de raízes finas e centrais que continham solo aderido a elas foram agitadas por 30 minutos em solução de pirofosfato de sódio 0,1% (m/v) em homogeneizador horizontal. Como controle, foi coletado na mesma área solo não rizosférico.

Atividade Metabólica dos Microrganismos

Para a determinação da atividade e diversidade metabólica foram utilizadas placas Ecoplates (Biolog, Inc., Hayward, CA, EUA). Um volume de 5 mL da solução de pirofosfato de sódio 0,1% (m/v) contendo solo foi centrifugado por 15 minutos a 4.000 rpm e o sobrenadante obtido foi diluído 50 vezes. Cada poço da placa de Biolog foi inoculado com 120 µL da solução e as placas foram incubadas no escuro durante 5 dias a 28 °C. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Labstems, Multiskan, MS, EUA) com comprimento de onda de 590 nm, nos intervalos de 24, 48, 72 e 96 horas de incubação. Esses dados foram utilizados para estimativa dos valores da atividade total (AWCD) e do índice de diversidade de Shannon (H) de acordo com Zak et al. (1994). Os resultados em AWCD e H foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e teste de Scott-Knott, a 1% e 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade Metabólica

O índice de atividade metabólica (AWCD) variou ao longo do tempo de incubação, atingindo o pico

máximo após 72 horas, para a maioria dos genótipos avaliados (**Figura 1**). Assim, essa leitura foi utilizada para cálculos dos componentes de diversidade metabólica.

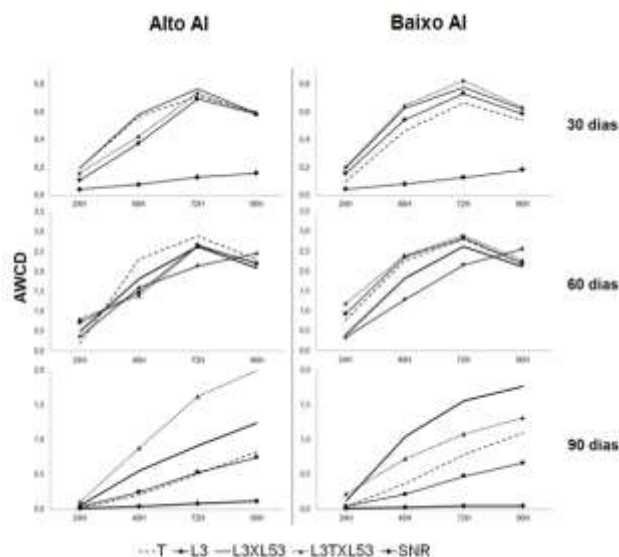


Figura 1. Medida de desenvolvimento de cor (AWCD) baseada no padrão de utilização dos substratos em placas Biolog Ecoplate das comunidades microbianas da rizosfera de milho. (L3T) linhagem L3 transgênica; (L3) linhagem L3 não transgênica; (L3xL53) híbrido não transgênico; (L3TxL53) híbrido transgênico e (SNR) solo não rizosférico.

Aos 30 e 60 dias do desenvolvimento da cultura, as comunidades bacterianas dos genótipos não apresentaram diferenças na atividade metabólica, diferindo apenas em relação ao solo não rizosférico (**Tabela 1**). No entanto, aos 90 dias, na fase de enchimento de grãos, a comunidade microbiana dos híbridos apresentou uma maior atividade metabólica em relação às linhagens, independentemente de os genótipos serem transgênicos ou não. Nota-se que a atividade metabólica do solo não rizosférico foi significativamente inferior ao solo rizosférico em todas as fases do desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Comparação das médias da atividade metabólica (AWCD) de comunidades microbianas da rizosfera de genótipos de milho transgênico e não transgênico pelo teste de Scott-Knott ao longo do desenvolvimento da cultura.

Genótipos	30 dias	60 dias	90 dias
L3TxL53	0,781 a	2,775 a	1,353 a
L3xL53	0,771 a	2,632 a	1,240 a
L3	0,771 a	2,754 a	0,507 b
L3T	0,690 a	2,846 a	0,651 b
SNR	0,128 b	2,157 b	0,067 c

*Identificação dos tratamentos de acordo com a Figura 1.

**Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

A análise de regressão possibilitou a visualização do comportamento das comunidades microbianas ao longo do desenvolvimento da cultura (Figura 2). O pico máximo de atividade metabólica das comunidades bacterianas foi aos 60 dias, coincidindo com a fase de florescimento, sendo que as amostras de solo não rizosférico apresentaram atividade inferior ao longo de todo o desenvolvimento da cultura. Adicionalmente, a superioridade dos híbridos quanto à atividade metabólica em relação às linhagens foi observada apenas aos 90 dias após o plantio.

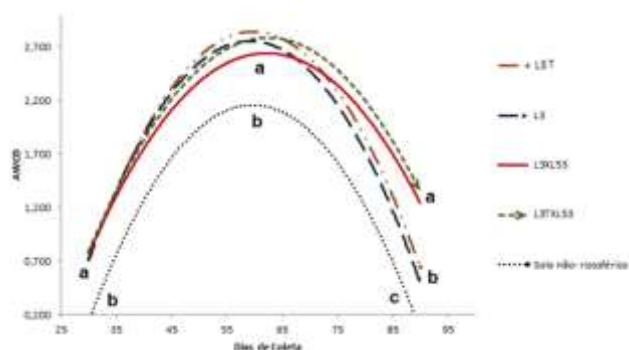


Figura 2. Análise de regressão baseada nos valores de atividade metabólica (AWCD), ao longo das três fases de desenvolvimento da cultura (30, 60 e 90 dias). Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade. Identificação dos tratamentos de acordo com a Figura 1.

Vários trabalhos têm relatado que na fase de florescimento ocorre a maior atividade microbiana, por causa da maior taxa de exsudação e liberação de fontes de carbono pela planta. A principal fonte de carbono para os microrganismos do solo são os exsudatos das raízes, que, no período de florescimento e frutificação das plantas, estão em pleno desenvolvimento e atividade e quando estes estágios vegetais ocorrem simultaneamente com temperatura e umidade favoráveis promovem o crescimento e atividade da biomassa microbiana (LYNCH; PANTING, 1982; PEIFFER; LEY, 2013).

Diversidade Metabólica Avaliada pelo Índice de Shannon

Os valores de AWCD obtidos pelo consumo de diferentes fontes de carbono em placas de Biolog foram convertidos em índice de diversidade de Shannon (H). O teste de média foi semelhante ao obtido com os valores de AWCD, exceto aos 60 dias, cuja diversidade metabólica das amostras de solo rizosférico e não rizosférico não apresentou diferença significativa. Aos 30 dias de desenvolvimento da cultura, as comunidades microbianas da rizosfera diferiram significativamente da amostra de solo não rizosférico. Aos 90 dias, as comunidades de solo rizosférico dos híbridos foram superiores às linhagens, independentemente de serem ou não transgênicos (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação das médias da diversidade metabólica (Índice de Shannon) de comunidades microbianas da rizosfera de genótipos de milho transgênico e não transgênico pelo teste de Scott-Knott ao longo do desenvolvimento da cultura.

GENÓTIPOS	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS
L3TxL53	3,354 a	3,396 a	2,917 a
L3xL53	3,371 a	3,390 a	2,948 a
L3	3,330 a	3,398 a	2,485 b
L3T	3,326 a	3,407 a	2,610 b
SNR	2,869 b	3,269 a	1,507 c

*Identificação dos tratamentos de acordo com a Figura 1.

**Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

A análise de regressão com base no Índice de Shannon revelou um perfil da diversidade das comunidades microbianas da rizosfera ao longo dos três meses do desenvolvimento da cultura de milho semelhante ao obtido com os valores de AWCD. O pico máximo de diversidade foi aos 60 dias, sem diferença significativa entre as amostras. Aos 90 dias, houve uma diferenciação entre genótipos, em que os híbridos apresentaram maiores índice de diversidade, seguidos das linhagens e do solo não rizosférico (Figura 3).

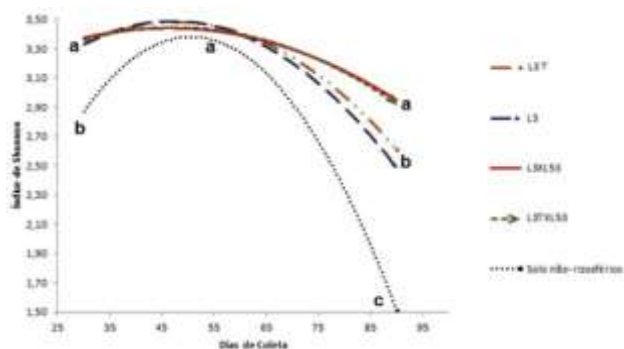


Figura 3. Análise de regressão baseada nos valores do Índice de Shannon ao longo das três fases de desenvolvimento da cultura (30, 60 e 90 dias). Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade. Identificação dos tratamentos de acordo com a Figura 1.

CONCLUSÕES

Os níveis contrastantes de Al no solo, a fase desenvolvimento da cultura e a presença de híbridos e de linhagens influenciaram a estrutura e a composição das comunidades bacterianas do solo.

As comunidades bacterianas coletadas em solo rizosférico apresentaram maior atividade e diversidade metabólica que as comunidades do solo não rizosférico.

A atividade e a diversidade metabólica das comunidades bacterianas da rizosfera de linhagens e híbridos de milho não foram afetadas em função da expressão do transgene *SbMATE*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa, Fapemig e ao Generation Challenge Program pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

DELHAIZE, E.; GRUBER, B. D.; RYAN, P. R. The roles of organic anion permeases in aluminium resistance and mineral nutrition. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 581, p. 2255-2262, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

LYNCH, J. M.; PANTING, L. M. Effects of season, cultivation and nitrogen fertilizer on the size of the soil microbial biomass. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 33, p.249-252, 1982.

MAGALHÃES, J. V.; LIU, J.; GUIMARÃES, C. T.; LANA, U. G.; ALVES, V. M. C.; WANG, Y. H.; SCHAFFERT, R. E.; HOEKENGA, O. A.; PIÑEROS, M. A.; SHAFF, J. E.; KLEIN, P. E.; CARNEIRO, N. P.; COELHO, C. M.; TRICK, H. N.; KOCHIAN, L. V. A gene in the multidrug and toxic compound extrusion (MATE) family confers aluminum tolerance in sorghum. **Nature Genetics**, New York, v. 39, p. 1156-1161, 2007.

MITRE, L. K. **Caracterização genética e morfofisiológica de linhagens e híbridos transgênicos de milho expressando o gene *SbMATE* de sorgo.** 2014. 42 f. Dissertação (Mestrado em Genética) - Instituto de Ciência Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PÔSSA, K. F. **Superexpressão em plantas transgênicas de milho do gene *SbMATE*, que confere tolerância ao alumínio em sorgo.** 2010. 108 f. Tese (Mestrado em Biotecnologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEIFFER, J. A.; LEY, R. E. Exploring the maize rhizosphere microbiome in the field: a glimpse into a highly complex system. **Communicative and Integrative Biology**, v. 6, n. 5, p. e25177, 2013.

VASCONCELOS, M. J. V. de; CARNEIRO, A. A. **Metodologia de análise de biossegurança:** análise de risco de milho geneticamente modificado. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 201).

ZAK, J. C.; WILLIG, M. R.; MORRHEAD, D. L.; WILDMAN, H. G. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. **Soil Biology and Biochemistry**, New York, v. 26, p. 1101-1108, 1994.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Comportamento de Genótipos de Milho Inoculados com *Azospirillum brasilense*

Ana Carolina Costa Arantes⁽¹⁾; Anastácia Fontanetti⁽²⁾; Fernanda Zatti Barreto⁽³⁾;
Thais Borges de Oliveira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante de mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados; Universidade Federal de São Carlos/CCA; Araras, São Paulo; accarantes@gmail.com; ⁽²⁾ Professora; UFSCar/CCA; anastacia@cca.ufscar.br; ⁽³⁾ Estudante de Mestrado PPVBPA; UFSCar/CCA; fernandazbarreto@gmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante de Mestrado PPVBPA; UFSCar/CCA; thais_borges5@hotmail.com

RESUMO: A otimização de processos biológicos, como a fixação biológica de nitrogênio aumentam a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* no crescimento e teor de clorofila em quatro genótipos de milho, visando o sistema orgânico de produção. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 com 4 repetições. O primeiro fator foi constituído por 4 cultivares de milho (Al Bandeirantes, Al Avaré, UFV e DKB 390). O segundo fator pela presença ou ausência da inoculação. Utilizou-se o inoculante comercial, com estirpes da bactéria *Azospirillum brasilense* em concentração mínima de 2×10^8 células viáveis ml^{-1} . As variáveis: altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), teor relativo de clorofila, área foliar total, massa seca do colmo e das folhas foram avaliadas nos estádios V4 e R1 do milho. Em todas as avaliações realizadas não houve efeito da aplicação de *Azospirillum brasilense*. Também não houve efeito da interação entre a inoculação e as cultivares de milho.

Termos de indexação: *Zea mays* L.; composto orgânico; agricultura orgânica.

INTRODUÇÃO

O uso de fertilizantes orgânicos, composto e esterco animais, para o cultivo de milho têm apresentado resultados satisfatórios quanto à produtividade de espigas e grãos (Santos et al., 2009; Maia & Cantarutti, 2004; Silva et al., 2004). Embora o composto orgânico, seja um dos fertilizantes mais empregados na agricultura

orgânica, sua utilização implica na realização da compostagem e requer meio de transporte e aplicação, o que eleva os custos de produção.

O mesmo raciocínio se aplica aos esterco de animais. De acordo com Souza et al. (2008), dependendo do volume aplicado, o composto orgânico pode representar cerca de 28,8% da entrada energética do sistema de produção orgânico. Fato que pode onerar os custos de produção e aumentar a dependência de insumos externos à propriedade.

Neste contexto, a otimização de processos biológicos, como a fixação biológica de nitrogênio (FBN), podem reduzir as doses dos fertilizantes orgânicos, contribuindo para maior sustentabilidade do sistema.

O processo da FBN em gramíneas ocorre por meio de bactérias diazotróficas e especificamente para o milho, a *Azospirillum brasilense* é uma das bactérias que vem proporcionando resultados positivos (Basi, 2013). Entre os efeitos positivos, da interação entre *Azospirillum* e milho estão o aumento da produção de matéria seca e grãos, e também o maior acúmulo de nitrogênio nas plantas (Hungria et al., 2010).

Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* sobre o crescimento, desenvolvimento e teor de clorofila foliar em quatro genótipos de milho, visando o sistema orgânico de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação na UFSCar/CCA, Araras- SP, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015. O

delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 com 4 repetições:

1º fator: 4 cultivares de milho (3 variedades de polinização aberta o Al Bandeirantes, Al Avaré e UFV Soberano; e um híbrido simples DKB 390);
2º fator: presença ou ausência da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Utilizou-se inoculante comercial, com estirpes da bactéria *Azospirillum brasilense* em concentração mínima de 2×10^8 células viáveis mL^{-1} . A parcela experimental foi formada por um vaso com volume 15 dm^3 , e uma planta de milho.

Anterior a inoculação com *A. brasilense*, as sementes de milho passaram por desinfecção, através da lavagem com álcool absoluto (99,9%) por 30 segundos, em seguida, imersão em hipoclorito de sódio (10%), por três minutos, e para finalizar, as sementes foram lavadas 10 vezes com água destilada e esterilizada (Costa et al., 2013).

O solo utilizado, Latossolo Vermelho Eutrófico de textura argilosa, foi coletado na camada arável. Com as características químicas: pH 4,9, P-resina 12 mg dm^{-3} , M.O. 22 g dm^{-3} , K $2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Ca $15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Mg $5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, H+Al $45 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Al $0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, SB $22,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, CTC $67,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, V 33%.

Aos 90 dias, anteriores ao semeio do milho, foi realizada a calagem do solo, para a elevação da saturação de bases para 70%. Posteriormente, o solo foi peneirado, e o volume de 15 dm^3 por vaso, foi misturado com 300g de composto orgânico e 7g de biofósforo (fertilizante organomineral fosfatado que contém matéria orgânica, fornece e disponibiliza o P adsorvido no solo), sendo equivalente a dose de 1,2 g de P_2O_5 . As doses do composto e do biofósforo foram determinadas em função da análise química do solo e da recomendação de adubação para experimentação em vasos, segundo Malavolta (1980). Características químicas do composto orgânico: pH 7,7; C 8,1 %; N 1,10 %; P_2O_5 1,40 %; K_2O_5 0,98 %; CaO 4,04 %; MgO 0,50 %; SO_4 1,24 %.

Para a inoculação do produto comercial foi utilizada uma micropipeta automática e a dose, proporcional a recomendada pelo fabricante, concentração mínima de 2×10^8 células viáveis mL^{-1} , foi aplicada sobre as sementes, com distribuição uniforme. Foram semeadas 3 sementes por vaso, que após a emergência, no estádio V2, foi realizado o desbaste,

permanecendo uma planta por vaso.

As variáveis analisadas foram: altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), teor relativo de clorofila, área foliar total, nos estádios fenológicos V4 e R1. Também avaliou-se a massa seca do colmo e das folhas do milho no estádio R1 (florescimento feminino). O teor relativo de clorofila na folha foi determinado utilizando-se um clorofilômetro eletrônico Falker e as leituras foram realizadas no terço superior da última folha completamente expandida de cada planta (Morais, 2013). A determinação de área foliar (AFT, cm^2) foi realizada com o integrador de aérea foliar portátil LI 3000C, em todas as folhas expandidas da planta.

As características avaliadas foram submetidas ao teste F da análise de variância, e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as avaliações realizadas não houve efeito da aplicação de *Azospirillum brasilense*. Também não houve efeito da interação entre a inoculação e as cultivares de milho (**Tabela 1 e 2**). Esses resultados corroboram com Repke et al. (2013), que não verificaram efeitos do *A. brasilense* no crescimento do milho. Os autores atribuíram o resultado a dois possíveis fatores: número ideal de unidades formadoras de colônia por semente e inibição do *A. brasilense* em função da aplicação de nitrogênio.

A legislação brasileira indica que a quantidade de células viáveis de *A. brasilense* deve ser de 200 milhões mL^{-1} (Hungria, 2011). Quantidade verificada no produto comercial utilizado nesse trabalho. Considerando a dose utilizada 100 mL ha^{-1} , a concentração bacteriana foi de aproximadamente 340 mil unidades formadoras de colônia semente $^{-1}$. De acordo com Arzac et al. (1990) a concentração bacteriana ótima é aproximadamente 17 mil unidades formadoras de colônia por semente, quantidade inferior a utilizada nesse trabalho. No entanto, Roberto et al. (2010) encontraram maior produção de massa verde da parte aérea e massa seca da raiz do milho utilizando 50, 75 e 100 % da dose

de 120 ml ha⁻¹, do mesmo produto comercial empregado.

Em relação à adubação com nitrogênio, Hungria (2011), verificou que nos tratamentos que receberam 100% de N na forma mineral de uréia, o efeito da inoculação com *A. brasiliense* foi em geral nulo. Nesse trabalho, aplicou-se o equivalente a 300 mg kg⁻¹ de N utilizando como fonte o composto orgânico, fato que pode ter afetado a eficiência do *A. brasiliense*.

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias para as variáveis: altura de planta (ALT), diâmetro de colmo (DIAM), teor de clorofila (CLO), no estágio de desenvolvimento do milho, quatro folhas expandidas (V4)

Estádio de quatro folhas expandidas (V4)			
Fontes de variação	Quadrado médio		
	ALT	DIAM	CLO
Cultivares	1527,32 ^{ns}	0,027 ^{ns}	10,53 ^{ns}
Inoculação	1358,51 ^{ns}	0,14 ^{ns}	22,44 ^{ns}
Cult x Ino	697,76 ^{ns}	0,021 ^{ns}	15,16 ^{ns}
CV (%)	16,93	20,28	6,82

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F e Tukey.

Tabela 2. Resumo das análises de variâncias para as variáveis, área foliar total (AFT), altura de planta (ALT), diâmetro de colmo (DIAM), teor de clorofila (CLO), massa seca do colmo (MSC) e massa seca da folha (MSF) no florescimento feminino do milho (R1)

Estádio de florescimento feminino do milho (R1)					
Fontes de variação	Quadrado médio				
	ALT	DIAM	CLO	MSC	MSF
Cultivares	657,19 ^{ns}	283318 ^{ns}	95,58 ^{ns}	193,75 ^{ns}	77,36 ^{ns}
Inoculação	6,57 ^{ns}	146005 ^{ns}	60,22 ^{ns}	480,5 ^{ns}	30,03 ^{ns}
Cult x Ino	3143,95 ^{ns}	18314 ^{ns}	35,62 ^{ns}	110,25 ^{ns}	37,28 ^{ns}
CV (%)	8,50	22,03	17,07	33,24	24,16

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F e Tukey

A leitura média da clorofila no estágio R1 do milho, foi de 35,66, inferior ao valor de 50,34,

observado por Jordão et al. (2010) utilizando o *A. brasiliense* para a inoculação do milho. O teor de clorofila é um bom indicativo da quantidade de nitrogênio, pois mais de 50% do nitrogênio total das folhas são integrantes de compostos do cloroplasto e da clorofila das folhas (Chapman & Barreto, 1997).

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* não afetou o crescimento e a produção de massa seca. Não houve efeitos da interação da inoculação com os genótipos de milho.

AGRADECIMENTOS

FAPESP, CNPq e CAPES

REFERÊNCIAS

- ARSAC, J. F.; LAMOTHE, C.; MULARD, D.; J.FAGES, J. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. **Agronomie**, Paris, v. 10, p. 640-654, 1990.
- BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 50p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava-PR, 2013.
- COSTA, M. R.; CAVALHEIRO, J. C. T.; GOULART, A. C. P.; MERCANTE, F. M. Sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* em sementes de soja tratadas com fungicidas e os efeitos sobre a nodulação e a produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.39, n.3, p.186-192, 2013.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n.1, p. 557-562, 1997.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar.exe. **Sistema de Análises de Variância**. Versão 5.3. 2003.
- HUNGRIA M., CAMPO R. J., SOUZA, E.M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p.413-425, 2010.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.**

Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

JORDÃO, L. T.; LIMA, F. F. de; LIMA, R. S.; MORETTI, A. E.; PEREIRA, H. V.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo. **Anais...** Guarapari, 2010.

MAIA, C.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínuas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, 2004.

MORAIS, Tâmara Prado de. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho.** Dissertação. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. H. J. S.; SILVA, C. J. da; FIGUEIREDO, P. G.; SILVIO, J. B. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p. 214-226, 2013.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D. da; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. **CD-Rom**

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. de; BEZERRA, S. A.; SANTOS, M. do C. A. Adubação orgânica na cultura do milho no brejo Paraibano. **Engenharia Ambiental**, Rio de Janeiro.6, p. 209-216, 2009.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p.326-331, 2004

Comunidade bacteriana e fúngica da rizosfera de milho cultivado sob diferentes fontes de fosfato utilizando sequenciamento de nova geração

Ubiana Cássia Silva⁽¹⁾; Ubiraci Gomes de Paula Lana⁽²⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽³⁾; Sara Cuadros⁽⁴⁾; Julliane Dultra Medeiros⁽⁴⁾; Christiane Abreu de Oliveira Paiva⁽⁴⁾; Vera Lúcia dos Santos⁽⁵⁾

⁽¹⁾Estudante de Doutorado em Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG; ubiana.microb.ufmg@gmail.com; ⁽²⁾Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾Grupo de Genômica e Biologia Computacional /Centro de Pesquisas René Rachou/FIOCRUZ-Minas Gerais, ⁽⁵⁾Professora, UFMG.

RESUMO: O Brasil se enquadra como o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays* L.), porém ainda é muito dependente da importação de insumos agrícolas, como os fertilizantes fosfatados. Para maior sustentabilidade da produção brasileira, tem-se estudado o emprego de fosfatos brasileiros juntamente com inoculantes microbianos capazes de disponibilizar o fósforo (P) dessas rochas no sistema solo-planta. Este trabalho objetivou investigar o perfil da comunidade bacteriana e fúngica da rizosfera do milho, cultivado com diferentes fontes de fosfato. O DNA extraído do solo rizosférico foi amplificado usando marcadores de bactéria (gene ribossomal 16S) e de fungo (região ITS). Os amplicons foram sequenciados na plataforma Miseq da Illumina e mapeados contra banco de dados para inferir a taxonomia. Os resultados demonstraram que o filo Proteobacteria foi dominante em todas as fontes de P avaliadas. Porém a família oxalobacteraceae foi enriquecida no tratamento com adição de fosfato de Araxá. O filo fúngico Ascomycota foi dominante em todas as fontes de P avaliadas, seguido de Glomeromicota que apresentou maior abundância nos tratamentos adicionados de fosfato de Araxá e supertríplo em comparação com o tratamento sem adição de P. Dado o exposto, pode-se concluir que as comunidades bacterianas e fúngicas do solo rizosférico de milho sofreram efeito da fonte de P, este estudo pode contribuir para maior compreensão do papel da comunidade microbiana na nutrição fosfatada do milho e direcionar a seleção de inoculantes microbianos para a melhoria do status nutricional dessa planta.

Termos de indexação: Comunidade microbiana, fosfato de rocha e rizosfera de milho.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas importantes para a agricultura, sendo o segundo cereal mais produzido em escala mundial.

Entretanto, para garantir a produtividade dessa cultura, os sistemas de produção são altamente dependentes de insumos químicos, especialmente fertilizantes. O fósforo (P) é o terceiro componente que limita o crescimento das plantas, estando abaixo apenas do nitrogênio e da água, atuando em inúmeros processos, incluindo fotossíntese, respiração, sinalização celular e síntese de ácidos nucleicos. Entretanto, o Brasil não possui reservas de rochas fosfáticas com teores de P adequados para o processamento convencional de síntese de adubos, o que o torna dependente do mercado externo de fertilizantes (Anda, 2016). Além disso, grande parte do fosfato solúvel adicionado ao solo na forma de fertilizantes fica retido aos óxidos de Ferro e Alumínio nos solos tropicais, como os do cerrado brasileiro (Novais & Smith, 1999).

Uma das alternativas para fertilização fosfatada no Brasil é o emprego de fosfatos de rocha extraídos a partir de minas brasileiras agregado ao uso de micro-organismos com capacidade de disponibilizar o P dessas rochas. Neste contexto, o estudo do perfil da comunidade microbiana com capacidade de crescer associada à planta nas condições estressantes, como a baixa disponibilidade de P, por métodos independentes de cultivo poderá auxiliar no entendimento do papel da microbiota na nutrição do milho, podendo direcionar a busca por micro-organismos eficientes na promoção do crescimento de plantas, propiciando o desenvolvimento de inoculantes microbianos eficazes no suprimento de nutrientes para a cultura do milho. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi de acessar a diversidade da comunidade microbiana associada ao milho cultivado em diferentes fontes de P por meio do sequenciamento de amplicons.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG (19°28'S 44°15'W), sendo composto por três tratamentos (T1:

Solo agrícola sem adição de P; T2: Solo agrícola com adição de P solúvel; T3: Solo agrícola com adição de fosfato de Araxá), sendo um total de nove parcelas, divididas em três blocos. O milho híbrido 30F35YH da Embrapa Milho e Sorgo foi plantado manualmente com matraca em linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 70 cm. O tratamento com adubação fosfatada recebeu 100 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ a partir de trifosfato triplo e fosfato de Araxá aplicados a 5 cm de profundidade, através da abertura de sulcos com enxada abaixo e ao lado da linha de plantio. Após 60 dias do plantio, foram coletadas 5 plantas de cada repetição, totalizando 15 plantas por tratamento e 45 amostras totais. Estas foram transportadas para o laboratório em sacos plásticos de primeiro uso.

Coleta e processamento das amostras

Sub-amostras das raízes com o solo rizosférico aderido foram processadas para extração do DNA total. Inicialmente, as amostras recém colhidas no campo foram lavadas com água para retirar o excesso de solo. Em torno de 5g das raízes mais finas e com solo rizosférico aderido de cada amostra foram adicionadas a um tubo cônico contendo 30 mL de tampão fosfato (Para 1L: 6,33g de NaH₂PO₄.H₂O e 16,5g de Na₂HPO₄.7H₂O). Os tubos foram agitados por 15 s e as raízes transferidas para novo tubo de 50 mL contendo 30 mL do tampão fosfato. O solo obtido deste procedimento correspondeu a primeira fração. Em seguida, as raízes foram homogeneizadas e sonicadas em baixa frequência (50-60 Hz) por 5 min., sendo 5 vezes de sonicação de 30s, seguidos de 30s de descanso. As raízes foram transferidas para novo tubo contendo 30 mL do tampão fosfato e obteve-se a segunda fração de solo (Lundberg et al. 2012). As duas frações de solo rizosférico foram misturadas, centrifugadas e o pellet foi congelado em nitrogênio líquido e armazenado a -80°C.

Extração do DNA

Para a extração do DNA genômico do solo foi utilizado o kit Power Max soil DNA (MoBio Laboratories, Inc., CA, EUA), seguindo instruções do fabricante. A qualidade do DNA foi avaliada em eletroforese de gel de agarose 1% e a quantificação realizada em espectrofotômetro (NanoDrop Technologies, Wilmington, DE).

Preparo da biblioteca de amplicons e sequenciamento de DNA

A partir do DNA metagenômico de solo rizosférico, foi feita a reação de PCR para amplificar as regiões V3 e V4 da subunidade 16S do rDNA de bactéria, utilizando os oligonucleotídeos iniciadores

341F e 806R (Klindworth, et al., 2013), e para a região ITS2 de fungo utilizando os oligonucleotídeos iniciadores ITS3_KYO1-F e ITS4_KYO1-R (Toju et al., 2012). A reação da PCR foi realizada em um volume final de 25 µL, contendo 12,5 µL de 2x KAPA HiFi HotStart ReadyMix, 5 µL de cada primer (1 pmol/µL) e 2,5 µL do DNA (15 ng/µL). A amplificação foi realizada com desnaturação inicial a 95°C por 3 min., seguida de 30 ciclos a 95°C por 30 seg., anelamento a 60°C por 30 seg e extensão a 72°C por 30 seg. A extensão final foi conduzida a 72°C por 5 min. Os amplicons foram purificados com AMPure XP DNA purification beads (Beckman Coulter, Danvers, MA, USA) de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente, os amplicons foram ligados a um par de index (N7 e S5) específico para cada amostra durante uma segunda PCR: para um volume final de 25 µL, adicionou-se 12,5 µL de 2x KAPA HiFi HotStart ReadyMix, 3 µL de cada Nextera XT index, 2,5 µL do produto purificado da primeira PCR e 4 µL de água ultrapura. A amplificação foi realizada com desnaturação inicial a 95°C por 3 min., seguida de 8 ciclos a 95°C por 30 seg., anelamento a 55°C por 30 seg., extensão a 72°C por 30 seg. e extensão final a 72°C por 5 min. O produto da segunda PCR foi purificado com AMPure XP DNA purification beads (Beckman Coulter, Danvers, MA, EUA) seguindo as instruções do fabricante. Após a purificação da segunda PCR, os amplicons foram avaliados quanto a qualidade e tamanho das bandas utilizando Bioanalyzer DNA 1000 chip. Em seguida, as amostras foram quantificadas por qPCR utilizando o kit KK4824 – Kapa Biosystems e normalizadas. Foi feito um pool das amostras para o sequenciamento na plataforma MiSeq da Illumina utilizando o kit V3, usando 2 × 300 bp paired-end.

Análise das sequências e estatística

As sequências obtidas foram demultiplexadas para agrupar as amostras de acordo com o conjunto de index utilizado. Após a triagem inicial das sequências utilizando o filtro de qualidade do sequenciador, as análises seguintes foram baseadas no pipeline desenvolvido pelo Brazilliam Microbiome Project (Pylro et al., 2013). Brevemente, as sequências no formato fastq foram trimadas quanto a qualidade, utilizando o parâmetro phred e truncadas pelo tamanho de 400 pb para bactéria e 300 pb para fungo. Em seguida, foi feita a retirada das sequências únicas (singletons) e filtragem de sequências químicas utilizando o USEARCH. A classificação taxonômica foi feita utilizando o pacote QIIME (Caporaso et al., 2010). Foi feita também a análise de variância da abundância relativa das famílias de bactérias

dominantes (maior ou igual a 3 %) e para todos os filões de fungo encontrados nas três fontes de P avaliadas, seguida do teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação taxonômica das sequências obtidas demonstrou que a fonte de fósforo influenciou no padrão de táxons tanto para bactérias quanto para os fungos da rizosfera do milho. Diferenças na composição da comunidade microbiana no nível de filo foram detectadas entre os tratamentos com as diferentes fontes de P adicionadas ao solo (**Figuras 1 e 2**). Para o grupo de bactéria houve predominância do filo Proteobacteria em todos os tratamentos (**Figura 1**). Outros trabalhos têm detectado também a predominância do filo Proteobacteria na comunidade rizosférica de milho (Peiffer et al., 2013; Johnston-Monje et al., 2016). Mesmo em regiões distantes ao longo do globo terrestre, bactérias pertencentes ao filo Proteobacteria tem sido dominantes na região de solo rizosférico de cultivo de milho, como demonstrado no estudo que avaliou solos do Canadá, Brasil, Flórida e Illinois (Roesch et al., 2007).

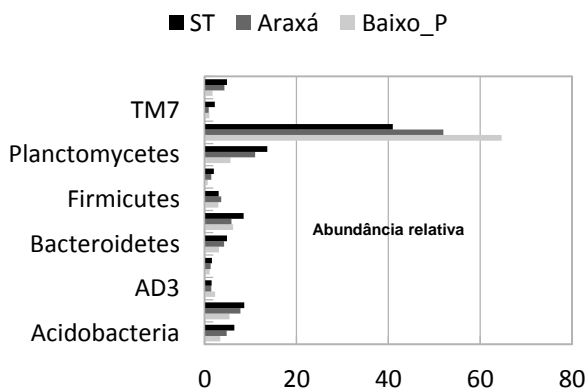


Figura 1: Abundância relativa dos filões de bactéria (maiores que 3%). Baixo P: sem adição de fósforo, Araxá: Adição de fósforo de Araxá e ST: adição de fósforo super triplo.

A família Oxalobacteraceae de Proteobacteria foi a mais abundante ($p < 0,05$) no tratamento adicionado de fósforo de Araxá (**Figura 2**), quando comparado aos demais. Gêneros dessa família são capazes de usar o oxalato e outros ácidos orgânicos como fonte de carbono e energia, o que sugere que este ácido esteja presente na rizosfera do milho cultivado com

fósforo de Araxá, podendo ser secretado por raízes de plantas, fungos filamentosos e bactérias presentes na rizosfera. O oxalato possui função importante já relatada na solubilização do fósforo de Araxá (Mendes et al. 2014; Silva et al. 2014).

A classificação taxonômica das unidades taxonômicas operacionais (OTUs) representativas do grupo de fungos mostrou que Ascomycota foi o filo dominante nos tratamentos para todas as fontes de P, seguido pelos filões Glomeromycota, Basidiomycota, Zigomicota e Chytridiomycota (**Figura 3**). De modo geral, e com exceção do filo Glomeromycota, todos os outros apresentaram abundância relativa com valores muito próximos entre as fontes.

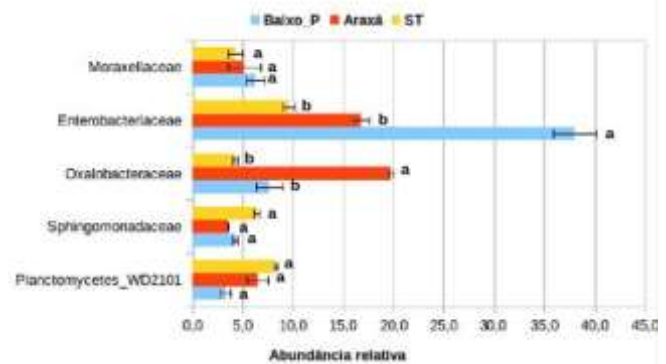


Figura 2: Abundância superior a 3 % das famílias encontradas nos tratamentos com as diferentes fontes de P identificadas na Figura 1. As médias seguidas da mesma letra são significativamente similares pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

A

O filo Glomeromycota apresentou abundância de 7% no tratamento sem adição de P, 16% no tratamento com fósforo de Araxá e 17 % naquele adicionado com supertriplo. Alguns fatores podem ter contribuído para a ocorrência da abundância similar de Glomeromycota nos tratamentos acrescidos de fósforo de Araxá e de super triplo. Por exemplo, o efeito da liberação residual do P a partir do fósforo de Araxá ao longo dos três anos de cultivo de milho adubado com esta rocha na área coletada. Este processo pode ter propiciado uma dose de P solúvel no solo durante o crescimento das plantas similar à provida pelo super triplo e, portanto, a colonização micorrízica não foi alterada nestes dois tratamentos. No tratamento sem adição de P, os resultados foram contrários ao esperado. Nestas condições, a associação micorrízica resulta em aumento da disponibilidade de P para a planta. Por outro lado, as plantas submetidas a elevado estresse nutricional de P, têm o seu crescimento diminuído, o que, possivelmente, interferiu na capacidade de

estabelecer a colonização com fungos micorrízicos arbusculares FMA (Koide e Li, 1990). Outro fator é a ocorrência de competição pelo P na rizosfera entre as hifas dos FMA e as raízes (Smith et al. 2011).

CONCLUSÕES

O filo Proteobacteria foi o mais abundante em todas as fontes de P avaliadas, sendo que a família Oxalobacteraceae foi enriquecida no tratamento com adição de fosfato de Araxá. Para os fungos, o filo glomeromicota apresentou abundância relativa similar nos tratamentos adicionados de fosfato de araxá e supertríplo.

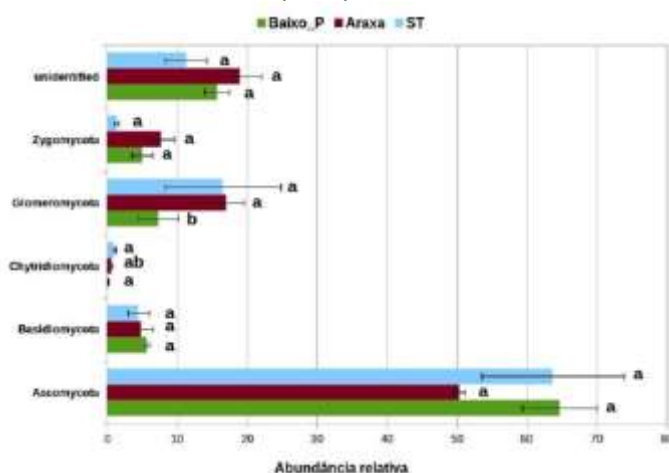


Figura 3: Abundância relativa dos filios de fungos nas diferentes fontes de P identificadas na Figura 1. As médias seguidas da mesma letra são significativamente similares pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao auxílio financeiro da Fapemig, CNPq e Embrapa Milho e Sorgo

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). <http://www.anda.org.br/> acesso em 09 de maio de 2016.

JOHNSTON-MONJE, D., LUNDBERG, D. S., LAZAROVITS, G., REIS, V. M., & RAIZADA, M. N. Bacterial populations in juvenile maize rhizospheres originate from both seed and soil. **Plant and Soil**, p. 1-19, 2016.

KLINDWORTH, Anna et al. Evaluation of general 16S ribosomal RNA gene PCR primers for classical

and next-generation sequencing-based diversity studies. **Nucleic Acids Research**, p. gks808, 2012.

KOIDE, ROGER T.; LI, MINGGUANG. On host regulation of the vesicular—arbuscular mycorrhizal symbiosis. **New Phytologist**, v. 114, n. 1, p. 59-74, 1990.

MENDES, G. O, de Freitas, A. L. M., Pereira, O. L., da Silva, I. R., Vassilev, N. B., & Costa, M. D. Mechanisms of phosphate solubilization by fungal isolates when exposed to different P sources. **Annals of Microbiology**, v. 64. p., 239-249, 2014.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.

PEIFFER, J. A., SPOR, A., KOREN, O., JIN, Z., TRINGE, S. G., DANGL, J. L. & LEY, R. E. Diversity and heritability of the maize rhizosphere microbiome under field conditions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n.16, p. 6548-6553, 2013.

ROESCH, L. F., FULTHORPE, R. R., RIVA, A., CASELLA, G., HADWIN, A. K., KENT, A. D., & TRIPLETT, E. W. Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity. **The ISME journal**, v. 1, n. 4, p. 283-290, 2007.

SILVA, U.C, MENDES, G.O, SILVA, N. M. R., DUARTE, J. L., SILVA, I. R., TÓTOLA, M. R., & COSTA, M. D. Fluoride-tolerant mutants of *Aspergillus niger* show enhanced phosphate solubilization capacity. **PloS One**, v.9, n.10, p.e110246, 2014.

SMITH, S. E., JAKOBSEN, I., GRØNLUND, M., & SMITH, F. A. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. **Plant Physiology** v.156, n.3, p.1050-1057, 2011.

TOJU, A.S. TANABE, S. YAMAMOTO, H. SATO. High-coverage ITS primers for the DNA-based identification of ascomycetes and basidiomycetes in environmental samples. **PloS One**, v. 7, n. 7, p. e40863, 2012.

Diâmetro do colmo de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* em distintas zonas de relevo

Marlo Markus Lopes⁽¹⁾; Luciano Zucuni Pes⁽²⁾; Lúcio de Paula Amaral⁽³⁾; Biane de Castro⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão (PPGAP); Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Santa Maria, Rio Grande do Sul; marlomarkus@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; PPGAP - Colégio Politécnico da UFSM; lucianopes@politecnico.ufsm.br; ⁽³⁾ Professor; Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais da UFSM; amaralufsm@gmail.com; ⁽⁴⁾ Extensionista rural; Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS-Ascar); bianedecastro@gmail.com.

RESUMO: A agricultura de precisão tem por objetivo a gestão dos cultivos e a busca do máximo de rendimento das culturas com o menor consumo de insumos possível. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a inoculação mecanizada e manual das bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) *Azospirillum brasilense* em milho cultivado em diferentes zonas de relevo. O experimento foi conduzido em Cruzeiro do Sul – RS com a semeadura mecanizada do híbrido Velox TL@ de ciclo superprecoce na safra 2015/2016, mediante a inoculação manual das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); controle, mediante a aplicação de nitrogênio e sem a realização de inoculação (T2); e inoculação mecanizada dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T3). O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (tratamento de sementes, controle e aplicação dirigida no sulco) e zonas de relevo (alta, média e baixa), com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de diferença significativa. Não houve influência significativa da inoculação de *A. brasilense*, independente do método de aplicação, no diâmetro médio final do colmo das plantas. Contudo, a inoculação manual e mecanizada ocasionaram o desenvolvimento de plantas com maior diâmetro de colmo nas distintas zonas de relevo, quando comparadas às plantas oriundas de semeadura sem o emprego das BPCP.

Termos de indexação: bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP); agricultura de precisão; pulverizador de inoculação dirigida.

A produção de milho (*Zea mays* L., Poaceae) durante a safra 2000/2001 no RS foi de 6.134.207 t em 1.672.923 ha, com rendimento médio de 3,67 t ha⁻¹. Na safra 2013/2014, foram colhidas 5.389.520 t de milho, em uma área de somente 924.363 ha, evidenciando a redução da área plantada e o aumento da produtividade, alcançando o rendimento médio da ordem de 5,83 t ha⁻¹ (IBGE, 2016).

A mecanização e automação se tornaram importantes à medida que o aumento da escala de produção dificultou a percepção do agricultor sobre o campo e os tratamentos agrônômicos passaram a demandar alto rendimento operacional (MOLIN, 1997). O uso da automação e controle da pulverização ocorre a partir da utilização da eletrônica embarcada e viabiliza a aplicação localizada de insumos em quantidades variáveis e em tempos específicos, otimizando custos de produção e insumos, colaborando para que níveis de produtividade pré-estabelecidos para uma determinada cultura sejam obtidos (MOLIN, 2015). A automação e instrumentação a cada dia são mais necessárias devido à escassez e ao custo da mão de obra no campo, ao mesmo tempo em que se busca sustentabilidade econômica, social e ambiental (NAIME et al., 2014).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) *Azospirillum brasilense* são endófitas facultativas (HUERGO et al., 2008), denominadas diazotróficas ou fixadoras de N₂ por aportarem nitrogênio às plantas via fixação biológica e aumentarem a eficiência de utilização dos fertilizantes. Associam-se em diferentes graus de especificidade às espécies de Poaceae e Fabaceae, como ocorre, respectivamente, com o milho e a soja, o que representa uma estratégia viável

INTRODUÇÃO

economicamente para essas culturas, além dos benefícios ambientais associados à redução do uso de fertilizantes (HUNGRIA et al., 2015). A agricultura de precisão pode contribuir para o desenvolvimento de equipamentos específicos para a aplicação de insumos biológicos (microrganismos vivos), sendo que esses insumos necessitam um acondicionamento e um meio propício para a sobrevivência das colônias, de modo a garantir uma maior eficiência do produto inoculado, garantindo um número satisfatório de microrganismos no processo da inoculação (CÂMARA, 2014). Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes métodos de aplicação do inoculante das BPCP *A. brasilense*, composto pelas cepas Ab-V5 e Ab-V6, no diâmetro médio final do colmo do milho em distintas zonas de relevo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de milho de 2,5 ha no município de Cruzeiro do Sul – RS, na safra 2015/2016. O solo predominante da região é classificado como Chernossolo Háplico Órtico típico (STRECK et al., 2008).

A variedade híbrida de milho Velox TL® (Syngenta) de ciclo superprecoce foi semeada, em sistema de plantio direto, no dia 09 de agosto de 2015, com espaçamento de 0,80 m x 0,21 m, totalizando uma densidade de 75.000 plantas ha⁻¹. Os tratamentos foram constituídos de inoculação manual das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); controle, mediante a aplicação de nitrogênio e sem a realização de inoculação (T2); e inoculação mecanizada dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T3).

A fertilização da área foi realizada de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). Foram aplicados 280 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 9-25-15 na adubação de base e 350 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) na adubação de cobertura do milho, durante o estágio fenológico vegetativo de seis folhas desenvolvidas (V6).

Foi utilizado o inoculante comercial da marca Simbiose®, composto pelas cepas Ab-V5 e Ab-V6 de BPCP *A. brasilense*, produto apresentado na concentração de 5x10⁸ células por mL e inoculado na mesma data da semeadura. Para a inoculação direta das sementes (T1), foram aplicados 100 ml ha⁻¹ do inoculante comercial, distribuídos manualmente de maneira uniforme nas sementes. Para a realização da inoculação mecanizada dirigida no sulco (T3), foi utilizada uma

concentração quatro vezes maior do que a concentração empregada na inoculação direta das sementes (T1), correspondendo a 400 ml ha⁻¹ aplicados diretamente no sulco de semeadura. O equipamento utilizado para realizar a inoculação dirigida no sulco (T3) foi o pulverizador de inoculação H₃M KSP 250®, que contém um tanque com capacidade para 250 l de volume de calda. A aplicação da calda foi fracionada à dose de 20 l ha⁻¹ em oito linhas de semeadura.

Foram coletados 27 pontos amostrais no centro de cada repetição dos respectivos tratamentos e aferidos com trena métrica o diâmetro do colmo a 10 cm de altura do solo, em 29 de dezembro de 2015. Nesses pontos também foram registradas as coordenadas geográficas, através do aplicativo CR Campeiro - C7 GPS Dados, sendo classificadas as zonas de relevo em: alta (Z3), compreendida entre 82 m a 98 m de altitude; média (Z1), de 87 m a 102 m de altitude; e baixa (Z2), com valores entre 86 m e 101 m de altitude.

O delineamento experimental foi em fatorial (3x3), considerando métodos de inoculação (inoculação das sementes, sem inoculação e aplicação dirigida no sulco) e zonas de relevo (alta, média e baixa), com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, no caso de diferença significativa. As análises estatísticas, precedidas dos testes de homogeneidade de variâncias de Bartlett e de normalidade de Shapiro-Wilk, aos quais os dados atenderam, foram realizadas com o uso do programa estatístico Assistat 7.7 Beta® (SILVA e AZEVEDO, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As BPCP necessitam de um acondicionamento ideal para a sobrevivência das colônias, de modo a garantir um número de microrganismos viáveis e propiciar que ocorra de forma satisfatória a colonização nos tecidos das plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). A utilização de pulverizadores de inoculação dirigida é uma ferramenta que proporciona um acondicionamento favorável para a manutenção da viabilidade dos insumos biológicos e a dinamização dos processos de aplicação destes insumos (DENARDIN, 2006; PINHEIRO et al., 2013).

No entanto, independente do método de aplicação do inoculante nas sementes de milho, não houve influência significativa de *A. brasilense* no diâmetro médio final das plantas (Tabela 1). Nakao et al. (2014) também não verificaram influência da

aplicação de *A. brasilense* no diâmetro do colmo do sorgo granífero em diferentes estádios de desenvolvimento, porém a concentração de inoculante afetou esse parâmetro, bem como, houve interação significativa entre os estádios de aplicação e as concentrações.

Tabela 1. Diâmetro médio final do colmo do milho, cultivar Velox TL[®], semeado em diferentes relevos e sistemas de inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Tratamento	Diâmetro do colmo (cm)	
	Método de Inoculação	Zonas de Relevo
T1 - inoculação da semente	8,17 ^{ns}	8,17 a
T2 - testemunha	7,84	7,79 b
T3 - inoculação dirigida no sulco	8,42	8,58 a

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Teste de Tukey.

^{ns} Não significativo.

As bactérias diazotróficas *Azospirillum* spp. têm a capacidade de colonizar, além do sistema radicular, também o colmo das gramíneas (SIQUEIRA e FRANCO, 1988). Mendonça et al. (2006) observaram que as bactérias se localizam mais frequentemente nas raízes, seguida pelos colmos e folhas de milho. Possivelmente, nas condições experimentais do presente trabalho, não tenha ocorrido a colonização dos colmos das plantas em níveis suficientes para alterar significativamente a morfologia. No entanto, o diâmetro do colmo não está necessariamente relacionado à produção final de grãos, como evidenciado no trabalho de Nakao et al. (2014), em que as BPCP proporcionaram o aumento da produtividade de grãos sem, contudo, alterarem o diâmetro do colmo do sorgo granífero.

Houve interação significativa ($dms = 0,81$ cm) entre a realização da inoculação e as zonas de relevo (alta, média e baixa). De um modo geral, a inoculação manual e mecanizada ocasionaram o desenvolvimento de plantas com maior diâmetro de colmo nas distintas zonas de relevo, quando comparadas às plantas oriundas de semeadura sem o emprego das BPCP.

Esse maior desenvolvimento do colmo pela aplicação das BPCP pode ter ocorrido em virtude da fixação de N₂ ter suprido à demanda das plantas em diferentes zonas de fertilidade, situação que não ocorreu sem o emprego do inoculante. Além da correção e adubação a taxas variáveis, a agricultura de precisão pode contribuir, de forma integrada, a outros aspectos relacionados à racionalização do

uso de insumos (SANTI et al., 2009; RESENDE, 2010), a exemplo da inoculação com *A. brasilense*.

CONCLUSÕES

A inoculação de *A. brasilense*, independente do método de aplicação, não interfere no diâmetro médio final do colmo das plantas de milho híbrido superprecoce Velox TL[®]. Contudo, a inoculação manual e mecanizada ocasionam o desenvolvimento de plantas com maior diâmetro de colmo em distintas zonas de relevo, quando comparadas às plantas oriundas de semeadura sem o emprego das BPCP.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica de nitrogênio Em soja. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 147, p. 1-9, 2014.

DENARDIN, N. D. Aplicação de inoculantes define sucesso da nodulação. **Visão Agrícola**, Piracicaba, USP/ESALQ, v. 5, p. 35-37, 2006.

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G. ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Córdoba, Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.17-28.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contém informações sobre a produção de milho brasileira**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

MENDONÇA, M. M.; URQUIAGA, S. S.; REIS, V. M. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1681-1685, 2006.

MOLIN, J.P. Agricultura de precisão. Parte I: o que é o estado da arte em sensoriamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.17, n.2, p.97-107, 1997.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

NAIME, J. M.; MATTOSO, L. H. C.; SILVA, W. T. L.; CRUVINEL, P. E.; MARTIN-NETO, L.; CRESTANA, S. **Conceitos e aplicações da instrumentação para o avanço da agricultura**. Brasília: Embrapa, 2014. 412p.

NAKAO, A. H.; SOUZA, M. F. P.; DICKMANN, L.; CENTENO, D. C.; RODRIGUES, R. A. F. Resposta do sorgo granífero à aplicação de diferentes doses e épocas de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via foliar. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2702-2714, 2014.

RESENDE, Á. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; COELHO, A. M. CORAZZA, E. J.; VILELA, M. F.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; BASSOI, L. H.; NAIME, J. M. Agricultura de precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo, segurança alimentar e sustentabilidade. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Anais...** Disponível em: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/publicacoes/publicacoes-da-rede-ap/2010/rbmcsa-2010/agricultura-de-precisao-no-brasil-avancos-dificuldades-e-impactos-no-manejo-e-conservacao-do-solo-seguranca-alimentar-e-sustentabilidade/view>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; FLORA, L. P. D.; SMANIOTTO, R. F. F. Agricultura de precisão: é chegada a hora da integração do conhecimento. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 105, p. 24-30, 2009.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the assistat-statistical assistance software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 394 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Formação de Calos Embriogênicos em Genótipos de Milho Tropical

Fernanda Ferreira Salgado⁽¹⁾; Andréa Almeida Carneiro⁽²⁾; Meire de Cassia Alves⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Biotecnologia, Faculdade Ciências da Vida, Sete Lagoas; Minas Gerais; E-mail: fernanda-salgado@outlook.com; ⁽²⁾ Pesquisadora, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O milho é uma das maiores culturas de cereal do mundo. É empregado principalmente como ração animal, mas a indústria vem aumentando a sua utilização como insumo na fabricação de mais de uma centena de produtos. Assim, é de grande relevância para o desenvolvimento de novas linhagens mais produtivas estudos relacionados com a sua transformação genética. Para a produção de um evento transgênico de milho via *Agrobacterium tumefaciens* é essencial o estabelecimento de um protocolo eficiente de regeneração das células transgênicas. A embriogênese somática é o procedimento mais utilizado para regeneração de plantas de milho. O objetivo desse trabalho é selecionar linhagens tropicais capazes de formar embriões somáticos de maneira eficiente em Cultura de Tecidos utilizando como fonte de explante embriões zigóticos imaturos de 20 linhagens distintas de milho tropical fornecidas pelo Banco de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo. Os embriões imaturos foram cultivados em meio de indução de calos, suplementados com diferentes concentrações de 2,4-D (1,5; 5,0; 10,0 mg L⁻¹) sendo avaliados a porcentagem de calos embriogênicos formados. As linhagens L2, L12, L16 e L19 apresentaram alta capacidade de produção de calos embriogênicos. Estas linhagens poderão ser testadas na produção de plantas transgênicas de milho.

Termos de indexação: embriogênese somática, genótipos tropicais, concentração de 2,4-D.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) pertence à família das gramíneas; é uma planta anual, monóica, de fecundação cruzada. Seu grão é uma cariopse contendo somente um embrião (Gonçalves, 2013).

Segundo dados de 2016 da *FAO – Food and Agriculture Organization*, este cereal ocupa a terceira posição como cultivar de maior produção mundial, apresentando grande importância na economia brasileira devido à ocupação de destaque na produção agrícola do país, podendo ser utilizado na alimentação do gado, produção de etanol, produção de alimentos como amido, xarope de glicose, óleo, adoçante, entre outros (Cho, 2014). É produzido principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

O milho é a terceira maior cultura de cereal no Brasil com uma produção total de 84.7 milhões de toneladas, no ano 2015 (Conab 2016). Atualmente, a transformação genética de plantas está sendo utilizada como estratégia para obtenção de materiais com resistência a pragas e doenças, tolerância a herbicida e melhoria na qualidade nutricional. Devido a essa importância, é de grande relevância a seleção de genótipos tropicais com boa eficiência de regeneração em cultura de tecidos para o desenvolvimento de novas linhagens mais produtivas e adaptadas a diferentes estresses bióticos e abióticos utilizando a transgenia (Cho, 2014).

A cultura de tecidos vegetal é uma técnica utilizada para manipular plantas a nível celular em ambiente asséptico, sob condições controladas, sendo o melhoramento genético uma de suas principais aplicabilidades (Bevitori, 2013; Dagla, 2012).

A regeneração celular pode ocorrer através de duas vias a organogênese e a embriogênese somática (Gorji et al., 2011). A embriogênese somática é a técnica mais utilizada para a regeneração de milho *in vitro*. Calos embriogênicos de milho podem apresentar duas formas, calo do Tipo I e calo do Tipo II, sendo que os calos do Tipo II apresentam maior eficiência para regeneração de plantas (Armstrong e Green, 1985).

A regeneração é influenciada pelo tipo de explante e pela composição do meio de cultura

(Armstrong e Green, 1985; Songstad et al, 1991; Bohorova et al. 1995). Até o momento o escutelo de embriões imaturos e o meio de cultivo N6(Chu et al. 1975) suplementado com diferentes auxinas e citocininas tem sido a combinação de explante e meio de cultivo com os melhores resultados de regeneração para diferentes cultivares de milho.

Neste trabalho são apresentados os resultados da eficiência de formação de calos embriogênicos para 20 genótipos tropicais de milho cultivados em meio basal N6 suplementado com diferentes concentrações de 2,4-D.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas vinte linhagens distintas de milho tropical (**Tabela 1**), pertencente ao Banco de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas / MG. Embriões imaturos com 1,5 e 2,0 mm isolados entre dez a 15 dias após a polinização foram utilizados como explantes. .

Para a coleta dos embriões as espigas foram despalhadas, enxaguadas com álcool 70% e esterilizadas em solução de 1:1 de hipoclorito de sódio comercial a 50% e água destilada, com duas gotas de detergente comercial, por 20 minutos sobre agitação. Após este processo, dentro da câmara de fluxo laminar, as espigas passaram por tríplex lavagem com água destilada autoclavada. Posteriormente ao processo de esterilização, ocorreu a extração dos embriões imaturos.

Tabela 1 - Linhagens de Milho Tropical

Linhagem	Sigla do Melhoramento de Milho/CNPMS
L1	L-228-3
L2	L-262841-1-4-1
L3	521274
L4	531542
L5	521236
L6	L-521283
L7	371087-3
L8	371049-1
L9	541145
L10	371066-6
L11	521343
L12	371066-7
L13	3810227-1
L14	3820987-1
L15	482011-43
L16	590435-1
L17	3810067-7
L18	L-590027-7

L19	552220F
L20	3821095-5

Foram utilizados 360 embriões zigóticos imaturos de cada linhagem. Eles foram posicionados com o eixo embrionário em contato com o meio de indução de calos MICT (4,3 g de N6 sais; 30 g de sacarose; 100 mg de myo-inositol; 2,9 g de prolina; 3,0 g de phytigel; 15 mg de nitrato de prata; 1,0 ml de N6 vitaminas; PH 5,8) suplementado com diferentes concentrações de 2,4 D (1,5; 5,0 e 10,0 mg/L). As placas vedadas com filme PVC foram incubadas no escuro a temperatura de 28°C por 45 dias, sendo subcultivados a cada 15 dias.

Foram realizadas quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição composta de uma placa contendo 30 embriões imaturos, totalizando 120 embriões por tratamento.

A formação de calos embriogênicos foi observada com o auxílio de um estereoscópio Zeiss.

A variável analisada foi a porcentagem de calos embriogênicos formados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo quatro linhagens de milho de origem tropical apresentaram capacidade de formação eficiente de calos embriogênicos em meio MICT suplementados com 2,4-D. As demais apresentaram baixa ou nenhuma formação de calos embriogênicos.

As linhagens utilizadas apresentaram resultados diferentes de acordo com a concentração de 2,4-D presente no meio basal. As linhagens L12 e L16 apresentaram melhor desenvolvimento no meio de indução de calos em concentração de 1,5 mg de 2,4-D e a L19 apresentou resultados satisfatórios em concentração de 5,0 mg de 2,4-D, enquanto que a linhagem L2 formou calos embriogênicos de maneira semelhante em todas as concentrações utilizadas (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Formação de calos embriogênicos de milho em meio N9 suplementado com diferentes concentrações de 2,4-D.

Linhagem	Concentração de 2,4 D		
	1,5 mg	5,0 mg	10,0 mg
L1	5,55%	0%	2,22%
L2	31,67%	35,83%	45%
L3	11,67%	14,16%	8,33%
L4	3,33%	0%	12,5%
L5	13,33%	19,17%	8,89%

L6	20%	26,67%	1,67%
L7	18,33%	15,83%	4,17%
L8	0%	16,67%	0%
L9	3,33%	14,44%	18,33%
L10	21,67%	21,67%	0%
L11	5%	6,67%	5%
L12	68,89%	53,33%	14,17%
L13	26,67%	0%	1,67%
L14	5%	0%	0%
L15	0%	1,67%	1,67%
L16	54,17%	37,5%	12,5%
L17	10%	5%	3,33%
L18	0%	0%	0%
L19	26,67%	81,11%	85,83%
L20	24,17%	5%	7,5%

Figura 1: Tipos de calos mais comumente encontrados para as diferentes linhagens de milho cultivadas em meio N6 suplementado com 2,4-D.

CONCLUSÕES

O meio de cultura MICT suplementado com 2,4-D apresentou capacidade de indução de calos embriogênicos para quatro linhagens de milho tropical.

Experimentos futuros serão direcionados para a regeneração dos calos embriogênicos. Também será testada a capacidade da *Agrobacterium tumefaciens* em infectar estes genótipos tropicais de milho.

AGRADECIMENTOS

A EMBRAPA Milho e Sorgo e a Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, C.L.; GREEN, C.E. Establishment and maintenance of friable, embryogenic maize callus and the involvement of L-proline. *Planta* v. 164, p.207-214, 1985.

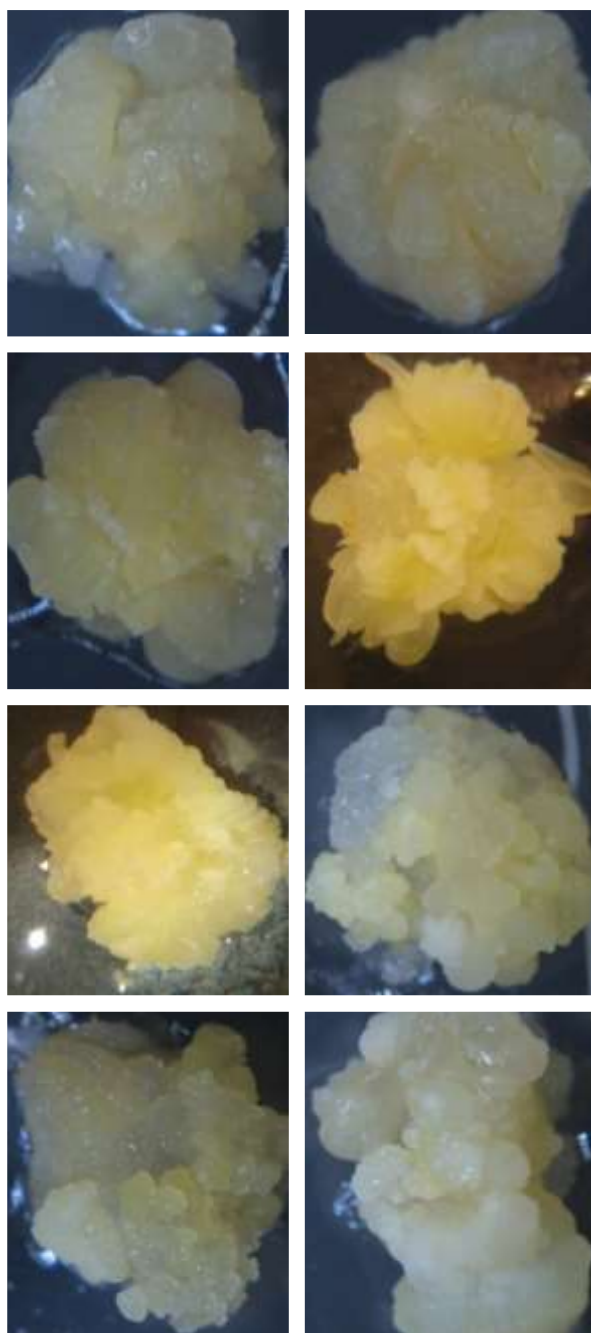
BEVITORE, R. Cultivo in vitro do arroz (*Oryza sativa* L.): Conceitos básicos e protocolos. v. 21, p.16-22, 2013.

BOHOROVA, N. E.; LUNA, B.; BRITO, R. M.; HUERTA, L. D.; HOISINGTON, D.A. Regeneration potential of tropical, subtropical, mid altitude, and highland maize inbreds. *Maydica*, v. 40, p. 275-281, 1995.

CHO M-J.; WU, E.; KWAN, J.; YU, M.; BANH, J.; LINN, W.; ANAND, A.; LI, Z.; TERONDE, S.; REGISTER III, J.C.; JONES T.J.; ZHAO Z-Y. *Agrobacterium*-mediated high-frequency transformation of an elite commercial maize (*Zea mays* L.) inbred line. *Plant Cell Rep*, v.33, p.1767-1777, 2014.

Conab Companhia Nacional de Abastecimento (2016) Acompanhamento da Safra Brasileira / grãos. Versão3 – Safra 2015/16 – N.8. Available at http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_10_09_03_26_boletim_graos_maio_2016.pdf. Accessed on May12, 2016.

DAGLA, H R. Plant Tissue Culture: Historical Developments and Applied Aspects. *RESONANCE*, p.759-767, 2012.



FAO - Food and Agriculture Organization. Disponível em:
<http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em 19 abril 2016.

GARROCHO-VILLEGAS, V; JESÚS-OLIVEIRA, M, T;
QUINTANAR, E,SI; Maize SomaticEmbryogenesis:
Recent Features to Improve Plant Regeneration. Víctor M.
Loyola-Vargas and Neftalí Ochoa-Alejo (eds.), Plant Cell
Culture Protocols, Methods in Molecular Biology, v. 877,
p.173-182, 2012.

GONÇALVES, G. M. B.; Desempenho Agrônômico e
Adaptativo e Divergência Genética de População de Milho
Local Derivadas de MPA1 em Processo de Melhoramento
Genético. 2013. f.48.Monografia na área de Agronomia -
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GORJI, A. Y.; In vitro plant generation of tropical maize
genotypes. 2011 International Conference on
Environmental, Biomedical and Biotechnology IPCBEE
v.16, p.52-59, 2011.

RODRIGUEZ, J, P; MANZANO, C; MORENO-RISUENO,
M, A;; Post-embryonic organogenesis and plant
regeneratio from tissues: two sides of the same coin ?.
Review Article, v.5, article 219, 2014.

SONGSTAD, D.D.; ARMSTRONG, C.L.; PETERSEN,
W.L. Silver nitrate increase type II callus production from
immature embryos of maize inbred B73 and its
derivatives. Plant Cell Reports, v.9, p.699-702, 1991.

SOUZA, R. A. V.; Transformação Genética e Avaliação de
Promotores Heterólogos para o Controle de Expressão
Gênica em Milho. 2015. f 103. Dissertação (Doutorado em
Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia - UFV
- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Identificação molecular e diversidade genética de bactérias solubilizadoras de fósforo

Ubiraci Gomes de Paula Lana^(1,2); Eliane Aparecida Gomes⁽³⁾, Amanda Nayê Guimarães Tavares⁽⁴⁾; Júlia Leles⁽⁴⁾; Christiane Abreu de Oliveira Paiva⁽³⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽³⁾

⁽¹⁾ Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; ubiraci.lana@embrapa.br; ⁽²⁾ Professor; Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Bolsista FAPEMIG, Faculdade Ciências da Vida.

RESUMO: O fósforo (P) é um dos elementos essenciais na nutrição de plantas, sendo um fator determinante na produtividade agrícola. Embora os solos contenham geralmente uma grande quantidade de P, apenas uma pequena proporção está disponível para absorção pelas plantas. Assim, microrganismos são alternativas para substituição total ou parcial de insumos químicos, permitindo o aproveitamento, pelas plantas, do P insolúvel do solo ou adicionado na forma de fosfatos de rocha. Estudos anteriores realizados na Embrapa Milho e Sorgo isolaram microrganismos endofíticos e da rizosfera de milho eficientes na solubilização de P do solo. O objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar a diversidade filogenética de dez estirpes de bactérias eficientes na solubilização de P por sequenciamento do gene 16S rDNA e BOX-PCR. A análise filogenética permitiu a identificação e diferenciação do isolados que pertencem aos gêneros *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* e *Ochrobactrum*. As bactérias solubilizadoras de P apresentam alta diversidade genética e podem ser diferenciadas pelo sequenciamento da região 16S rDNA e análise por BOX-PCR. A maioria dos microrganismos eficientes na solubilização de P caracterizados neste trabalho são do gênero *Bacillus*.

Termos de indexação: Solubilizadores de P, caracterização molecular, diversidade genética.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é o segundo nutriente mais limitante no desenvolvimento das plantas, afetando drasticamente o rendimento de grãos. Embora os solos contenham geralmente uma grande quantidade de P total, apenas uma pequena proporção está disponível para absorção pelas plantas, principalmente como íon ortofosfato (Tinker & Nye, 2000). Em condições tropicais, a precipitação e a fixação de P são os principais responsáveis pela baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados solúveis. Até 80% do fertilizante pode ser

complexado com íons Fe, Al, e Ca presentes no solo, o que impede sua absorção pelo sistema radicular (Novais & Smyth, 1999). O uso de microrganismos consiste numa importante estratégia para melhorar a eficiência no aproveitamento de P do solo pelas plantas (Khan et al., 2007). Atualmente, a Embrapa Milho e Sorgo possui um banco de microrganismos funcionais, incluindo cepas endofíticas e presentes na rizosfera de milho eficientes na solubilização de P. Dessa forma, a caracterização molecular e filogenética de bactérias nativas de solos brasileiros torna-se importante para a recomendação de estirpes que poderão ser utilizadas como inoculantes nos sistemas de produção agrícola.

O objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar a diversidade filogenética de dez estirpes de bactérias eficientes na solubilização de P.

MATERIAL E MÉTODOS

Cepas e condições de cultura

As cepas bacterianas rizosféricas B30K, B32, B70, B116, B119 e endofíticas 1920, 1923, 1940, 2084 e 2088, pertencentes ao banco de microrganismos funcionais da Embrapa Milho e Sorgo foram previamente selecionadas com base na alta eficiência de solubilização de fontes de P. Colônias isoladas foram inoculadas em 5 mL de meio LB e crescidas à 28°C por 48 h com agitação de 150 rpm. As amostras foram centrifugadas a 14.000 rpm por 10 min, o sobrenadante descartado e adicionado 1 mL de NaCl 0,8% (m/v). As amostras foram centrifugadas e o precipitado ressuspenso em 567 µL de TE (Tris-HCl 10 mM, EDTA 1 mM; pH 8,0).

Extração de DNA

Para isolamento do DNA genômico foram adicionados 30 µL de SDS 10% (m/v) e 3 µL de proteinase K 20 mg/mL. As amostras foram homogeneizadas e incubadas a 37°C por uma hora. Foram adicionados 100 µL de NaCl 5 M e 80 µL de solução de CTAB/NaCl (CTAB 100 mg/mL e NaCl

0,7 mol/L) e as amostras agitadas e incubadas a 65°C por 10 min. Em seguida, foram adicionados 600 µL de clorofórmio/octanol (24:1), as amostras homogeneizadas por 15 min e centrifugadas a 14.000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi transferido para outro microtubo contendo 600 µL de isopropanol 99% (v/v) gelado. As amostras foram centrifugadas e o precipitado lavado com 1 ml de etanol 70% (v/v). Os tubos foram centrifugados por 5 min a 14.000 rpm, o sobrenadante foi descartado e o etanol residual retirado em centrífuga a vácuo por 5 minutos. Ao final o precipitado foi ressuscitado em 50 µL de tampão TE com RNase (Tris-HCl 10 mM; 1 mM EDTA, pH 8,0; 0,1 µg/µL RNase A).

Amplificação e clonagem do gene 16S rRNA

Para identificação molecular das cepas, o gene 16S rDNA foi amplificado utilizando os primers 8F e 1492R (Galkiewicz & Kellogg, 2008). A reação de PCR foi constituída por 30 ng de DNA, 0,4 µM de cada primer, 2 µL de tampão de reação 10 X, 3 mM de MgCl₂, 0,125 mM de dNTPs, 1 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen, Carlsbad, EUA) em 20 µL. Os ciclos de amplificação foram: desnaturação a 95°C por 2 min, 35 ciclos de 94°C por 30 seg, 55°C por 30 seg e 72°C por 2 min, e alongação final de 72°C por 5 min, mantendo a reação a 10°C. Em seguida, 5 µL do produto da reação de PCR com GelRed (Biotium, Leuven, Belgium) foi submetido à eletroforese em gel de agarose 1% (m/v) a 100 V.

Para clonagem, 3 µL do produto da reação foram misturados com 1 µL de vetor pGEM-TEasy (Promega, Madison, USA), 5 µL de tampão de ligação e 1 µL de T4 DNA ligase (10 U/µL). A reação foi incubada a 4°C por 16 h. Cinco µL da reação de ligação foram utilizados na transformação de *E. coli* DH5α por choque térmico (Sambrook et al., 2001). Os clones contendo o inserto de interesse foram confirmados a partir de PCR de colônias de acordo com as condições de amplificação anteriormente descritas. A extração do DNA plasmidial foi realizada com o kit Wizard® Plus SV Minipreps DNA Purification System (Promega) a partir das colônias crescidas em meio de cultura LB com ampicilina (100 µg/mL) a 37°C por 16 h.

Sequenciamento do gene 16S rRNA

As reações de sequenciamento foram preparadas com 100 ng do DNA plasmidial; 0,5 µL de Big Dye V3.1 (Applied Biosystems, Foster City, CA); 1,75 µL do tampão de sequenciamento 5X e 5 pmols de primer, em 10 µL, utilizando primers M13 (Promega, Madison, USA) e específicos para o gene 16S rDNA: 8F, 515F, 902R, 1492R (Galkiewicz & Kellogg, 2008). As reações foram

submetidas a 96°C por 20 seg, 50°C por 15 seg, 60°C por 4 min, por 30 vezes, mantendo a reação a 10°C. Em seguida, 5 µL de EDTA 125 mM e 60 µL de etanol absoluto foram adicionados, as amostras incubadas por 20 min no escuro e centrifugadas por 45 min a 4.000 rpm, descartando-se o sobrenadante. Foram adicionados 60 µL de etanol 70% (v/v), sendo os microtubos centrifugados a 4.000 rpm 10 min, o sobrenadante removido e as amostras secas à temperatura ambiente no escuro. Em seguida, foram ressuscitadas em 10 µL de formamida (Applied Biosystems), desnaturadas a 95°C por 5 min e injetadas no equipamento ABI3500XL (Applied Biosystems). As sequências foram analisadas com o software Sequencher 5.4 (Gene Codes Corporation, Ann Arbor, EUA) e comparadas com o banco de dados público *GenBank* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) por meio da ferramenta blastn (Altschul et al., 1997).

BOX PCR

Para a análise de diversidade filogenética as reações de PCR foram constituídas num volume de 20 µL com 50 ng de DNA, 2 µL de tampão 10X, MgCl₂ 2 mM, 0,125 mM de dNTPs, 1 U de Taq DNA polimerase (Kapa Biosystems, Boston, USA) e 0,5 µM do primer BOX1R (Versalovic et al., 1994). As condições de amplificação foram 95°C por 3 min, 40 ciclos de 94°C por 1 min, 45°C por 1 min e 72°C por 3 min, alongação final de 72°C por 10 min, mantendo a reação a 10°C. As amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose 1% (m/v) por 1 h a 100 V, corado com GelRed (Biotium, Leuven, Belgium) e fotografado no equipamento L-Pix Imagem (Loccus Biotecnologia, Cotia, Brasil).

Análise estatística

Análise de agrupamento baseada no gene 16S rDNA foi realizada utilizando-se o programa MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) versão 7.0.14 com modelo de distância K2P e algoritmo Neighbor-Joining e bootstrap com 1.000 repetições. Os perfis de DNA obtidos por BOX-PCR foram analisados pelo software Bionumerics 6.1 (Applied Maths, St. Martens-Latem, Bélgica), com UPGMA, coeficiente de Jaccard e tolerância de 1%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primes para amplificação da região do gene 16S rDNA foram utilizados na identificação molecular de bactérias. Um fragmento de aproximadamente 1,4 kb foi amplificado e sequenciado em todas as 10 cepas eficientes na solubilização de P, permitindo a identificação dos gêneros *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* e *Ochrobactrum* (Tabela 1).

Para determinar o relacionamento genético das bactérias, foi realizada uma análise de agrupamento

baseada nas sequências do 16S rDNA. As cepas B30K, B32, B70, B116, B119, 1920, 1923, 1940, 2084 e 2088 foram comparadas e agrupadas com microrganismos da mesma espécie depositados no Genbank (**Figura 2**). Foi observada uma elevada diversidade genética entre as cepas eficientes na solubilização de P.

Os resultados apresentados pela análise dos perfis de DNA por BOX-PCR reforçam essas evidências (**Figura 3**). Considerando uma similaridade de 25%, três grupos podem ser observados. O grupo I foi formado pela cepa B32 (*Bacillus*), o grupo II caracterizado pelas cepas 1923, 1920, 2084 e B116, todas identificadas como *Bacillus* e o agrupamento III composto pelas cepas B119, B30K, 2088, 1940 e B70, de diferentes espécies. As cepas 1920 e 2084, *Bacillus subtilis* apresentaram perfis semelhantes com o BOX-PCR.

Diversos trabalhos têm relatado o aumento do crescimento de plantas e absorção de nutrientes em milho a partir da inoculação com microrganismos solubilizadores de P sob condições de casa de vegetação ou campo (Hameeda et al., 2008; Kumar et al., 2007). Entre a grande diversidade de bactérias com efeitos positivos, incluem-se espécies dos gêneros *Pseudomonas* (Kaur & Reddy, 2015) e *Bacillus* (Hameeda et al., 2008). Segundos tais autores, a maioria desses microrganismos promoveu efeitos significativamente positivos sobre o rendimento de grãos, peso seco total e conteúdo de P em plantas de milho.

Assim, os microrganismos caracterizados neste trabalho têm potencial para o desenvolvimento de biofertilizantes de baixo custo de forma a possibilitar uma diminuição da utilização de fosfatos solúveis, além de permitir a manutenção da produtividade das culturas de uma forma mais econômica e ambientalmente sustentável.

CONCLUSÕES

As bactérias solubilizadoras de P apresentam alta diversidade genética e podem ser diferenciadas pelo sequenciamento da região 16S rDNA e análise por BOX PCR. Os microrganismos mais eficientes na solubilização de P caracterizados neste trabalho pertencem ao gênero *Bacillus*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALTSCHUL, S. F.; GISH, W.; MILLER, W.; MYERS, E. W.; LIPMAN, D. J. "Basic local alignment search tool." **Journal of Molecular Biology**, v.215, p.403-410, 1990.
- GALKIEWICZ J. P., KELLOGG, C. A. Cross-kingdom amplification using bacteria-specific primers: complications for studies of coral microbial ecology. **Applied and Environment Microbiology**, v.74, p.7828-7831, 2008.
- HAMEEDA, B.; HARINI, G.; RUPELA, O.P.; WANI, S. P.; REDDY, G. Growth promotion of maize by phosphate-solubilizing bacteria isolated from composts and macrofauna. **Microbiological Research**, v.163, p.234-242, 2008.
- KAUR, G.; REDDY, M.S. Effects of Phosphate-Solubilizing Bacteria, Rock Phosphate and Chemical Fertilizers on Maize-Wheat Cropping Cycle and Economics. **Pedosphere**, v.25, p.428-437, 2015.
- KHAN, M. S.; ZAIDI, A.; WANI, P. A. Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable Agriculture - a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 27, p.29-43, 2007.
- KUMAR, B.; TRIVEDI, P.; PANDEY, A. *Pseudomonas corrugate*: A suitable bacterial inoculant for maize grown under rainfed conditions of Himalayan region. **Soil Biology & Biochemistry**, v.39, p.3093-3100, 2007.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, **Universidade Federal de Viçosa**, 1999. 399p.
- SAMBROOK, J.; Russel D. W. Molecular cloning. p. 9.16 - 9.17. **Cold Spring Harbor Laboratory Press**, Cold Spring Harbor, NY. 2001.
- TINKER, P. B.; NYE, P. H. Solute movement in the rhizosphere. New York: **Oxford University Press**, 2000.
- VERSALOVIC, J.; SCHNEIDER, M.; de BRUIJN, F.J.; LUPSKI, J.R. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction. **Methods in Molecular and Cell Biology**, v.5, p.25-40, 1994.

Tabela 1. Identificação molecular de bactérias solubilizadoras de P.

Cepa	16S rDNA (pb)*	Espécie	E-value	Identidade (%)	GeneBank
B30K	1499	<i>Burkholderia cepacia</i>	0	99	AB695353.1
B32	1512	<i>Bacillus</i> sp.	0	99	JX566648.1
B70	1477	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	95	FJ227280.2
B116	1487	<i>B cereus</i>	0	99	AB480773.1
B119	1498	<i>P. aeruginosa</i>	0	99	DQ115539.1

1920	1454	<i>B. subtilis</i>	0	99	JN366718.1
1923	1510	<i>B. subtilis</i>	0	98	DQ993674.1
1940	1519	<i>Bacillus</i> sp.	0	99	JX566650.1
2084	1516	<i>B. subtilis</i>	0	99	JN587510.1
2088	1524	<i>Ochrobactrum pituitosum</i>	0	98	NR_115043.1

* Tamanho sequenciado em pares de pares.

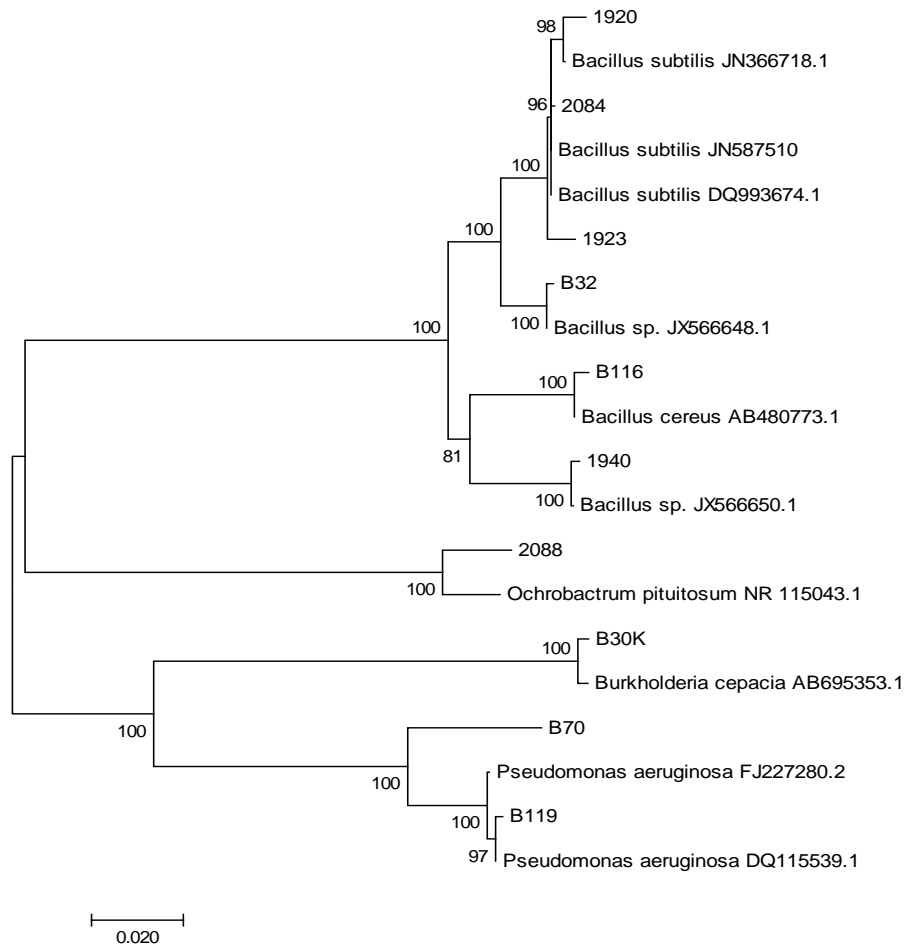


Figura 1. Análise de agrupamento baseada no sequenciamento do 16S rDNA. A árvore foi construída utilizando-se o programa MEGA 7.0.14 e analisada segundo o modelo de distância K2P e algoritmo Neighbor-joining com bootstrap de 1000 repetições. A barra horizontal indica o valor de substituições por sítio.

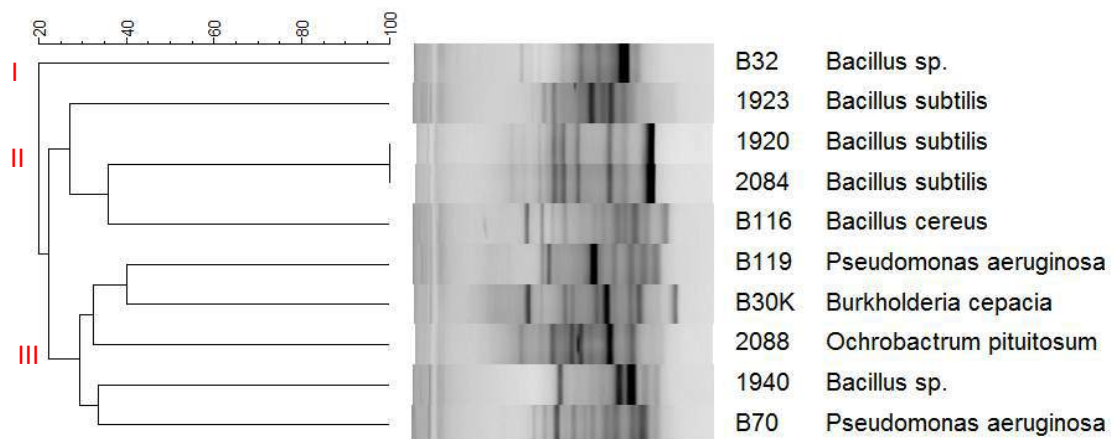


Figura 2. Dendograma baseado no *fingerprinting* obtido por meio da metodologia de BOX-PCR. Os *clusters* foram obtidos pelo programa Bionumerics 4.6. Para a análise de agrupamento foi utilizado o algoritmo UPGMA e o coeficiente de Jaccard.

Identificação por RNAseq e validação por qPCR de genes diferencialmente expressos em sorgo em resposta ao estresse hídrico

Beatriz de Almeida Barros⁽¹⁾; Andrea Almeida Carneiro⁽²⁾; Paloma Alessandra Alves⁽³⁾; Raquel Oliveira Moreira⁽³⁾; Meire de Cassia Alves⁽¹⁾; Roberto Willians Noda⁽²⁾; Newton Portilho Carneiro⁽²⁾

⁽¹⁾ Analista de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Estagiária, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.
newton.carneiro@embrapa.br

RESUMO: Um dos principais fatores que mais afeta a produção agrícola é o estresse hídrico. Desenvolvimento de cultivares de sorgo mais tolerantes ao estresse hídrico é uma das principais alternativas para um aumento de produtividade sob baixa disponibilidade de água. A tolerância à seca é uma característica complexa e afeta as respostas de genes em muitos processos biológicos em plantas. Nesse trabalho foram comparados os níveis de expressão de genes por RNAseq e qPCR de variedades de sorgo contrastantes para a tolerância ao estresse hídrico e em duas condições hídricas. O RNA total foi extraído de raízes de plantas de sorgo mais tolerantes na presença (50% menos irrigado) e ausência (100% controle irrigado) do estresse. Os cDNAs foram construídos, sequenciados e analisados utilizando a plataforma Galaxy (CNPTIA). Genes com diferenças de expressão superior a dez vezes em condições contrastantes em análise de RNAseq e de baixo número de cópia foram submetidos ao qPCR. Os resultados mostraram consistentes apenas com os genes mais expressos. Houve grande divergência com os genes menos e igualmente expressos entre os tratamentos contrastes com variações chegando superior a 30 vezes entre os dois métodos. Apesar da divergência esses resultados ajudam a consolidar os resultados de RNAseq de expressão de genes relacionados com estresse hídrico e um maior conhecimento das vias metabólicas relacionados a esse processo.

Termos de indexação: sorgo, seca, RNASeq, qPCR.

INTRODUÇÃO

Plantas sujeitas ao estresse na maioria das vezes combinam uma série de respostas fisiológicas e

bioquímicas a nível molecular, celular e em toda a planta (Bohnert et al., 1995; Bray, 1993, 1997; Chaves et al., 2003) que podem levar a alterações na planta que permitam uma maior tolerância a curto e longo prazo ao estresse hídrico. Essas alterações a curto prazo podem variar desde um ajuste osmótico (Morgan, 1984) através do sequestro de íons na planta (Mimura et al, 2003) até um sinal raiz-folha que possa reduzir a transpiração e o crescimento da planta. A longo prazo a planta pode modificar o tamanho e arquitetura do sistema radicular capacitando a planta de absorver maiores quantidades de água durante condições de estresses hídrico. Pouco se conhece sobre as redes regulatórias que traduzem as mudanças ambientais em alterações metabólicas necessárias durante as respostas de adaptação à seca. Um grande número de genes é expresso diferencialmente sob seca em diferentes tecidos, estádios e condições (Reynolds & Tuberosa 2008; Deyholos 2009) e a identificação desses genes responsivos ao déficit hídrico se torna fundamental para o desenvolvimento de linhagens tolerantes, cuja produção possa minimizar os efeitos da seca. Neste trabalho, mostramos a identificação de alguns desses genes diferencialmente expressos em resposta ao estresse hídrico em sorgo por RNAseq e sua validação por qPCR.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Genético

Foram utilizados dois híbridos de sorgo contrastantes para tolerância à seca, denominados: genótipo A (tolerante) e genótipo B (sensível). No pré-florescimento, foram impostos dois tratamentos hídricos: irrigado e submetido a restrição hídrica. No primeiro, a reposição hídrica foi realizada

diariamente até o solo atingir a umidade próxima a CC (tensão da água no solo de aproximadamente -18 kPa), enquanto que, no segundo tratamento, a indução do estresse hídrico foi realizada diariamente aplicando-se no máximo 50% da água total disponível, ou seja, até a tensão da água no solo atingir no mínimo -138 kPa para o solo especificado. Esse estresse foi mantido por 10 dias.

Extração de RNA e síntese de cDNA

Antes da extração, cada amostra foi lavada rapidamente em água para retirada do solo residual e macerada em nitrogênio líquido. O RNA total foi extraído utilizando o RNAeasy Plant Mini Kit (Qiagen) de acordo com as recomendações do fabricante. O cDNA foi sintetizado a partir de 1,0 ug de RNA total utilizando High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit de acordo com as recomendações do fabricante.

RNASeq

Cerca de 10 ug de RNA total de duas réplicas biológicas de cada tratamento foram enviados para a empresa Eurofins para sequenciamento. As análises de sequências de RNAseq de sorgo utilizaram o programa TopHat (<http://tophat.cbcb.umd.edu/>) que alinha sequências do genoma e determina splicing alternativos. O Cufflinks (<http://cufflinks.cbcb.umd.edu/>) usa o mapa para localizar os transcritos. O Cuffdiff é parte do pacote do Cufflinks que faz o alinhamento de genes em duas ou mais condições determinando genes diferencialmente expressos utilizando análises estatísticas rigorosas. O TopHat e Cufflinks são sistema baseados em UNIX. Para utilizar uma interface gráfica mais acessível utilizamos a plataforma Galaxy disponibilizado pela Embrapa Informática Agropecuária. O CummeRbund (<http://compbio.mit.edu/cummeRbund/>) produz informações de expressão nos formatos gráficos de vulcano, scatter e boxplots utilizando os dados do Cufflinks, em conexão com o ambiente de estatística R e pode ser acessível pelo Bioconductor (<http://www.bioconductor.org/>).

qRT-PCR

Para a escolha dos transcritos diferencialmente expressos de sorgo e sob condições contrastantes para estresse hídricos (100% Reidratado x 50% Reidratado), das bibliotecas de raiz (A-Root-100_x_A-Root-50) foram elencados os transcritos com as maiores expressões diferenciais [log₂ (Fold Change)] positivas (Up regulation) e negativas

(Down regulation), e os transcritos com expressões mais semelhantes (no significant differential expression = NoDiff), excetuando-se os transcritos sem expressão detectada e os transcritos sem teste estatístico. Para as categorias up e down regulated, também foram excluídos os transcritos sem significância estatística da expressão diferencial. Os transcritos sem splicing alternativo (um gene com um único transcrito) foram utilizados para o qRT-PCR. Na tabela 1 é mostrado aqueles genes que foram comparados pelos dois métodos.

Os primers foram desenhados para todos os genes selecionados utilizando o software PrimerExpress (Applied Biosystems). As reações de PCR em tempo real foram conduzidas em 7500 Fast Real Time PCR System (Applied Biosystems) utilizando Fast Syber Green Master Mix (Applied Biosystems) de acordo com as recomendações do fabricante. Um gene que codifica actina foi utilizado como gene de referência para ambos os materiais e quantificação relativa foi calculada utilizando o método $\Delta\Delta C_t$ (Livak e Schmittgen, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de sequências de RNAseq de sorgo foram feitas na plataforma Galaxy e apresentaram os números de reads por amostra da Tabela 1.

Tabela 1: Reads por amostra.

Amostras	# Reads	# Reads mapeados (%)	# Reads únicos mapeados (%)
A1-Root-100	116.579.378	102.243.966 (0.88)	90.834.215 (0.80)
A1-Root-50	89.855.346	81.632.879 (0.91)	73.009.796 (0.81)
B1-Root-100	179.914.946	160.446.644 (0.89)	143.547.667 (0.80)
B1-Root-50	122.522.510	105.978.571 (0.87)	92.389.881 (0.75)
A3-Root-100	107.365.688	98.555.039 (0.92)	85.399.469 (0.79)
A3-Root-50	79.233.974	61.298.435 (0.77)	41.601.856 (0.52)
B3-Root-100	123.638.136	114.598.181 (0.93)	98.183.283 (0.79)
B3-Root-50	120.017.974	93.215.627 (0.77)	79.800.483 (0.66)
A1-Leaf-100	100.936.758	95.953.732 (0.95)	87.141.552 (0.86)
A1-Leaf-50	96.462.640	91.790.319 (0.95)	82.848.490 (0.86)
B1-Leaf-100	106.853.764	100.825.043 (0.94)	91.879.058 (0.86)
B1-Leaf-50	185.613.262	176.839.393 (0.95)	160.287.282 (0.86)
A3-Leaf-100	219.889.864	209.038.068 (0.95)	190.179.049 (0.86)
A3-Leaf-50	110.288.924	104.385.604 (0.95)	94.117.866 (0.85)

A quantidade de genes diferencialmente expressos é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Genes diferencialmente expressos.

Condição	# genes
A leaf 100 X A leaf 50	540
B leaf 100 X B leaf 50	3488
A leaf 100 X B leaf 100	3592
A leaf 50 X B leaf 50	3496

O BiNGO (Maere et al., 2005), um aplicativo para Cytoscape 3.0.2 (Shannon et al., 2003), foi utilizado

para determinar quais categorias são diferencialmente representadas, com base estatística, nos três domínios (Componente Celular, Função Molecular e Processo Biológico) do *Gene Ontology* (GO). Na Figura 1, observa-se as categorias diferencialmente representadas, destacadas com cores para o domínio Processo Biológico. Resulta da comparação entre as bibliotecas de folhas do genótipo A, com 100% e 50% de reidratação, com 540 genes diferencialmente expressos, sendo 252 superexpressos e 288 subexpressos. A variação de cor (de amarelo a vermelho) é relativa a menor diferença (amarelo) ou a maior diferença (vermelho) de representação estatística entre as bibliotecas, ou seja, quanto maior a diferença estatística entre as quantidades de genes de uma dada categoria GO em cada biblioteca, mais próxima do vermelho será a cor de preenchimento do círculo da categoria no gráfico. As categorias diferencialmente representadas estão relacionadas com respostas a estímulos, transporte e processos metabólicos para o domínio Processo Biológico. Para o domínio de Função Molecular, as categorias mais diferencialmente representadas são atividades catalíticas e algumas categorias de ligação, como ligação a ferro, a íons metálicos, a polissacarídeos e outros. Em Componente Celular, as categorias ligadas a organelas, citoplasma e região intracelular foram as diferencialmente representadas.

Foram elencados 72 transcritos para desenho do primer e reação de qPCR, conforme Tabela 3. Todos os resultados de superexpressão (Up regulated) que apresentaram resultados de qPCR, confirmaram a tendência de aumento de expressão dos transcritos em situação de restrição hídrica. Para os resultados sem diferença de expressão apenas um resultado confirmou os dados de RNAseq.

Tabela 3 – Número de transcritos diferencialmente expressos selecionados com RNAseq, reações que apresentaram resultados de qPCR e resultados confirmados.

Categoria	RNAseq	qPCR	RNAseq=qPCR
50-100_NoDiff	37	31	1
50-100_Up	18	12	12
50-100_Down	17	13	7

A comparação da expressão pelo método de RNAseq e qPCR mostrou grande variação no sorgo, principalmente para a categoria sem diferença de expressão (*NoDiff*) entre as amostras 100% e 50% reidratadas. As figuras 2 e 3 mostram os níveis de expressão do qPCR para alguns transcritos.

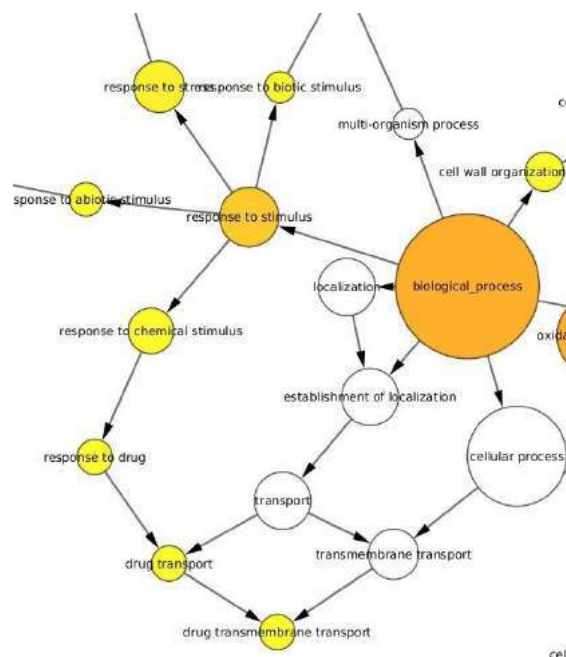


Figura 1: Parte da imagem da análise de categorias (destacadas com cores) do domínio Processo Biológico do *Gene Ontology* diferentemente representadas entre as bibliotecas de folhas do genótipo A, com 100% e 50% de reidratação.

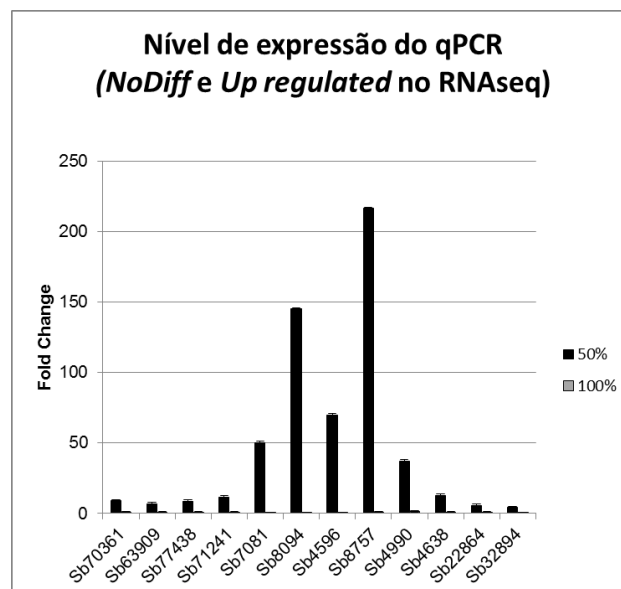


Figura 2: qPCR - Nível de expressão dos transcritos. *NoDiff* em RNAseq: Sb70361, Sb63909, Sb77438, Sb71241. *Up regulated*: Sb7081, Sb8094, Sb4596, Sb8757, Sb4990, Sb4638, Sb22864, Sb32894. Os transcritos *NoDiff* apresentam tendência de aumento de expressão na amostra 50% reidratada, tornando os resultados incompatíveis entre RNAseq e qPCR. Já para os

transcritos *Up regulated*, os resultados são coerentes entre as metodologias testadas.

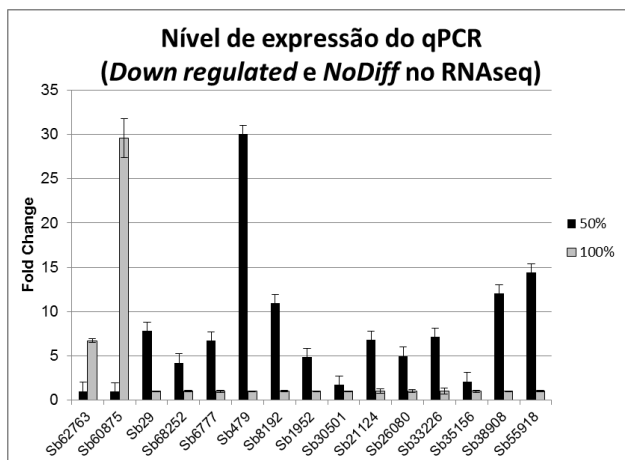


Figura 3: qPCR - Nível de expressão dos transcritos. *Down regulated*: Sb62763, Sb60875, Sb68252. *NoDiff* em RNAseq: Sb29, Sb6777, Sb479, Sb8192, Sb1952, Sb30501, Sb21124, Sb26080, Sb33226, Sb35156, Sb38908, Sb55918. Dos transcritos *NoDiff*, apenas o Sb30501 apresenta um aumento de expressão na amostra 50% reidratada menor que duas vezes. Para os transcritos *Down regulated*, da figura, os resultados são coerentes entre as metodologias testadas para os transcritos Sb62763 e Sb60875 e incoerente para o Sb29.

CONCLUSÕES

A caracterização de genes relacionados a processos biológicos envolvidos no estresse hídrico em sorgo é de grande importância para o desenvolvimento de genótipos mais tolerantes a esse estresse. Isso poderia ser realizado tanto com a obtenção de transgênicos como com a transferência de genes via programa de melhoramento. No entanto, a complexidade do estresse de seca faz com que a identificação de genes específicos para transgenia ou transferência gênica seja difícil. Uma das alternativas é o estudo extensivo da expressão gênica em diferentes genótipos e em diferentes situações com extensiva análise de transcriptomas. Nesse trabalho, foram levantados genes expressos em dois diferentes genótipos e dois regimes hídricos. Alguns desses genes foram analisados por qPCR para verificar se os resultados de diferença de expressão são consistentes. O sequenciamento por RNAseq trouxe um avanço em relação as análises realizadas por microarranjos. Ambos métodos são robustos, mas em alguns casos o microarranjo ainda depende de hibridização cruzada trazendo pouco informação entre membros de família gênica. Por outro lado, o

RNAseq por sua vez depende de extensa análise de bioinformática. Apesar disso, é um método mais robusto e informativo. Os resultados apresentados nesse trabalho mostraram consistência dos dados de RNAseq e qPCR principalmente para os transcritos que foram mais expressos (*Up regulated*) sob a condição de estresses. Para aqueles que têm expressão igual houve incoerência de resultados e para *Down regulated*, os resultados foram medianamente coerentes. Novas análises de qPCR serão realizadas para confirmar os resultados, entretanto os resultados de RNAseq são importantes para o entendimento dos mecanismos celulares envolvidos na tolerância de sorgo ao estresse de seca.

AGRADECIMENTOS

Esse projeto teve a participação da FAPEMIG e Embrapa.

REFERÊNCIAS

- Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G. (1995) Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell* 7, 1099-1111.
- Bray EA (1997) Plant responses to water deficit. *Trends Plant Sci* 2:
- Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. 2003. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* 30: 239–264.
- Deyholos, M. K. (2010), Making the most of drought and salinity transcriptomics. *Plant, Cell & Environment*, 33: 648–654.
- Livak, J. K., Schmittgen, T. D. (2001) Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta Ct}$ method, *Methods* 25 p402-408.
- Maere S¹, Heymans K, Kuiper M. BiNGO: a Cytoscape plugin to assess overrepresentation of gene ontology categories in biological networks. *Bioinformatics*. 2005 Aug 15;21(16):3448-9. Epub 2005 Jun 21.
- Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol*. 35:299–31.
- Reynolds M., Tuberosa R. (2008). Translational research impacting on crop productivity in drought-prone environments. *Curr. Opin. Plant Biol*. 11, 171–179 10.1016.
- Shannon P¹, Markiel A, Ozier O, Baliga NS, Wang JT, Ramage D, Amin N, Schwikowski B, Ideker T. Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome Res*. 2003 Nov;13(11):2498-504.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Influência de diferentes meios de cultura na transformação genética de milho tropical

Rafaeli Aparecida Vieira de Souza⁽²⁾; Meire de Cassia Alves⁽¹⁾; Beatriz de Almeida Barros⁽¹⁾; Newton Portilho Carneiro⁽¹⁾; Aluizio Borém⁽²⁾; Andréa Almeida Carneiro⁽¹⁾

⁽¹⁾ Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, Sete Lagoas, MG, Brasil. E-mail: meire.alves@embrapa.br. ⁽²⁾ Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36570-900, Viçosa, MG

RESUMO: A eficiência da transformação genética de milho via *Agrobacterium tumefaciens* é influenciada por vários parâmetros. Este estudo teve como objetivo testar a eficiência de duas metodologias na geração de eventos transgênicos da linhagem elite tropical L3. Embriões imaturos foram transformados utilizando *A. tumefaciens* carregando o vetor binário pTF102 que contém os genes *uidA* e *bar*. A principal diferença entre os dois processos de transformação foi a concentração de sais N6 utilizada nos meios de infecção e co-cultivo (100% ou 50%). Análises histoquímicas mostraram que a expressão do gene *gus* foi mais intensa nos embriões cultivados nos meios de cultura com a concentração de sais reduzida (50%), mas esta concentração foi menos eficiente para a regeneração de plantas. A taxa de eventos transgênicos produzidos foi 3% e 1,1% para 100% e 50% da concentração de sais de N6, respectivamente.

Termos de indexação: *Zea mays*; *Agrobacterium tumefaciens*; transgênico.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado no mundo. No Brasil, a produção de milho para a safra 2015/2016 foi de 79,95 milhões de toneladas cultivadas em 15,6 milhões de hectares (CONAB, 2016), consolidando o país como o terceiro maior produtor mundial. Entretanto, há poucos estudos voltados para a produção de milho geneticamente modificado a partir de linhagens tropicais.

A principal limitação para a aplicação da tecnologia de transformação genética é a seleção de germoplasma tropical responsivo à regeneração em cultura de tecidos e à infecção via *Agrobacterium tumefaciens*. A transformação e a regeneração são altamente influenciadas pelo tipo de explante utilizado e pela composição do meio de cultura (Armstrong; Green, 1985; Bohorova et al. 1995). Embriões zigóticos imaturos são os tipos de explantes com maior eficiência de regeneração,

mais responsivos à transformação genética e com maior capacidade de geração de plantas transgênicas (Frame et al, 2002; Vega et al, 2008).

Os sais N6 (Chu et al, 1975) e MS (Murashige; Skoog, 1962) são amplamente utilizados no cultivo *in vitro* e na transformação genética de milho (Ishida et al., 1996; Frame et al., 2002; Vega et al., 2008). Calos embriogênicos são normalmente formados quando embriões imaturos são cultivados em meios de cultura suplementados com auxinas, como o 2,4-D ou Dicamba (Armstrong; Green, 1985; Frame et al, 2002). A concentração de sais no meio de cultura é um importante fator capaz de influenciar a eficiência da transformação genética. A seleção de genótipos de milho para obter plantas transgênicas baseia-se na capacidade de regeneração *in vitro* e eficiência de infecção via *Agrobacterium*. Um genótipo ideal para a produção de plantas transgênicas comerciais também deve ter uma alta performance agrônômica.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de diferentes meios de cultura de tecido na transformação genética, via *Agrobacterium tumefaciens*, da linhagem tropical L3 da Embrapa Milho e Sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal e preparo da *Agrobacterium tumefaciens*

Embriões imaturos entre 1,8 e 2,0 mm foram isolados da linhagem de milho tropical L3 pertencente a Embrapa Milho e Sorgo e utilizados nos experimentos de transformação. Foram usados 250 embriões por tratamento.

A *Agrobacterium tumefaciens* utilizada foi a estirpe desarmada EHA 101 contendo o vetor binário pTF102 (Paz et al., 2004). Este plasmídeo contém o gene marcador de seleção *bar* e o gene repórter *uidA* (*gus*), ambos controlados pelo promotor CaMV35S. Duas horas antes da infecção dos embriões com a *Agrobacterium*, esta foi ressuspensa, separadamente, em dois meios de

infecção distintos - Infecção I e Infecção II (N6 sais e vitaminas, 68,4 g L⁻¹ sacarose, 36 g L⁻¹ glicose, 0,7 g L⁻¹ prolina, 0,25 g L⁻¹ cefotaxima, 1,5 mg L⁻¹ 2,4D, 100 µM L⁻¹ acetoseringona e 3 g L⁻¹ Phytigel, pH 5,2), até obter uma OD₅₅₀ entre 0,3 e 0,4. A diferença entre os meios I e II foi a concentração de sais presentes, sendo esta 100 e 50%, respectivamente. As soluções bacterianas foram incubadas a 22°C, sob agitação de 100 rpm.

Transformação genética de embriões da linhagem L3 via *Agrobacterium tumefaciens*

O processo de transformação genética ocorreu de acordo com Frame et al. (2002) e Vega et al. (2008), com algumas modificações. Após a infecção embriões imaturos foram transferidos para meio de co-cultivo I e II (N6 sais e vitaminas, 30 g L⁻¹ sacarose, 0,7 g L⁻¹ prolina, 0,25 g L⁻¹ cefotaxima, 1,5 mg L⁻¹, 2,4-D, 100 µM L⁻¹ acetoseringona, 0,85 mg L⁻¹ nitrato de prata, 3 mg L⁻¹ L-cisteína e 3 g L⁻¹ Phytigel, pH 5,8) contendo 100% e 50% da concentração de sais N, respectivamente. Os demais meios utilizados durante as fases de seleção, maturação e germinação estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Meios de cultura utilizados na transformação genética de embriões de milho tropical via *Agrobacterium tumefaciens*.

Meios	Composição
Repouso	Meio N6 sais e vitaminas contendo (30 g L ⁻¹ de sacarose + 0,7 g L ⁻¹ prolina + 0,5 g L ⁻¹ MES + 0,85 mg L ⁻¹ nitrato de prata + 0,25 g L ⁻¹ cefotaxima + 10 mg L ⁻¹ 2,4D e 3 g L ⁻¹ Phytigel, pH 5,8)
Seleção I	Meio N6 sais e vitaminas + 30 g L ⁻¹ de sacarose + 0,7 g L ⁻¹ prolina + 0,5 g L ⁻¹ MES + 0,25 g L ⁻¹ cefotaxima + 10 mg L ⁻¹ 2,4D + 1,5 mg L ⁻¹ de Finale® e 3 g L ⁻¹ e Phytigel, pH 5,8)
Seleção II	Seleção I com 3,0 mg L ⁻¹ de Finale®
Maturação	MS sais e vitaminas + 60 g L ⁻¹ sacarose + 3 g L ⁻¹ phytigel e pH 5,8
Germinação	MS sais e vitaminas + 30 g L ⁻¹ sacarose + 3 g L ⁻¹ phytigel e pH 5,8

A etapa de seleção iniciou com a transferência dos calos para o meio de Seleção I (N6 sais e vitaminas; 30 g/L sacarose, 0,7 g/L prolina, 0,5 g/L MES; 0,25 g/L cefotaxina; 10 mg/L 2,4-D; 3 g/L phytigel) suplementado com 1,5 mg/L do herbicida Bialaphos® e mantidos a 28°C, no escuro, por duas semanas.

Calos embriogênicos selecionados foram transferidos para o meio de Seleção II suplementado com 3,0 mg/L do herbicida

Bialaphos® e mantidos a 28°C, no escuro, por duas semanas.

Em seguida, os calos selecionados foram transferidos para o meio de Maturação (MS sais e vitaminas; 60 g/l sacarose; 1,25 mg/L CuSO₄, 3 g/L fitagel) e mantidos por três a quatro semanas, a 28°C, no escuro. Embriões maturados foram transferidos para meio de Germinação (MS sais e vitaminas; 30 g/l sacarose; 3 g/L fitagel) por duas semanas. Plântulas com cerca de 5,0 cm de comprimento e com um sistema radicular desenvolvido foram aclimatadas em casa de vegetação e tratadas com 500 mg/L do herbicida Finale® para seleção dos eventos transgênicos a partir da expressão do gene de resistência *bar*.

Análise histoquímica do gene *gus*

A expressão do gene repórter *gus* foi verificada por meio do ensaio histoquímico (Jefferson et al. 1987) em 25 embriões após o período de co-cultivo e em 10 calos embriogênicos depois da etapa de seleção. A presença ou ausência da coloração azul nos embriões e nos calos foi identificada utilizando o estereoscópio da Zeiss, Axio Zoom.V16.

Análise molecular dos eventos transgênicos

A presença da construção genética foi verificada por análise de PCR usando o DNA genômico das folhas dos eventos transgênicos (Saghai-Maroo et al., 1984). Foi utilizado o par de primer para detectar o gene *bar*, o qual amplificou um fragmento de 407 pb.

Análise estatística

As duas metodologias testadas foram avaliadas por meio da comparação da porcentagem de embriões e calos GUS positivos. Também foi verificado o número de calos transgênicos e o número de eventos obtidos. Para a análise de variância foi utilizado o software R (R Core Team) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gene repórter *uidA (gus)* foi utilizado para comparar a eficiência de transformação de embriões imaturos de milho da linhagem tropical L3, via *Agrobacterium tumefaciens*. Geralmente, condições que permitem uma alta expressão do gene repórter após o período de co-cultivo são associadas com a alta frequência de produção de eventos transgênicos (Vega et al., 2008).

Após o co-cultivo com a *Agrobacterium*, mais de

70% dos explantes de L3 foram infectados, apresentando expressão transiente do gene *gus*, independentemente do meio de cultura utilizado. Um elevado número de embriões expressou o gene *gus* no tratamento que utilizou a concentração padrão de sais N6 (100%) nos meios de infecção e co-cultivo em comparação ao tratamento com baixa concentração de sais N6 (50%). Entretanto, o ensaio histoquímico revelou que a expressão do gene foi mais intensa nos embriões cultivados nos meios de cultura com a concentração de sais reduzida (50%) (Figura 1A e 1B).

Após a etapa de seleção, um elevado número de calos expressando o gene *gus* foi verificado para o Tratamento I (100%), confirmando que a concentração padrão de sais N6 foi mais eficiente na transformação da linhagem de milho L3. A maioria dos embriões que foram mantidos no meio de cultura com baixa concentração de sais N6 apresentou um baixo desenvolvimento. Vega et al. (2008) relataram que apesar da baixa concentração de sais (10%) aumentar a eficiência da transformação de explantes de milho Hill, o desenvolvimento embriogênico dos explantes foi reduzido.

Um total de 106 calos que sobreviveram ao meio de Seleção II cresceu rapidamente, apresentando aspecto friável (Figura 1D e 1E). Desse total, 61 calos foram cultivados no Tratamento I e 45 calos foram cultivados no Tratamento II. Todos os calos foram transferidos para o meio de maturação. A maturação ocorreu dentro de um período de 20 a 45 dias, independente do tratamento que foi utilizado. Apenas 42,62% dos calos cultivados no Tratamento I e 20% dos calos cultivados no Tratamento II regeneraram e maturaram. Os calos maturados foram transferidos para o meio de germinação e posteriormente, as plântulas foram aclimatadas em casa de vegetação (Figura 1G, 1H e 1I). A integração do transgene foi confirmada por meio de aplicação de herbicida nas plântulas da geração T1 (Figura 1I).

Em relação ao ensaio histoquímico após o período de co-cultivo, 89,66% dos embriões gerados a partir do Tratamento 1 e 74% dos embriões do Tratamento 2 foram positivos. Após a etapa de Seleção, 53% dos calos produzidos a partir do Tratamento 1 e 24,66% dos calos gerados do Tratamento 2 foram positivos no ensaio histoquímico. A eficiência de transformação foi de 3% para o Tratamento 1 e 1,1% para o Tratamento 2, o que também foi verificado pelo ensaio histoquímico. O número de plantas transgênicas obtidas foi superior no Tratamento 1, que utilizou a concentração padrão de sais N6. A baixa concentração de sais N6 pode não ter sido efetiva para a produção de plantas transgênicas por causa

da baixa eficácia de formação e desenvolvimento dos calos embriogênicos neste Tratamento.

A análise de PCR foi realizada em todos os 35 eventos que foram gerados a partir dos Tratamentos 1 e 2. A amplificação do gene *bar* presente no vetor binário pTF102 foi verificada em todos os eventos transgênicos (Figura 2A). As análises de PCR em Tempo Real (qPCR) confirmaram a expressão dos genes *uidA* e *bar* (Figura 2B). Como observado para a maioria das plantas transgênicas geradas a partir da transformação via *Agro. tumefaciens*, um baixo número de cópias dos transgenes estava presente nos eventos produzidos (Figura 2C).

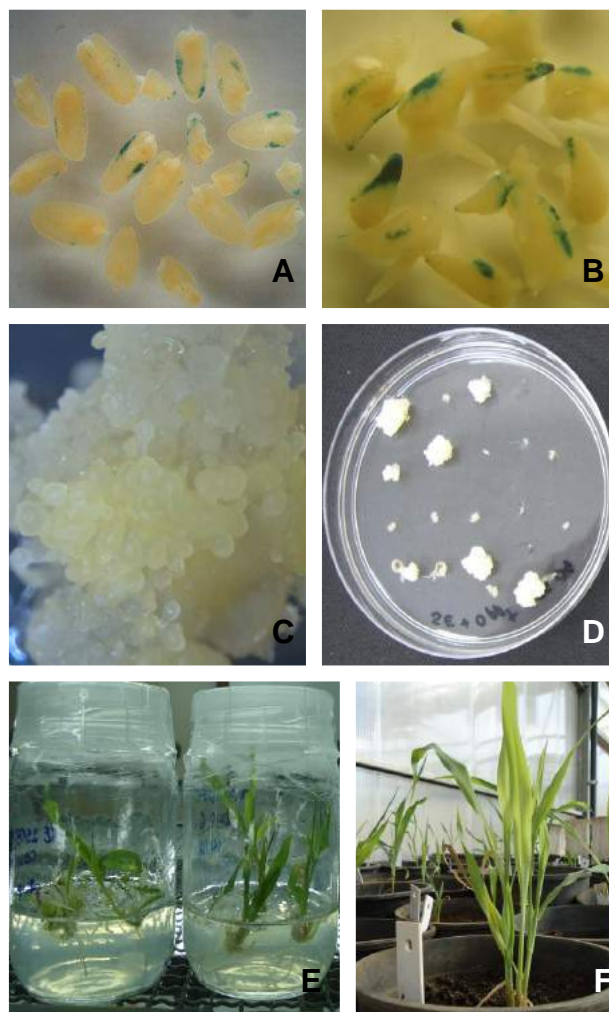


Figura 1: Transformação genética de milho L3. (A-B) Histoquímica do gene *gus*; (A) Infecção com 100% e (B) 50% de N6 sais; (C) Calo embriogênico de L3; (D) Calos transgênicos em seleção; (E) Planta transgênica no meio de germinação; (F) Plantas em casa de vegetação.

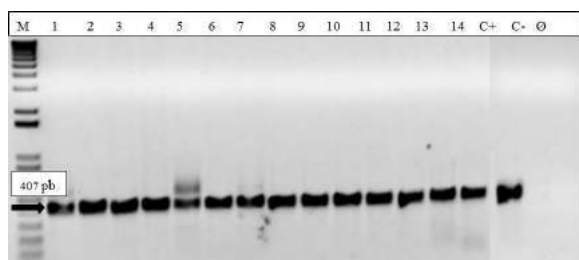


Figura 2: Análise de PCR dos eventos transgênicos. (A) Amplificação do DNA genômico de 14 eventos; (M) Marcador molecular 1 kb; (1 a 9) plantas transgênicas geradas utilizando o Tratamento 1; (10 a 14) plantas transgênicas geradas utilizando o Tratamento 2; (P) vetor pTF102; (N) milho não transgênico; (Ø) branco da reação.

CONCLUSÕES

A transformação da linhagem de milho L3 via *Agrobacterium tumefaciens* foi possível ainda que tenha apresentado uma baixa eficiência.

O Tratamento I, onde a concentração de sais foi de 100%, foi mais eficiente na produção de eventos transgênicos que o Tratamento II que apresentava 50% da concentração de sais.

Portanto, a concentração de sais no meio de cultura influenciou diretamente no processo de transformação genética e na geração de plantas transgênicas.

AGRADECIMENTOS

EMBRAPA, Fapemig e CNPq.

REFERÊNCIAS

Armstrong, C.L; Green, C.E. Establishment and maintenance of friable, embryogenic maize callus and the involvement of L-proline. *Planta* 164:207-214. 1985.

Barros, B. A; Guimarães, C.T; Lana, U. G. P; Pôssa, K.F; Andrade, L.C.S.S; Silva, V.L; Lopes, F.A; Carneiro, A. A; Carneiro, N.P. Estimativa do número de inserções de transgene em milho por PCR quantitativo (qPCR). *Circular Técnica* 164. Embrapa Milho e Sorgo. 2011.

Bohorova, N.E; Luna, B; Brito, R.M; Huerta, L.D; Hoisington, D.A. Regeneration potential of tropical, subtropical, mid altitude, and highland maize inbreds. *Maydica* 40: 275-281. 1995.

Chu, C.C; Wang, C.C; Sun, C.S; Hsu, C; Yin, K.C; Chu, C.Y. Establishment of an efficient medium for another culture of rice through comparative experiments on the nitrogen source. *Scientia Sinica* 16: 659-668. 1975.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_10_09_03_26_boletim_graos_maio_2016.pdf>.

Frame, B. R.; Shou, H.; Chikwamba. R. K.; Zhang, Z.; Xiang, C.; Fonger, T. M.; Pegg. E. K.; LI, B.; Nettleton, D. S.; Pei, D.; Wang, K. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of maize embryos using a standard binary vector system. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 129, p. 13-22, 2002.

Ingham, D.J; Beer, S; Money, S; Hansen, G. Quantitative real-time assay for determining transgene copy number in transformed plants. *BioTechniques* 31: 132-140. 2001.

Ishida, V; Saito, H; Ohta, S; Hiei, Y; Komari, T; Kumashiro, T. High efficiency transformation of maize (*Zea mays* L.) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Nature Biotechnology* 6: 745-750. 1996.

Jefferson, R.A. Assaying chimeric genes in plants: the GUS gene fusion system. *Plant Molecular Biology Reporter* 5: 387-405. 1987.

Livak, K.J; Schmittgen, T.D. Analysis de relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT method. *Method* 25: 402-408. 2001.

Murashige, T; Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology* 15: 473-497. 1962.

Olhoft, P.M; Somers, D.A. L-Cysteine increases *Agrobacterium*-mediated T-DNA delivery into soybean cotyledonary-node cells. *Plant Cell Reporter* 20: 706-711. 2001.

Paz, M.M; Shou, H; Guo, Z; Zhang, Z; Banerjee, A.K; Wang, K. Assessment of conditions affecting *Agrobacterium*-mediated soybean transformation using the cotyledonary node explant. *Euphytica* 136: 167-179. 2004.

Saghai-Marouf, M.A; Soliman, K.M; Jorgensen, R.A; Allard, R.W. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. *Proceedings National Academy of Science of the United States of America* 81: 8014-8018. 1984.

Vega, J.M; Yu, W; Kennon, A; Chen, X; Zhang, Z. J. Improvement of *Agrobacterium*-mediated transformation in Hi-II maize (*Zea mays*) using standard binary vectors. *Plant Cell Reporter* 27: 297-305. 2008.,



Influência do tipo e da concentração de auxina na formação de calos embriogênicos de linhagem de milho tropical

Rafaeli Aparecida Vieira De Souza (1); Kamila Ellen Souza de Oliveira (2); Meire de Cássia Alves (3); Newton Portilho Carneiro (4); Aluizio Borém (5); Andréa Almeida Carneiro (6).

(1) Professora e pesquisadora; Universidade Estado da Bahia; Paulo Afonso, BA; rafaeli.vieira@hotmail.com; (2) Estudante graduação; Universidade Federal de São João Del Rei; (3) Analista; Meire de Cássia Alves; Embrapa Milho e Sorgo; (4) Pesquisador; Newton Portilho Carneiro; Embrapa Milho e Sorgo; (5) Professor e pesquisador; Universidade Federal de Viçosa; (6) Pesquisadora; Andréa Almeida Carneiro; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Protocolos de regeneração *in vitro* de milho tropical são essenciais para a produção de plantas transgênicas. A metodologia mais estudada para a regeneração de milho *in vitro* é a embriogênese somática. O objetivo deste trabalho foi avaliar três meios de cultivo para a indução de calos embriogênicos, baseados em N6 ou MS sais contendo diferentes concentrações das auxinas 2,4-D ou Dicamba, para a produção de calos embriogênicos a partir de embriões zigóticos imaturos da linhagem de milho tropical elite L3. Após desenvolvimento dos calos, eles foram transferidos para meio de maturação MS, suplementado com diferentes concentrações de BAP, ANA e CuSO_4 . A linhagem testada apresentou excelente formação de calos embriogênicos dos tipos I e II. A formação de calos tipo I foi favorecida em meio basal N6 contendo baixas concentrações de 2,4-D, enquanto que a de calos tipo II foi maior em concentração acima de 5 mg L^{-1} de 2,4-D. Alta eficiência de formação de calos do tipo I também foi obtida em meio basal N6 suplementado com concentrações entre 1 e 4 mg L^{-1} de Dicamba. A maturação e regeneração dos calos foi favorecida pela adição de CuSO_4 no meio de cultura. Os testes e tratamentos adotados mostraram que é possível estabelecer protocolos eficientes de regeneração de diferentes genótipos de milho tropical.

Termos de indexação: embriões imaturos, cultivo *in vitro*, hormônios vegetais.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial como o terceiro maior produtor de milho, com uma produção média esperada de 81,2 milhões de toneladas para a safra 2016, segundo informativo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Sua importância econômica varia entre fonte de alimentação humana e animal e, fonte de matéria prima para produtos industrializados (Gorji et al., 2011). Tal importância reforça a necessidade de pesquisas cada vez mais avançadas, em áreas tais

como melhoramento genético e biotecnológico visando maior produtividade e tolerância a estresses bióticos e abióticos.

A transformação genética e a regeneração de plantas *in vitro* são essenciais para a aplicação das modernas técnicas de biologia molecular no melhoramento de genótipos tropicais de milho. O estabelecimento de um sistema de regeneração eficiente é um dos fatores limitantes para a aplicação da técnica na maioria dos genótipos de milho (Ombori et al., 2008). As metodologias utilizadas para regenerar uma planta são a organogênese e a embriogênese somática, sendo que a última é a mais utilizada para genótipos de milho.

O tipo de explante utilizado influencia a eficiência da regeneração *in vitro*. Os principais estudos na área utilizam embriões zigóticos imaturos. Eles são capazes de gerar calos embriogênicos dos tipos I e II (Gorji et al., 2011). Ambos os calos são capazes de regenerar plantas, mas o tipo II, mais friável e altamente embriogênico, apresenta crescimento mais rápido e é capaz de formar um maior número de embriões e pode ser mantido por um tempo maior em cultivo.

Os calos tipo II são mais difíceis de serem obtidos, uma vez que poucos genótipos de milho expressam esta característica em meio de cultura. Para a indução de calos embriogênicos é mais comum a utilização de linhagens e híbridos adaptados à regiões de clima temperado (Santos-Serejo & Aguiar-Perecin, 2000), porém alguns trabalhos já apresentam resultados positivos para a regeneração de plantas a partir de calos embriogênicos de linhagens tropicais. A possibilidade de manipular tais genótipos acelera o melhoramento de linhagens de milho tropical. Faz-se necessário então, obter um genótipo tropical com alta resposta à embriogênese e ao cultivo *in vitro* e que apresente desempenho similar aos genótipos comerciais.

A composição dos meios de cultura utilizados influencia no sucesso da regeneração de plantas.

Para o cultivo *in vitro* de milho é mais comum utilizar formulações com base em Murashige & Skoog (1962) ou Chu et al. (1975). Para a formação dos calos embriogênicos estes meios basais são suplementados normalmente com auxinas tais como, 2,4-D ou dicamba. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método de indução e regeneração de calos embriogênicos para a linhagem elite de milho tropical L3, testando a capacidade dos embriões zigóticos imaturos em formar calos em três meios de indução diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Os embriões imaturos utilizados durante o experimento foram obtidos de plantas de milho da linhagem elite L3, cultivados em canteiros na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Eles foram isolados das espigas com aproximadamente 1,5 e 2,0 mm de comprimento, 10 a 15 dias após a polinização.

Para esterilização superficial das espigas, estas foram imersas em uma solução de 50% água sanitária comercial acrescida de duas gotas de Tween 20, por 40 min, sob agitação. Em seguida, dentro de fluxo laminar elas foram enxaguadas três vezes com água destilada estéril e os embriões foram isolados com o auxílio de uma espátula estéril.

Cultivo dos embriões em meios de cultura

Os embriões imaturos foram cultivados em três diferentes meios de cultura, com o eixo embrionário em contato com o meio de cultivo (**Tabela 1**). Os meios testados foram M1, M2 e M3, sendo que M1 e M2 continham N6 sais e foram baseados em trabalhos de Chu et al. (1975), e M3 continha MS sais e foi baseado em Carvalho et al. (1997). Os tratamentos foram suplementados com diferentes concentrações de auxina: para o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) testou-se as concentrações de 0; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0 e 30,0 mg L⁻¹, e para o ácido 3,6-dicloro-o-anísico (Dicamba) as concentrações de 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg L⁻¹, totalizando 36 tratamentos. A composição dos meios de culturas está detalhada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Composição dos meios de cultura utilizados para a indução de embriões somáticos.

Meio	Composição
M1	N6 Sais e vitaminas (Chu et al., 1975); 30 g L ⁻¹ de sacarose; 100 mg L ⁻¹ de caseína hidrolisada; 100 mg L ⁻¹ de myo-inositol; 2,9 g L ⁻¹ de L-prolina; 15 mg

L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ de Phytigel; pH 5,8.

M2 N6 Sais e vitaminas (Chu et al., 1975); 30 g L⁻¹ de sacarose; 100 mg L⁻¹ de hidrolisado de caseína; 2,9 g L⁻¹ de L-prolina; 0,01 g L⁻¹ de MES; 5,5 mg L⁻¹ de glicina; 0,85 mg L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ de Phytigel; pH 5,8.

M3 MS Sais e vitaminas (Murashige & Skoog, 1962); 30 g L⁻¹ de sacarose; 0,7 g L⁻¹ de L-prolina; 0,5 g L⁻¹ de MES; 0,85 mg L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ Phytigel; pH 5,8.

A cada 14 dias os calos formados foram transferidos para novo meio de cultura. Após três transferências, ou seja, ao final de 42 dias, os calos foram avaliados e a formação de calos Tipo I ou Tipo II foi quantificada. O trabalho foi avaliado usando um fatorial triplo 3x2x6, onde os fatores avaliados foram: (i) Fator 1: Meios de cultura; (ii) Fator 2: Tipo de auxina; (iii) Fator 3: Concentração de auxina. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Para cada repetição utilizou-se 24 embriões imaturos, totalizando 96 embriões por tratamento. A variável analisada foi percentagem de calos Tipo I e Tipo II e o software utilizado foi o programa R (R Core Team, 2015).

Maturação e regeneração dos calos

Apenas os calos obtidos a partir do meio que apresentou melhor resultado para indução de calos embriogênicos foram utilizados para testes de maturação. Os calos selecionados foram divididos em 16 novos tratamentos, em meio que favorece a maturação: MS sais e vitaminas (60 g L⁻¹ de sacarose; 100 mg L⁻¹ de myo-inositol; 6 g L⁻¹ Phytigel) ou 1,25 mg L⁻¹ de CuSO₄ (Cho et al., 2014); combinações de 6-benzil-amino-purina (6-BAP), nas concentrações de 0; 0,1; 0,5; 1,0 mg L⁻¹; e ácido naftaleno acético (ANA) nas concentrações de 0; 1,0 mg L⁻¹. Os calos foram mantidos nos meios durante 42 dias, a 27 °C, no escuro.

Os embriões maduros que apresentaram coloração branca opaca foram transferidos para frascos Magenta (Sigma/Brasil) contendo meio MS sem regulador de crescimento e foram incubadas a 27 °C, sob fotoperíodo de 16 horas, até germinação, cerca de duas semanas.

Para avaliação destes resultados foi utilizado um duplo fatorial 8x2, onde os fatores eram: (i) Fator 1: regulador de crescimento; (ii) Fator 2: CuSO₄. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada repetição consistiu em quatro embriões somáticos, num total de 20 calos por tratamento. As variáveis analisadas foram:

porcentagem de maturação dos calos e número de plantas germinadas. O software utilizado foi o programa R (R Testemunho Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já descrito por Feher (2015), a composição do meio afeta o desempenho do explante utilizado e a embriogênese só é iniciada após uma combinação de condições. A influência da auxina na capacidade dos embriões imaturos L3 em formar calos embriogênicos foi claramente observada nesse trabalho, com variações nos resultados devido ao tipo e à concentração utilizada. Para o fator formação de calos, a análise estatística apontou que a formação de calos Tipo I reduz conforme aumenta a concentração de 2,4-D. Comparativamente, os meios com Dicamba formam mais calos Tipo I, que foram favorecidos nos meio M2 e M3, onde a formação aumentou com a concentração de Dicamba até 1 mg L⁻¹, estabilizando-se depois. Ao contrário do comportamento observado para M2 e M3, em M1 a elevação da concentração de Dicamba foi acompanhada por um aumento das porcentagens de formação de calo do Tipo I (Figura 1).

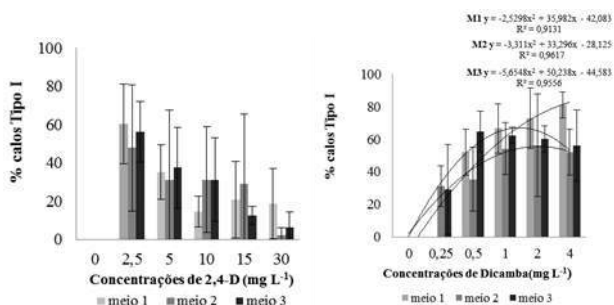


Figura 1. Porcentagem de calos Tipo I obtidos com os meios M1, M2 e M3 e os reguladores 2,4-D (0; 2,5; 5; 10; 15 e 30 mg L⁻¹) ou dicamba (0, 0,25; 0,50; 1; 2; 4 mg L⁻¹).

A análise estatística revelou ainda uma interação entre os fatores meios de cultura, tipo e concentração de auxinas, utilizados para induzir calos Tipo II. No meio M1 suplementado com 10 a 30 mg L⁻¹ de 2,4-D, houve maior porcentagem de calos Tipo II, com elevado número de embriões na fase globalar, sendo que a maior produção ocorreu em concentrações maiores ou iguais a 10 mg L⁻¹ de 2,4-D. Para Dicamba, independentemente do meio, a quantidade mínima requerida para a formação de calos Tipo II foi 2 mg L⁻¹. No entanto, a geração de calo Tipo II na presença de 10 mg L⁻¹ de 2,4-D foi mais expressiva do que em presença de 2 mg L⁻¹ de Dicamba (Figura 2).

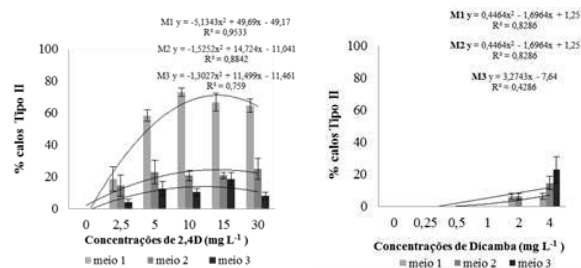


Figura 2. Porcentagem de calos Tipo II obtidos com os meios M1, M2 e M3 e os reguladores 2,4-D (0; 2,5; 5; 10; 15 e 30 mg L⁻¹) ou dicamba (0, 0,25; 0,50; 1; 2; 4 mg L⁻¹).

Há trabalhos que recomendam tanto 2,4-D quanto Dicamba para formação de calos Tipo II a partir de embriões zigóticos de milho. Neste estudo, constatou-se que as concentrações testadas de Dicamba não foram adequadas para alcançar altos níveis de formação de calos Tipo II para a linhagem elite L3. Entretanto, a combinação do meio M1 com 4 mg L⁻¹ de Dicamba resultou em mais de 80% de formação do calo Tipo I. Este calo também pode ser usado para regenerar plantas transgênicas de milho, embora com eficiência mais baixa. Nas menores concentrações de 2,4-D ou nas doses testadas de Dicamba houve a formação predominante de calo do Tipo I, independente do tratamento.

A formação de embriões somáticos pode ser explicada pela interação das condições ambientais ou dos níveis endógenos de hormônio, que dependem do genótipo e da fase de desenvolvimento do explante (Feher, 2015).

A maturação de embriões é um processo que ocorre antes da germinação de plântulas. Neste trabalho o único fator que influenciou a maturação dos calos foi a presença de CuSO₄ no meio de cultura. Estudos de Cho et al. (2014) demonstraram que o aumento da quantidade de cobre no meio de cultura melhora a regeneração de culturas de calo de milho, uma vez que este é um micronutriente essencial para o desenvolvimento normal das plantas, atuando como ativador ou constituinte de enzimas. Tais resultados diferem dos encontrados por Ombori et al. (2008), que relatou que BAP e ANA foram eficazes na maturação de embriões somáticos de milho. Durante o período de 42 dias, houve uma maior porcentagem de maturação dos calos nos tratamentos em que CuSO₄ estava presente (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem média de calos maturados e número de plantas de milho regeneradas na presença ou na ausência de CuSO₄.

Tratamentos	Calos maturados (%)	Nº de plantas regeneradas (%)
Com CuSO ₄	92,5 a	9,0
Sem CuSO ₄	76,87 b	4,8
CV %	27,44	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Estudos têm demonstrado que um aumento do nível do cobre no meio de cultura melhora a regeneração de calos embriogênicos de milho (Cho et al., 2014).

A linhagem L3 mostrou-se eficiente na capacidade embriogênica *in vitro* e foi capaz de regenerar plantas completas e férteis (**Figura 3**). Além disso, esta linhagem tropical tem excelente aptidão agrônômica, o que a torna uma boa opção para ser utilizada em transformação genética via *Agrobacterium tumefaciens* ou biobalística.

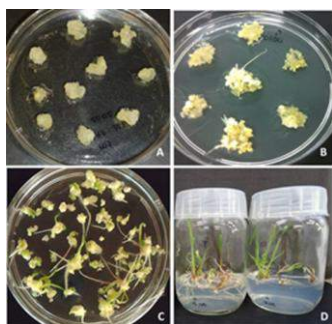


Figura 3. (A) Formação de calos após 4 semanas de cultivo em meio N6 suplementado com 10 mg L⁻¹ de 2,4-D; (B) Maturação após 3 semanas de cultivo no teor médio de CuSO₄; (C) Germinação dos calos; (D) Regeneração de plântulas de milho.

CONCLUSÕES

Meio M1 é eficiente para induzir a formação de calos tipo I (4 mg L⁻¹ Dicamba) e tipo II (10 mg L⁻¹ 2,4-D) na linhagem tropical de milho L3.

A presença de CuSO₄ no meio de cultura aumenta a maturação dos calos tipo II e a regeneração de plantas de milho.

O protocolo de regeneração desenvolvido mostrou ser eficiente para regenerar células transgênicas a partir de embriões zigóticos imaturos.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA, à Fapemig e à CAPES pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ABEBE, D. Z.; TEFFERA, W.; MACHUKA J. S. Regeneration of tropical maize lines (*Zea mays* L.) from mature zygotic embryo through callus initiation. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 13, p. 2181-2186, 2008.

ANAMI, S.; MGUTU, A.; TARACHA, C.; COUSSENS, G.; KARIMI, M.; HILSON, P.; LIJSEBETTENS, M.V.; MACHUKA, J. Somatic embryogenesis and plant regeneration of tropical maize genotypes. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 102, p. 285-295, 2010.

CHO, M. J.; WU, E.; KWAN, J.; YU, M.; BANH, J.; LINN, W.; ANAND, A.; LI, Z.; TERONDE, S.; REGISTER III, J. C.; JONES T. J.; ZHAO Z. Y. *Agrobacterium*-mediated high-frequency transformation of an elite commercial maize (*Zea mays* L.) inbred line. **Plant Cell Rep**, v.33, p.1767-1777, 2014.

CHU, C.C.; WANG, C.C.; SUN, C.S.; HSU, C.; YIN, K.C.; CHU, C.Y. Establishment of an efficient medium for another culture of rice through comparative experiments on the nitrogen source. **Scientia Sinica**, v.16, p.659-668, 1975.

FEHÉR, A. Somatic embryogenesis – Stress-induced remodeling of plant cell fate. **Biochim. Bioph. Acta**, v.1849, p.385-402, 2015.

FRAME, B. R.; MCMURRAY, J. M.; FONGER, T. M.; MAIN, M.L.; TAYLOR, K.W.; TORNEY, F. J.; PAZ, M. M.; WANG, K. Improved *Agrobacterium*-mediated transformation of three maize inbred lines using MS salts. **Plant Cell Rep**, v.25, p.1024-1034, 2006.

GONZALÉZ, G. A.; PACHECO, M. G.; ONETO, C. D. ETCHART, V. J.; KANDUS, M. V.; SALERNO, J. C.; EYHERABIDE, G.; PRESELLO, D.; LEWI, D. M. Somatic embryogenesis and plant regeneration capacity in Argentinean maize (*Zea mays* L.) inbred lines. **Electronic Journal of Biotechnology**, Chile, v. 15, n. 1, 2012.

GORJI, A. H.; ZOLNOORI, M.; JAMASBI, A.; ZOLNOORI, Z. In vitro plant generation of tropical maize genotypes. In: International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology, 2001, Singapura, 2011, v. 16, p. 52-59.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola 2016. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sis_tematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201604comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sis_tematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201604comentarios.pdf)>. Acesso em 14 de maio de 2016.

LUCENA, A. L. M.; ELOI, I. B. O.; MANGOLIN, C. A.; MACHADO, M. F. P. S. Embriogênese somática em milho: trajetória e eficiência. **Plant Cell Culture e Micropropagation**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 33-77, 2015.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Plant physiology*, v.15, p.473-497, 1962.

OMBORI, O.; GITONGA, N. M.; MACHUKA, J. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of tropical maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Biotechnology*, v. 7, n. 2, p. 224-232, 2008.

SANTOS-SEREJO, J. A.; AGUIAR-PERECIN, M. R. L. Genótipos de milho com alta capacidade para embriogênese somática e regeneração de plantas obtidas a partir de calos. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 4, p. 717-722, 2000.

VASCONCELOS, M. J. V.; FONTES, M. A.; CARVALHO, C. H. S.; LOPES, M. A. Regeneração in vitro de milho tropical de alta qualidade proteica. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 8, n. 2, p. 105-116, 2009.

Influência do tipo e da concentração de auxina na formação de calos embriogênicos de uma linhagem tropical de milho

Rafaeli Aparecida Vieira De Souza (1); Kamila Ellen Souza de Oliveira (2); Meire de Cássia Alves (3); Newton Portilho Carneiro (4); Aluizio Borém (5); Andréa Almeida Carneiro (6).

(1) Professora e pesquisadora; Universidade Estado da Bahia; Paulo Afonso, BA; rafaeli.vieira@hotmail.com; (2) Estudante graduação; Universidade Federal de São João Del Rei; (3) Analista; Meire de Cássia Alves; Embrapa Milho e Sorgo; (4) Pesquisador; Newton Portilho Carneiro; Embrapa Milho e Sorgo; (5) Professor e pesquisador; Universidade Federal de Viçosa; (6) Pesquisadora; Andréa Almeida Carneiro; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Protocolos de regeneração *in vitro* de milho tropical são essenciais para a produção de plantas transgênicas. A metodologia mais estudada para a regeneração de milho *in vitro* é a embriogênese somática. O objetivo deste trabalho foi avaliar três meios de cultivo para a indução de calos embriogênicos, baseados em N6 ou MS sais contendo diferentes concentrações das auxinas 2,4-D ou Dicamba, para a produção de calos embriogênicos a partir de embriões zigóticos imaturos da linhagem de milho tropical elite L3. Após desenvolvimento dos calos, eles foram transferidos para meio de maturação MS, suplementado com diferentes concentrações de BAP, ANA e CuSO_4 . A linhagem testada apresentou excelente formação de calos embriogênicos dos tipos I e II. A formação de calos tipo I foi favorecida em meio basal N6 contendo baixas concentrações de 2,4-D, enquanto que a de calos tipo II foi maior em concentração acima de 5 mg L^{-1} de 2,4-D. Alta eficiência de formação de calos do tipo I também foi obtida em meio basal N6 suplementado com concentrações entre 1 e 4 mg L^{-1} de Dicamba. A maturação e regeneração dos calos foi favorecida pela adição de CuSO_4 no meio de cultura. Os testes e tratamentos adotados mostraram que é possível estabelecer protocolos eficientes de regeneração de diferentes genótipos de milho tropical.

Termos de indexação: embriões imaturos, cultivo *in vitro*, hormônios vegetais.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial como o terceiro maior produtor de milho, com uma produção média esperada de 81,2 milhões de toneladas para a safra 2016, segundo informativo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Sua importância econômica varia entre fonte de alimentação humana e animal e, fonte de matéria prima para produtos industrializados (Gorji et al., 2011). Tal importância reforça a necessidade de pesquisas cada vez mais avançadas, em áreas tais

como melhoramento genético e biotecnológico visando maior produtividade e tolerância a estresses bióticos e abióticos.

A transformação genética e a regeneração de plantas *in vitro* são essenciais para a aplicação das modernas técnicas de biologia molecular no melhoramento de genótipos tropicais de milho. O estabelecimento de um sistema de regeneração eficiente é um dos fatores limitantes para a aplicação da técnica na maioria dos genótipos de milho (Ombori et al., 2008). As metodologias utilizadas para regenerar uma planta são a organogênese e a embriogênese somática, sendo que a última é a mais utilizada para genótipos de milho.

O tipo de explante utilizado influencia a eficiência da regeneração *in vitro*. Os principais estudos na área utilizam embriões zigóticos imaturos. Eles são capazes de gerar calos embriogênicos dos tipos I e II (Gorji et al., 2011). Ambos os calos são capazes de regenerar plantas, mas o tipo II, mais friável e altamente embriogênico, apresenta crescimento mais rápido e é capaz de formar um maior número de embriões e pode ser mantido por um tempo maior em cultivo.

Os calos tipo II são mais difíceis de serem obtidos, uma vez que poucos genótipos de milho expressam esta característica em meio de cultura. Para a indução de calos embriogênicos é mais comum a utilização de linhagens e híbridos adaptados à regiões de clima temperado (Santos-Serejo & Aguiar-Perecin, 2000), porém alguns trabalhos já apresentam resultados positivos para a regeneração de plantas a partir de calos embriogênicos de linhagens tropicais. A possibilidade de manipular tais genótipos acelera o melhoramento de linhagens de milho tropical. Faz-se necessário então, obter um genótipo tropical com alta resposta à embriogênese e ao cultivo *in vitro* e que apresente desempenho similar aos genótipos comerciais.

A composição dos meios de cultura utilizados influencia no sucesso da regeneração de plantas.

Para o cultivo *in vitro* de milho é mais comum utilizar formulações com base em Murashige & Skoog (1962) ou Chu et al. (1975). Para a formação dos calos embriogênicos estes meios basais são suplementados normalmente com auxinas tais como, 2,4-D ou dicamba. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método de indução e regeneração de calos embriogênicos para a linhagem elite de milho tropical L3, testando a capacidade dos embriões zigóticos imaturos em formar calos em três meios de indução diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Os embriões imaturos utilizados durante o experimento foram obtidos de plantas de milho da linhagem elite L3, cultivados em canteiros na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Eles foram isolados das espigas com aproximadamente 1,5 e 2,0 mm de comprimento, 10 a 15 dias após a polinização.

Para esterilização superficial das espigas, elas foram emersas em uma solução de 50% água sanitária comercial acrescida de duas gotas de Tween 20, por 40 min, sob agitação. Em seguida, dentro de fluxo laminar elas foram enxaguadas três vezes com água destilada estéril e os embriões foram isolados com o auxílio de uma espátula estéril.

Cultivo dos embriões em meios de cultura

Os embriões imaturos foram cultivados em três diferentes meios de cultura, com o eixo embrionário em contato com o meio de cultivo (**Tabela 1**). Os meios testados foram M1, M2 e M3, sendo que M1 e M2 continham N6 sais e foram baseados em trabalhos de Chu et al. (1975), e M3 continha MS sais e foi baseado em Carvalho et al. (1997). Os tratamentos foram suplementados com diferentes concentrações de auxina: para o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) testou-se as concentrações de 0; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0 e 30,0 mg L⁻¹, e para o ácido 3,6-dicloro-o-anísico (Dicamba) as concentrações de 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg L⁻¹, totalizando 36 tratamentos. A composição dos meios de culturas é detalhada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Composição dos meios de cultura utilizados para a indução de embriões somáticos.

Meio	Composição
M1	N6 Sais e vitaminas (Chu et al., 1975); 30 g L ⁻¹ de sacarose; 100 mg L ⁻¹ de caseína hidrolisada; 100 mg L ⁻¹ de myo-inositol; 2,9 g L ⁻¹ de L-prolina; 15 mg

L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ de Phytigel; pH 5,8.

M2 N6 Sais e vitaminas (Chu et al., 1975); 30 g L⁻¹ de sacarose; 100 mg L⁻¹ de hidrolisado de caseína; 2,9 g L⁻¹ de L-prolina; 0,01 g L⁻¹ de MES; 5,5 mg L⁻¹ de glicina; 0,85 mg L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ de Phytigel; pH 5,8.

M3 MS Sais e vitaminas (Murashige & Skoog, 1962); 30 g L⁻¹ de sacarose; 0,7 g L⁻¹ de L-prolina; 0,5 g L⁻¹ de MES; 0,85 mg L⁻¹ de nitrato de prata; 3 g L⁻¹ Phytigel; pH 5,8.

A cada 14 dias os calos formados foram transferidos para novo meio de cultura. Após três transferências, ou seja, ao final de 42 dias, os calos foram avaliados e a formação de calos Tipo I ou Tipo II foi quantificada. O trabalho foi avaliado usando um fatorial triplo 3x2x6, onde os fatores avaliados foram: (i) Fator 1: Meios de cultura; (ii) Fator 2: Tipo de auxina; (iii) Fator 3: Concentração de auxina. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Para cada repetição utilizou-se 24 embriões imaturos, totalizando 96 embriões por tratamento. A variável analisada foi percentagem de calos Tipo I e Tipo II e o software utilizado foi o programa R (R Core Team, 2015).

Maturação e regeneração dos calos

Apenas os calos obtidos a partir do meio que apresentou melhor resultado para indução de calos embriogênicos foram utilizados para testes de maturação. Os calos selecionados foram divididos em 16 novos tratamentos, em meio que favorece a maturação: MS sais e vitaminas (60 g L⁻¹ de sacarose; 100 mg L⁻¹ de myo-inositol; 6 g L⁻¹ Phytigel) ou 1,25 mg L⁻¹ de CuSO₄ (Cho et al., 2014); combinações de 6-benzil-amino-purina (6-BAP), nas concentrações de 0; 0,1; 0,5; 1,0 mg L⁻¹; e ácido naftaleno acético (ANA) nas concentrações de 0; 1,0 mg L⁻¹. Os calos foram mantidos nos meios durante 42 dias, a 27 °C, no escuro.

Os embriões maduros que apresentaram coloração branca opaca foram transferidos para frascos Magenta (Sigma/Brasil) contendo meio MS sem regulador de crescimento e foram incubadas a 27 °C, sob foto período de 16 horas, até germinação, cerca de duas semanas.

Para avaliação destes resultados foi utilizado um duplo fatorial 8x2, onde os fatores eram: (i) Fator 1: regulador de crescimento; (ii) Fator 2: CuSO₄. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada repetição consistiu em quatro embriões somáticos, num total de 20 calos por tratamento. As variáveis analisadas foram:

porcentagem de maturação dos calos e número de plantas germinadas. O software utilizado foi o programa R (R Testemunho Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já descrito por Feher (2015), a composição do meio afeta o desempenho do explante utilizado e a embriogênese só é iniciada após uma combinação de condições. A influência da auxina na capacidade dos embriões imaturos L3 em formar calos embriogênicos foi claramente observada nesse trabalho, com variações nos resultados devido ao tipo e à concentração utilizada. Para o fator formação de calos, a análise estatística apontou que a formação de calos Tipo I reduz conforme aumenta a concentração de 2,4-D. Comparativamente, os meios com Dicamba formam mais calos Tipo I, que foram favorecidos nos meio M2 e M3, onde a formação aumentou com a concentração de Dicamba até 1 mg L⁻¹, estabilizando-se depois. Ao contrário do comportamento observado para M2 e M3, em M1 a elevação da concentração de Dicamba foi acompanhado por um aumento das porcentagens de formação de calo do Tipo I (**Figura 1**).

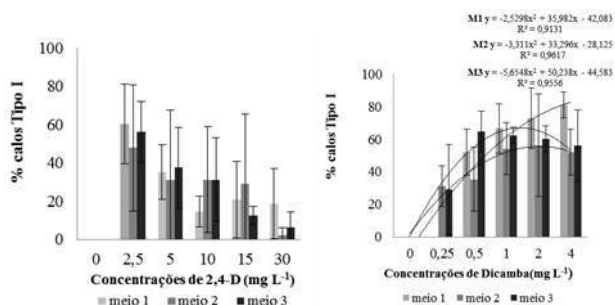


Figura 1. Porcentagem de calos Tipo I obtidos com os meios M1, M2 e M3 e os reguladores 2,4-D (0; 2,5; 5; 10; 15 e 30 mg L⁻¹) ou dicamba (0, 0,25; 0,50; 1; 2; 4 mg L⁻¹).

A análise estatística revelou ainda uma interação entre os fatores meios de cultura, tipo e concentração de auxinas, utilizados para induzir calos Tipo II. No meio M1 suplementado com 10 a 30 mg L⁻¹ de 2,4-D, houve maior porcentagem de calos Tipo II, com elevado número de embriões na fase globalar, sendo que a maior produção ocorreu em concentrações maiores ou iguais a 10 mg L⁻¹ de 2,4-D. Para Dicamba, independentemente do meio, a quantidade mínima requerida para a formação de calos Tipo II foi 2 mg L⁻¹. No entanto, a geração de calo Tipo II na presença de 10 mg L⁻¹ de 2,4-D foi mais expressiva do que em presença de 2 mg L⁻¹ de Dicamba (**Figura 2**).

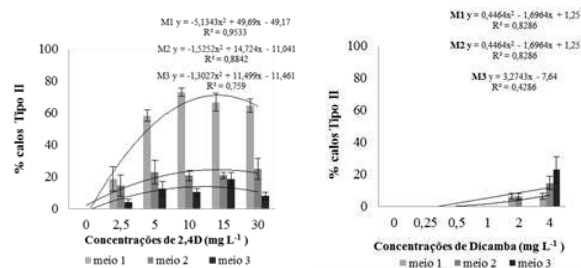


Figura 2. Porcentagem de calos Tipo II obtidos com os meios M1, M2 e M3 e os reguladores 2,4-D (0; 2,5; 5; 10; 15 e 30 mg L⁻¹) ou dicamba (0, 0,25; 0,50; 1; 2; 4 mg L⁻¹).

Há trabalhos que recomendam tanto 2,4-D quanto Dicamba para formação de calos Tipo II a partir de embriões zigóticos de milho. Neste estudo, constatou-se que as concentrações testadas de Dicamba não foram adequadas para alcançar altos níveis de formação de calos Tipo II para a linhagem elite L3. Entretanto, a combinação do meio M1 com 4 mg L⁻¹ de Dicamba resultou em mais de 80% de formação do calo Tipo I. Este calo também pode ser usado para regenerar plantas transgênicas de milho, embora com eficiência mais baixa. Nas menores concentrações de 2,4-D ou nas doses testadas de Dicamba houve a formação predominante de calo do Tipo I, independente do tratamento.

A formação de embriões somáticos pode ser explicada pela interação das condições ambientais ou dos níveis endógenos de hormônio, que dependem do genótipo e da fase de desenvolvimento do explante (Feher, 2015).

A maturação de embriões é um processo que ocorre antes da germinação de plântulas. Neste trabalho o único fator que influenciou a maturação dos calos foi a presença de CuSO₄ no meio de cultura. Estudos de Cho et al. (2014) demonstraram que o aumento da quantidade de cobre no meio de cultura melhora a regeneração de culturas de calo de milho, uma vez que este é um micronutriente essencial para o desenvolvimento normal das plantas, atuando como ativador ou constituinte de enzimas. Tais resultados diferem dos encontrados por Ombori et al. (2008), que relatou que BAP e ANA foram eficazes na maturação de embriões somáticos de milho. Durante o período de 42 dias, houve uma maior porcentagem de maturação dos calos nos tratamentos em que CuSO₄ estava presente (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Porcentagem média de calos maturados e número de plantas de milho regeneradas na presença ou na ausência de CuSO₄.

Tratamentos	Calos maturados (%)	Nº de plantas regeneradas (%)
Com CuSO ₄	92,5 a	9,0
Sem CuSO ₄	76,87 b	4,8
CV %	27,44	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

Estudos têm demonstrado que um aumento do nível do cobre no meio de cultura melhora a regeneração de calos embriogênicos de milho (Cho et al., 2014).

A linhagem L3 mostrou-se eficiente na capacidade embriogênica *in vitro* e foi capaz de regenerar plantas completas e férteis (**Figura 3**). Além disso, esta linhagem tropical tem excelente aptidão agrônômica, o que a torna uma boa opção para ser utilizada em transformação genética via *Agrobacterium tumefaciens* ou biolística.

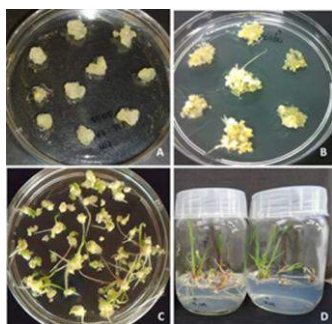


Figura 3. (A) Formação de calos após 4 semanas de cultivo em meio N6 suplementado com 10 mg L⁻¹ de 2,4-D; (B) Maturação após 3 semanas de cultivo no teor médio de CuSO₄; (C) Germinação dos calos; (D) Regeneração de plântulas de milho.

CONCLUSÕES

Meio M1 é eficiente para induzir a formação de calos tipo I (4 mg L⁻¹ Dicamba) e tipo II (10 mg L⁻¹ 2,4-D) na linhagem tropical de milho L3.

A presença de CuSO₄ no meio de cultura aumenta a maturação dos calos tipo II e a regeneração de plantas de milho.

O protocolo de regeneração desenvolvido mostrou ser eficiente para regenerar células transgênicas a partir de embriões zigóticos imaturos.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA, à Fapemig e à CAPES pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ABEBE, D. Z.; TEFFERA, W.; MACHUKA J. S. Regeneration of tropical maize lines (*Zea mays* L.) from mature zygotic embryo through callus initiation. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 13, p. 2181-2186, 2008.

ANAMI, S.; MGUTU, A.; TARACHA, C.; COUSSENS, G.; KARIMI, M.; HILSON, P.; LIJSEBETTENS, M.V.; MACHUKA, J. Somatic embryogenesis and plant regeneration of tropical maize genotypes. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 102, p. 285-295, 2010.

CHO, M. J.; WU, E.; KWAN, J.; YU, M.; BANH, J.; LINN, W.; ANAND, A.; LI, Z.; TERONDE, S.; REGISTER III, J. C.; JONES T. J.; ZHAO Z. Y. *Agrobacterium*-mediated high-frequency transformation of an elite commercial maize (*Zea mays* L.) inbred line. **Plant Cell Rep**, v.33, p.1767-1777, 2014.

CHU, C.C.; WANG, C.C.; SUN, C.S.; HSU, C.; YIN, K.C.; CHU, C.Y. Establishment of an efficient medium for another culture of rice through comparative experiments on the nitrogen source. **Scientia Sinica**, v.16, p.659-668, 1975.

FEHÉR, A. Somatic embryogenesis – Stress-induced remodeling of plant cell fate. **Biochim. Bioph. Acta**, v.1849, p.385-402, 2015.

FRAME, B. R.; MCMURRAY, J. M.; FONGER, T. M.; MAIN, M.L.; TAYLOR, K.W.; TORNEY, F. J.; PAZ, M. M.; WANG, K. Improved *Agrobacterium*-mediated transformation of three maize inbred lines using MS salts. **Plant Cell Rep**, v.25, p.1024-1034, 2006.

GONZALÉZ, G. A.; PACHECO, M. G.; ONETO, C. D. ETCHART, V. J.; KANDUS, M. V.; SALERNO, J. C.; EYHERABIDE, G.; PRESELLO, D.; LEWI, D. M. Somatic embryogenesis and plant regeneration capacity in Argentinean maize (*Zea mays* L.) inbred lines. **Electronic Journal of Biotechnology**, Chile, v. 15, n. 1, 2012.

GORJI, A. H.; ZOLNOORI, M.; JAMASBI, A.; ZOLNOORI, Z. In vitro plant generation of tropical maize genotypes. In: International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology, 2001, Singapura, 2011, v. 16, p. 52-59.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola 2016. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sis_tematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201604comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sis_tematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201604comentarios.pdf)>. Acesso em 14 de maio de 2016.

LUCENA, A. L. M.; ELOI, I. B. O.; MANGOLIN, C. A.; MACHADO, M. F. P. S. Embriogênese somática em milho: trajetória e eficiência. **Plant Cell Culture e Micropropagation**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 33-77, 2015.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Plant physiology*, v.15, p.473-497, 1962.

OMBORI, O.; GITONGA, N. M.; MACHUKA, J. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of tropical maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Biotechnology*, v. 7, n. 2, p. 224-232, 2008.

SANTOS-SEREJO, J. A.; AGUIAR-PERECIN, M. R. L. Genótipos de milho com alta capacidade para embriogênese somática e regeneração de plantas obtidas a partir de calos. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 4, p. 717-722, 2000.

VASCONCELOS, M. J. V.; FONTES, M. A.; CARVALHO, C. H. S.; LOPES, M. A. Regeneração in vitro de milho tropical de alta qualidade proteica. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 8, n. 2, p. 105-116, 2009.

Mapeamento de QTLs associados com a Resistência à Helmintosporiose em Sorgo

Danuzza Araújo de Souza⁽¹⁾; Isabel Regina Prazeres de Souza⁽²⁾; Luciano Viana Cota⁽²⁾; Janaína de Oliveira Melo⁽³⁾; Maria Marta Pastina⁽²⁾; Jurandir Vieira de Magalhaes⁽²⁾; Claudia Teixeira Guimaraes⁽²⁾; José Avelino Santos Rodrigues⁽²⁾; Robert Eugene Schaffert⁽²⁾; Cicero Beserra de Menezes⁽²⁾

⁽¹⁾ Pós-Doutoranda - Fapemig, danuzza19@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG isabel.prazeres@embrapa.br ; ⁽³⁾ Professora Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG.

RESUMO: Em sorgo, apesar da importância da Helmintosporiose, doença foliar causada pelo *Exserohilum turcicum* (Pass), são limitadas as informações sobre genes e/ou QTLs de resistência. O objetivo do presente estudo foi mapear QTLs associados a resistência à helmintosporiose em sorgo. Trezentas e noventa e três linhagens recombinantes (RILs), derivadas do cruzamento entre as linhagens BR007B (suscetível) e SC283 (resistente), foram genotipadas por meio da técnica de genotipagem por sequenciamento e fenotipadas em condições de inóculo natural em campo. Por meio da estratégia de mapeamento por múltiplos intervalos foram identificados cinco QTLs de resistência nos cromossomos 1, 2, 3, 6 e 9. Dentre esses, foi identificado um QTL de grande efeito no cromossomo 1, explicando 53,35% da variância fenotípica para a resistência. Esse QTL possui grande potencial para utilização na seleção assistida visando a introgressão da resistência à helmintosporiose em linhagens de sorgo.

Termos de indexação: *Exserohilum turcicum*, *Sorghum bicolor*, mapeamento por múltiplos intervalos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem atingindo aumentos expressivos em área plantada. Dentre os fatores que afetam a produtividade da cultura tem-se as doenças foliares, sendo a helmintosporiose, causada pelo fungo *Exserohilum turcicum* (Pass), uma das mais destrutivas. Perdas na produção podem ser superiores a 50%, quando ocorrem em cultivares suscetíveis, antes da emergência das

panículas (Mittal & Boora, 2005). A principal forma de controle é por meio do uso de cultivares resistentes.

Caracteres quantitativos geralmente apresentam elevada influência de fatores ambientais, o que na maioria das vezes dificulta a fenotipagem. Dessa forma, a seleção indireta com base em marcadores moleculares é uma estratégia desejável para o desenvolvimento de cultivares resistentes. Para isso, é importante o mapeamento de caracteres de herança quantitativa, com a identificação de marcadores que co-segregam com os genes de resistência. QTLs associados a doenças foliares causadas por fungos, como mancha zonada (*Gloeocercospora sorghi*), mancha alva (*Bipolaris sorghicola*), mancha de drechslera (*Drechslera australiensis*), antracnose (*Colletotrichum sublineola*) e ferrugem (*Puccinia purpurea*) (Mohan et al., 2009, 2010), têm sido identificados. Em relação à helmintosporiose, os estudos são muito escassos, tendo sido relatado apenas marcas simples associadas com a resistência à helmintosporiose (Beshir et al., 2016).

Marcadores moleculares associados com a resistência podem ser usados no melhoramento assistido por marcadores. No entanto, estão disponíveis ainda limitadas informações em relação à identificação de genes ou QTLs associados com a resistência à helmintosporiose (*E. turcicum*). Assim, objetivou-se neste trabalho mapear possíveis QTLs relacionados com a resistência do sorgo a helmintosporiose.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Genético

Foram utilizadas 393 linhagens endogâmicas recombinantes (RILs), obtidas após 9 ciclos de autofecundação pelo método de descendência por semente única (SSD, Brim, 1966), a partir do cruzamento entre as linhagens BR007B (suscetível) e SC283 (resistente).

Avaliação Fenotípica

O experimento foi conduzido em condições de campo na Embrapa Milho e Sorgo, em dois anos distintos. As RILs foram avaliadas no delineamento em látice 10x10 com quatro repetições, e duas testemunhas por bloco, sendo cada bloco composto por 12 genótipos. As testemunhas foram as linhagens genitoras BR007B (suscetível) e SC283 (resistente). As parcelas experimentais foram constituídas por uma fileira de 4 metros espaçadas de 0.7 metros.

As avaliações fenotípicas para helmintosporiose foram realizadas classificando por notas os níveis de suscetibilidade e resistência, na escala de 1 (resistente) a 5 (suscetível).

A análise dos dados foi realizada com base na abordagem de modelos mistos, para a obtenção de médias ajustadas via BLUPs (*Best Linear Unbiased Prediction*), que foram utilizadas no mapeamento de QTLs.

Obtenção dos marcadores SNP

A genotipagem das RILs foi realizada pelo Genomic Diversity Facility da Universidade de Cornell, com base na técnica de genotipagem por sequenciamento (GBS, do inglês *Genotyping-by-Sequencing*), conforme descrito por Elshire et al. (2011).

Mapamento de QTLs

O mapeamento genético foi realizado através do software OneQTL, que está sendo desenvolvido para a plataforma R (R Core Team, 2014), considerando a estratégia de mapeamento por múltiplos locos a partir da aproximação de Haley & Knott (Haley & Knott, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 73.186 SNPs foram utilizados no mapeamento de QTLs, permitindo identificar cinco QTLs associados com a resistência à helmintosporiose na população de RILs, localizados nos cromossomos 1, 2, 3, 6 e 9. Todos os alelos contribuindo para o aumento da resistência foram derivados do genitor resistente (Tabela 1).

Um QTL de efeito maior foi mapeado no cromossomo 1, explicando 53,35% da variância fenotípica para a resistência (Tabela 1). Além da

importância da magnitude desse QTL, nosso estudo foi o primeiro a identificar um QTL de grande efeito conferindo resistência à helmintosporiose em sorgo. Poucos são os relatos sobre QTLs associados a resistência à helmintosporiose em sorgo. Beshir et al. 2016, utilizando análise por marcas simples, identificaram o marcador SSR Xtxp95 no cromossomo 6, associado com a resistência à Helmintosporiose em populações de sorgo derivadas do cruzamento entre MUC007/009 (resistente) e Epuripuri (suscetível).

CONCLUSÕES

O QTL explicando 53,35% da resistência à helmintosporiose, identificado no cromossomo 1 de sorgo, apresenta elevado potencial para utilização na seleção assistida por marcadores moleculares visando a sua introgressão em linhagens de sorgo suscetíveis à helmintosporiose.

AGRADECIMENTOS

Em nome do técnico agrícola Geraldo Magela da Silva, agradecemos a equipe do Melhoramento de Sorgo da Embrapa Milho e Sorgo, pelo suporte na condução dos experimentos de campo. Suporte financeiro: Fapemig e Embrapa.

REFERÊNCIAS

BESHIR, M. M.; ALI, A. M.; RUBAIHAYO, P.; AHMED, N. E.; OKORI, P. Simple Sequence Repeat Markers Associated With Anthracnose and Turicum Leaf Blight Resistance In Sorghum. *African Crop Science Journal*, v. 24, n. 1, p. 97-107, 2016.

BRIM, C. A. A modified pedigree method of section in soybeans. *Crop Science*, v. 6, 1996.

ELSHIRE, R. J.; GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J. A.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E. S.; MITCHELL, S. E. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *Plos One*. v. 6, n. 5, 2011.

HALEY, C. S.; KNOTT, S. A. A simple regression method for mapping quantitative trait loci in line crosses using flanking markers. *Heredity*, p. 315-324, 1992.

R Core Team (R version 3.1.1). The R project for statistical computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/index.html>>. Acesso em: 12 agosto de 2015.

MITTAL, M.; BOORA, K. S. Molecular tagging of gene conferring leaf blight resistance using microsatellites in

sorghum { *Sorghum bicolor* L. Moench}. **Indian J Exp Biol**, v. 43, p:462–466, 2005.

MOHAN, S. M.; MADHUSUDHANA, R.; MATHUR, K.; 2 , HOWARTH, C. J.; SRINIVAS, G.; SATISH, K.; REDDY, R. N.; SEETHARAMA, N. Short Communication Co-localization of quantitative trait loci for foliar disease resistance in sorghum. **Plant Breeding**, v. 128, p.532-535, 2009.

MOHAN, S. M.; MADHUSUDHANA, R.; MATHUR, K.; CHAKRAVARTHI, D. V. N.; RATHORE, S.; NAGARAJA, R. R.; SATISH, K.; SRINIVAS, G.; MANI, S. N.; SEETHARAMA, N. Identification of quantitative trait loci associated with resistance to foliar diseases in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Euphytica**, v. 176, p. 199-211, 2010.

Tabela 1. Cromossomo, posição (pb), intervalo de confiança (pb), razão entre variância do QTL e variância fenotípica (RV %) e LOD para os QTLs obtidos para a população de RILs derivada do cruzamento entre BR007B e SC283.

QTL	Cromossomo	Posição (pb)	Intervalo de Confiança (pb)	Efeito Alélico	RV %	LOD
1	1	25114569	25057775 - 27020390	-0.72	53.35	84.29
2	2	69974414	69063816 - 70048994	-0.14	1.95	11.31
3	3	7505056	7304646 - 7505469	-0.17	3.08	8.21
4	6	42445156	42164014 - 45264765	-0.19	3.80	9.95
5	9	56461586	56371855 - 57337482	-0.26	6.70	20.76

Marcador Alelo-Específico Associado com Níveis de Expressão do Gene *ZmMATE1* em Milho

Beatriz de Almeida Barros⁽¹⁾; Letícia Kuster Mitre⁽²⁾; Marcos de Oliveira Pinto⁽¹⁾; Jurandir Vieira de Magalhães⁽³⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽³⁾; Claudia Teixeira Guimarães⁽³⁾.

⁽¹⁾ Analista de pesquisa e desenvolvimento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; beatriz.barros@embrapa.br; ⁽²⁾ Estudante de doutorado; Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

RESUMO: O milho é o cereal mais produzido no mundo, mas a toxicidade causada por alumínio (Al) é um estresse altamente limitante para a produção agrícola em solos ácidos. Um QTL explicando 30% da tolerância ao Al em milho foi co-localizado com o gene *ZmMATE1*. A ocorrência de três cópias do *ZmMATE1* na linhagem Cateto Al237 foi associada com altos níveis de expressão desse gene e com o aumento da tolerância ao Al. Marcadores moleculares são essenciais para a introgressão assistida de alelos superiores em linhagens elite. Neste trabalho, um SNP na região do promotor foi associado com diferentes níveis de expressão do gene *ZmMATE1* e convertido em um ensaio KASP (Kompetitive Allele-Specific PCR). O alelo T foi identificado em genótipos com alta expressão do *ZmMATE1* e o alelo C, presente naqueles com baixa expressão. Embora não se possa inferir sobre os mecanismos moleculares associados com a expressão diferencial do gene, este marcador será importante na introgressão assistida do *ZmMATE1* em milho.

promovendo a inibição do crescimento radicular (Kochian et al., 2015) e limitando o acesso a nutrientes do solo (Wang et al., 2006). Em milho, um QTL de efeito maior (*qALT6*) para tolerância ao Al foi mapeado no cromossomo 6 e co-localizado com o gene *ZmMATE1* (Maron et al., 2010). Esse gene é um homólogo do gene *SbMATE* que controla a tolerância ao Al em sorgo (Magalhaes et al., 2007). A ocorrência de três cópias de *ZmMATE1* foi associada com maior expressão gênica e tolerância ao Al na linhagem Cateto Al237 (Maron et al., 2013). No entanto, a linhagem L228-3 que apresenta moderada tolerância ao AL, possui apenas uma cópia do gene e altos níveis de expressão de *ZmMATE1* (Guimarães et al., 2014). O desenvolvimento de marcadores é de extrema importância para a introgressão assistida de alelos superiores em linhagens elite. Neste trabalho, foi desenvolvido um marcador molecular do tipo SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) associado com diferentes níveis de expressão do gene *ZmMATE1*.

Termos de indexação: SNP (*single nucleotide polymorphism*; Polimorfismo de nucleotídeo único), seleção assistida, tolerância ao Al, solos ácidos.

INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais produzido no mundo contribuindo significativamente para alimentação animal e como base alimentar humana em vários países (Awika, 2011). A toxicidade causada por alumínio (Al) é o maior fator limitante para a produção agrícola em solos ácidos que representam cerca de 50% das terras potencialmente agricultáveis no mundo (von Uexküll & Mutert, 1995). Em solos ácidos, o Al está presente na forma de cátion trivalente (Al³⁺) que é altamente tóxica,

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético

Foram utilizados 28 genótipos de milho sendo: 11 linhagens da Embrapa Milho e Sorgo [Cateto Al237, L53, L228-3, (106x228-3)-158-1-1-1, (228-3x45611)x228-3, 521236, L202841-1-1-2, L262841-1-8-1, L262841-1-4-1, L2841 e L3] previamente caracterizadas para número de cópias e nível de expressão do gene *ZmMATE1* (Guimaraes et al., 2014); dois híbridos derivados de L228-3; um híbrido derivado de 521236; cinco linhagens do Quênia (K4, CON-5, 203B, 203B-14, SCH3), algumas delas avaliadas por Matonyei et al. (2014) e oito linhagens derivadas de cruzamentos entre linhagens do Brasil e do Quênia (SynAlxA089xA089-40, SynAlxR12C10-9, SynAlxR12C10-10, R11C10xSynAlxR11C10-8,

R12C10xSynAlxR12C10, R12C10xSynAlxR12C10-5, ATPS4SynAlxR12C10-5, Cateto AI 237/167-L3-5).

Para a validação do marcador, além desses genótipos foram utilizadas três linhagens isogênicas (NILs), NIL05, NIL13 e NIL19) introgridas com o *qALT6* e, consequentemente o, *ZmMATE1*, tendo a L53 como linhagem recorrente e três indivíduos heterozigotos em RC3 derivados da introgressão do *qALT6* em L3.

Identificação de um SNP na região promotora do *ZmMATE1* e desenvolvimento do marcador baseado na metodologia KASP

Sequências de 8 kb *upstream* ao ATG do gene *ZmMATE1* de duas linhagens contrastantes para tolerância a AI (Cateto AI237, tolerante e L53, sensível) foram alinhadas (Maron et al., 2013) e oito SNPs foram identificados. Conjuntos de primers flanquendo esses SNPs foram desenhados e os amplicons foram sequenciados nos 28 genótipos de milho do Brasil e do Quênia, previamente caracterizados quanto à expressão e ao número de cópias do gene *ZmMATE1* (Guimarães et al., 2014). A sequência de 524 pb flanqueando o SNP alvo foi enviada para o desenvolvimento do ensaio de genotipagem na LGC Genomics (www.lgcgenomics.com). O ensaio foi validado nos mesmos 28 genótipos utilizando as condições de reação recomendadas pela LGC e 27 ciclos adicionais: 94°C por 20 s e 57°C por 60 s. A intensidade da fluorescência das amostras foi quantificada por meio do leitor de microplacas FLUOstar Omega Filter-based multi-mode microplate reader (BMG Labtech) utilizando ROX na normalização do sinal. A genotipagem foi realizada utilizando o software KlusterCaller 1.1 (LGC Genomics).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos oito SNPs identificados entre Cateto AI237 e L53, somente um (C/T) foi coincidente com os níveis de expressão do gene *ZmMATE1* previamente caracterizados. O marcador foi eficiente para selecionar as três classes genotípicas baseadas nesse SNP (Figura 1).

O alelo T está presente na linhagem Cateto AI237 e em três linhagens derivadas de cruzamentos entre essa e linhagens do Quênia (SynAlxA089xA089-40, SynAlxR12C10-3 e CatA237/167-L3-5). A linhagem L228-3, que apresenta alta expressão do *ZmMATE1* e apenas uma cópia do gene (Guimarães et al., 2014), também apresenta o alelo T, bem como suas progênies. Todas as outras linhagens do Brasil e do Quênia que apresentam o alelo C, possuíam também uma cópia e baixa expressão do *ZmMATE1* (Guimarães et al., 2014; Matonyei et al., 2014).

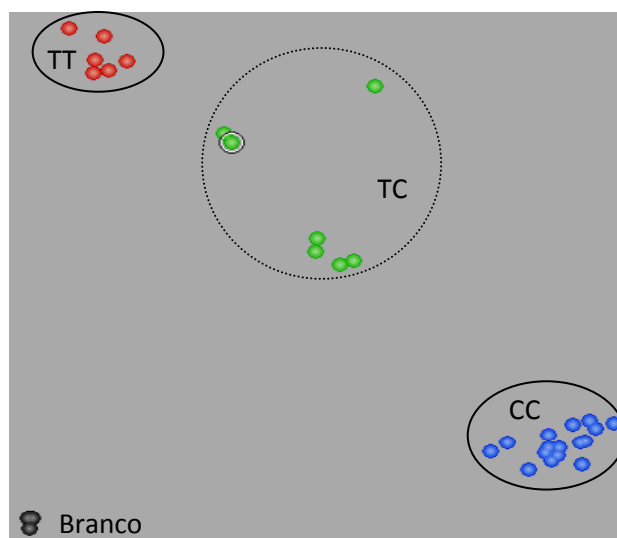


Figura 1. Genotipagem com o marcador associado com o gene *ZmMATE1*, evidenciando a eficiência do ensaio para a distinção das três classes genotípicas (TT, TC e CC).

Assim, a presença do alelo T em homozigose (TT) pode ser associada com altos níveis de expressão do *ZmMATE1* (Tabela 1). Importante ressaltar que as três NILs (NIL05, NIL13 e NIL19) oriundas da L53 introgrida com o *qALT6*, que possuíam alta expressão do *ZmMATE1*, foram confirmadas em homozigose (TT)

Tabela 1. Linhagens de milho do Brasil e do Quênia genotipadas para o marcador associado ao gene *ZmMATE1*, número de cópias (NC) e níveis de expressão do gene *ZmMATE1*.

Genótipo	Classe genotípica	NC*	Expressão <i>ZmMATE</i>
Cateto Al 237	TT	3	Alta
L228-3	TT	1	Alta
(106x228-3)-158-1-1-1	TT	1	Alta
(228-3x45611)x228-3)1-1	TT	1	Alta
521236	TT	1	Alta
L3	CC	1	Baixa
L53	CC	1	Baixa
2841	CC	1	Baixa
262841-1-4-1	CC	1	Baixa
262841-1-8-1	CC	1	Baixa
202841-1-1-2	CC	1	Alta
203B	CC	-	Baixa
203B-14	CC	-	Baixa
CON5	CC	-	Baixa
SynAlxA089xA089-2	CC	-	Baixa
SCH3	CC	-	Baixa
K4	CC	-	Baixa
SynAlxA089xA089-40	TT	-	Alta
SynAlxR12C10-9	TT	-	Alta
SynAlxR12C10-10	CC	-	Baixa
R11C10xSynAlxR11C10-8	CC	-	Baixa
R12C10xSynAlxR12C10	CC	-	Baixa
R12C10xSynAlxR12C10-5	CC	-	Baixa
ATPS4SynAlxR12C10-5	CC	-	Baixa
Cateto Al 237/167-L3-5	TT	-	Alta
NIL05	TT	3	Alta
NIL13	TT	3	Alta
NIL19	TT	3	Alta

* Kenyan maize lines were not characterized for copy-number variation

CONCLUSÕES

Foi possível identificar um SNP e desenvolver um marcador baseado na metodologia KASP associado aos níveis de expressão do gene *ZmMATE1*.

Embora não se possa inferir sobre os mecanismos moleculares associados com a expressão do gene, este polimorfismo é muito útil na identificação e introgressão do alelo superior do gene *ZmMATE1* em linhagens elites de milho.

Como o SNP alvo ocorre na região promotora do gene, estudos funcionais estão sendo realizados para verificar se esse SNP é responsável pela variação dos níveis de expressão do gene *ZmMATE1*,

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa, CNPq,

Fapemig e ao Generation Challenge Program (GCP) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AWIKA, J. M. Major cereal grains production and use around the world. In: AWIKA, J. M.; PIIRONEN, V.; BEAN, S. (Ed.). **Advances in cereal science: implications to food processing and health promotion**. Washington: American Chemical Society, 2011. pp 1-13.

GUIMARÃES, C. T.; SIMÕES, C. C.; PASTINA, M. M.; MARON, L. G.; MAGALHAES, J. V.; VASCONCELLOS, R. C. C.; et al. Genetic dissection of Al tolerance QTLs in the maize genome by high density SNP scan. *BMC genomics*, v. 15, n. 1, p. 153, 2014.

KOCHIAN, L. V.; PINEROS, M. A.; LIU, J.; MAGALHÃES, J. Plant Adaptation to Acid Soils: The Molecular Basis for Crop Aluminum Resistance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 66, p. 571-598, 2015.

MAGALHÃES, J. V.; LIU, J.; GUIMARAES, C. T.; LANA, U. G. P.; ALVES, V. M. C.; YI-HONG, W.; et al. A gene in the multidrug and toxic compound extrusion (MATE) family confers aluminum tolerance in sorghum. **Nature Genetics**, v. 39, p. 1156-1161, 2007.

MARON, L. M.; GUIMARÃES, C. T.; KIRST, M.; ALBERT, P. S.; BIRCHLER, J. A.; BRADBURY, P. J. et al. Aluminum tolerance in maize is associated with higher *MATE1* gene copy number. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 13, p. 5241-5246, 2013.

MATONYEI, T. K.; CHEPROT, R. K.; LIU, J.; PINEROS, M. A.; SHAFF, J. E.; GUDU, S.; et al. Physiological and molecular analysis of aluminum tolerance in selected Kenyan maize lines. **Plant Soil**, v. 377, p. 357-367, 2014.

Von UEXKÜLL, H. R.; MUTERT, E. Global extent, development and economic impact of acid soils. **Plant and Soil**, v. 71, n. 1, p.1-15, 1995.

WANG, J. P.; RAMAN, H.; ZHANG, G. P.; MENDHAM, N.; Zhou, M. X. Aluminium tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.): physiological mechanisms, genetics and screening methods. **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 7, n. 10, p. 769-787, 2006.



Regeneração *in vitro* de cultivares de *Sorghum bicolor* via embriogênese somática

Fabiane Lacerda Moraes ⁽¹⁾; **Maria José Vilaça Vasconcelos** ⁽²⁾; **Meire de Cássia Alves** ⁽³⁾; **Andréa Almeida Carneiro** ⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João Del-rei *campus* Sete Lagoas; Sete Lagoas; Minas Gerais; lacerda_fabiane@hotmail.com

⁽²⁾ Pesquisadora na Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais

⁽³⁾ Analista na Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais

RESUMO: Com o objetivo de testar a eficiência de formação de calos embriogênicos e regeneração em cultura de tecido foi conduzido um experimento em laboratório onde quatro linhagens de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) BRS 508, BRS 509, BRS 511 foram utilizadas. Inflorescências jovens entre 3,0 a 5,0 cm comprimento foram fragmentadas e plaqueadas em meio de cultura CIMRS suplementado com 2,4-D para indução de calos. Após 30 dias os calos formados foram transferidos para meio de maturação RN, e em seguida para meio de germinação H. Plântulas foram aclimatadas em casa de vegetação em solos 1:1:1. O meio de indução de calos (CIMRS) foi suplementado com antioxidantes (PVPP e ácido ascórbico) para diminuir o efeito tóxico de compostos fenólicos produzidos pelo sorgo quando cultivados em cultura de tecido. Os resultados mostraram que todas as linhagens foram capazes de formar calos embriogênicos embora com eficiência variável. A linhagem BRS509 produziu um maior número de calos embriogênicos e um menor escurecimento do meio de cultivo.

Termos de indexação: Sorgo, reguladores de crescimento, antioxidantes.

INTRODUÇÃO

Sorghum bicolor (L.), o quinto cereal mais cultivado do mundo (Sato et al., 2004), é extremamente recalcitrante quando cultivado *in vitro* (Kishore et al., 2006). O sucesso da aplicação das modernas técnicas de transformação genética de plantas requer a utilização de genótipos com alta capacidade de regeneração (Oldach et al. 2001; Kishore ET al., 2006). Para a obtenção de um protocolo eficiente de transformação genética de sorgo é necessário que vários parâmetros, entre eles a regeneração em cultura de tecidos seja otimizada. A composição do meio

de cultura é um fator importante que afeta a morfogênese *in vitro* (Elkonin & Pakhomova 2000; Sato et al., 2004). A regeneração de vários genótipos de sorgo, por meio de embriogênese somática, tem sido descrita a partir de diferentes meios de cultura. Alguns estudos têm comparado o efeito dos sais basais, MS (Murashige & Skoog, 1962) e N6 (Chu et al., 1975), na indução de calos embriogênicos em diferentes cultivares de sorgo e têm constatado forte influência do genótipo na produção de calos e habilidade de regeneração *in vitro* (Lusardi & Luppoto, 1990; Elkonin et al., 1995; Kaeppler & Pedersen, 1996; Sato et al., 2004).

Os protocolos de transformação genética de planta são desenvolvidos para genótipos adaptados à propagação *in vitro*, tanto por organogênese quanto por embriogênese e essas plantas muitas vezes apresentam baixa qualidade agrônômica.

Desse modo, fica evidente não apenas a necessidade de identificação de linhagens elite com alta capacidade regenerativa em cultura de tecidos, mas também o desenvolvimento de protocolos de regeneração funcionais para um maior número de plantas de uma mesma espécie. Esta pesquisa teve como objetivo a identificação de genótipos de sorgo sacarino capazes de regenerar eficientemente pelo processo de embriogênese somática, visando sua utilização na geração de plantas transgênicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas inflorescências jovens com 3,0 a 5,0 cm de comprimento. Sementes das linhagens BRS 508, BRS 509, BRS 511 pertencentes ao banco germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo foram plantadas em casa de vegetação na e aproximadamente 120 dias após o plantio as inflorescências foram coletadas.

Esterilização do material vegetal

Aproximadamente 15 cm de colmos contendo as inflorescências imaturas foram coletados e desinfestados em etanol 70% e água destilada estéril. Em seguida, em câmara de fluxo laminar, as folhas foram retiradas com o auxílio de um bisturi, deixando-se somente a panícula. As panículas foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 5mm.

Meio de cultivo

Os meios de cultivo utilizados para a regeneração *in vitro* de sorgo nas várias etapas do processo foram aqueles desenvolvidos por Brandão et al. (2005) (Tabela 1) suplementado com antioxidantes (ácido ascórbico e PVPP). A solução contendo sais, sacarose e 2,4-D foi autoclavada, os demais constituintes foram esterilizados por filtração e adicionados à solução já autoclavada.

Tabela 1. Composição dos Meios de Cultura usados para a Regeneração de Sorgo Sacarino

Composição	Constituinte	Meio CIMRS	Meio RM	Meio H
Sais	MS Sais	4,3 g	4,3 g	4,3 g
Regulador de Crescimento	2-4 D	2,5 mL	0	0
Vitaminas	ANA 1mg/L	0	200 µL	0
	Myo-Inositol	100 mg	100 mg	0
	Prolina	0,7 g	0	0
	Solução TG	1,0 mL	0	0
Suplementos	Vitaminas MS	0	1,0 mL	1,0 mL
	L-Asparagina	100 mg	0	0
	Cinetina	200 µL	0	0
	MES	0,5 g	0	0
	PVPP	10 g	0	0
	Sacarose	30 g (comercial)	60 g (comercial)	30 g (comercial)
	Tioxin	2,0 mL	0	0
	Phytigel	3,0 g	4,0 g	3,0 g

Indução de calos embriogênicos

Fragmentos das panículas foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura CIMRS, e cultivados em câmara de crescimento, no escuro, a 26-28°C por 30 dias, com um subcultivo após 15 dias.

Regeneração e germinação

Oito gramas de calos embriogênicos foram transferidos para 3 placas de meio de maturação RM por 2-3 semanas, no escuro a

26-28°C. Os calos maduros foram transferidos para novas placas contendo meio de germinação (meio H). Para germinação as placas foram incubadas em ambiente iluminado a 26-28°C e um fotoperíodo de 16/8 h (luz/escuro).

Aclimatização

Plantas com aproximadamente 5 cm e duas a três folhas foram transferidas para vasos contendo solo, vermiculita e areia na proporção de 1:1:1. O número de plantas regeneradas a partir de 8 g de calos embriogênicos foi registrado para cada cultivar estudada. Na primeira semana em casa-de-vegetação as plântulas permaneceram protegidas sob uma cobertura plástica transparente para aclimatização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto foi testado o meio MS suplementado com 2,4-D para a indução de calos embriogênicos a partir de inflorescência imatura com 3 a 5 cm de comprimento. Segundo Gupta et al. (2006), a utilização de inflorescências imaturas de sorgo pode superar a limitação genotípica de maneira mais prática do que a utilização de embriões imaturos.

Nossos resultados revelaram que em meio CIMRS suplementado com 2,4-D e antioxidantes (ácido ascórbico e PVPP), todas as linhagens testadas foram capazes de formar calos embriogênicos embora com eficiência variável (Tabela 2). A linhagem BRS 509 foi a que produziu um maior número de calos embriogênicos e um menor escurecimento do meio de cultivo. O escurecimento observado é devido provavelmente ao acúmulo de compostos fenólicos no meio de cultivo.

Tabela 2. Numero de Calos e Plântulas desenvolvidas a partir de fragmentos de inflorescências

Cultivar	BRS 508	BRS 509	BRS 511
Nº Total de Explantes	72 calos	60 calos	123 calos
Nº de Calos Desenvolvidos ¹	59 calos	56 calos	86 calos
Nº de Plântulas que Regeneraram	28 plântulas	32 plântulas	16 plântulas
% em cima do nº total de calos (-)	81,90%	93,30%	69,90%

¹ contagem realizada antes dos calos serem passados para o meio de cultura RM

Segundo Oberthur et al. (1983), o escurecimento observado nos calos e no meio de cultura de sorgo é devido aos compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são derivados do metabolismo secundário, os quais exercem importante papel no metabolismo de muitas espécies de plantas, bem como na defesa contra predadores e microrganismos. No entanto, no cultivo *in vitro* de sorgo, a produção de compostos fenólicos pode prejudicar a formação de calos e o desenvolvimento da planta (Kresovich et al., 1987; George 1996; Zhu et al., 1998).

CONCLUSÕES

Todas as linhagens foram capazes de formar calos embriogênicos e produzir plantas.

A linhagem BRS509 se destacou podendo ser utilizada futuramente para o desenvolvimento de protocolos para transformação genética utilizando *Agrobacterium tumefaciens*.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

CAI, T.; BUTLER L.G. Plant regeneration from embryogenic callus initiated from immature inflorescences of several high-tannin sorghums. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.20, p.101–110, 1990.

CHU, C.C.; WANG, C.C.; SUN, C.S.; HSU, C.; YIN, K.C.; CHU, C.Y.; BI, F.Y. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice, through comparative experiments of the nitrogen sources. **Science Sinica**, v.16, p.659-668, 1975.

ELKONIN, L.A.; PAKHOMOVA, N.V. Influence of nitrogen and phosphorus on induction embryogenic callus of sorghum. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.61, p.115-123, 2000.

GUPTA, S.; KHANNA, V.K.; SINGH, R.; GARG, G.K. Strategies for overcoming genotypic limitations of *in vitro* regeneration and determination of genetic components of variability of plant regeneration traits in sorghum. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.86, p.379–388, 2006.

KAEPLER H.F.; PEDERSEN, J.F. Evaluation of 41 elite and exotic inbred Sorghum genotypes for high quality callus production. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.48, p.71–75, 1997.

KAEPLER, H.F.; PEDERSON, J.F. Media effects on phenotype of callus cultures initiated from photoperiod-insensitive, elite inbred sorghum lines. **Maydica**, v.41, p.83-89, 1996

KRESOVICH, S.; MCGEE, R.E.; PANELLA, L.; REILLEY A.A.; MILLER, F.R. Application of cell and tissue culture techniques for the genetic improvement of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench: progress and potential. **Advances in Agronomy, New York**, v.41, p.147-170, 1987

LUSARDI, M.C.; LUPOTTO, E. Somatic embryogenesis and plant regeneration in Sorghum species. **Maydica**, v.35, p.59–66, 1990.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F.A. revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Plant Physiology, Bethesda**, v.15, p.473-497, 1962.

OBERTHUR, E.; NICHOLSON R. L.; BUTLER, L.G. Presence of polyphenolic materials, including condensed tannins in sorghum callus. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.31, p.660-662, 1983.

OLDACH, K.H.; MORGENSTERN, A.; ROTHER, S.; GIRGI, M.; O’KENNEDY, M.M.; LO’R, Z.H. Efficient *in vitro* plant regeneration from immature zygotic embryos of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] and *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Plant Cell Reports**, v.20, p.416–421, 2001.

PETRILLO, C. P.; CARNEIRO, N. P.; PURCINO, A. A. C.; CARVALHO, C. H. S.; ALVES, J. D.; CARNEIRO, A. A. (2008) Optimization of particle bombardment parameters for the genetic transformation of brazilian maize inbred lines. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(3):371-378.

QUE Q.; ELUMALAI, S.; LI, X.; ZHONG H.; NALAPALLI, S.; SCHWEINER, M.; FEI, X.; NUCCIO, M.; KELLIHER, T.; GU, W.; CHEN, Z.; CHILTON, M.D.M. Maize transformation technology development for commercial event generation. **Frontiers Plant Sci**. 5:1-19. 2014.

SATO, S.; CLEMENTE, T.; DWEIKAT, I. Identification of an elite sorghum genotype with high *in vitro* performance capacity. **In Vitro Cellular Development Biology**, v.40, p.57-60, 2004.

VASIL, I. K. (1987) Developing cell and tissue culture systems of improvement of cereal and grass crops. **J. Plant. Physiol.** 128:193-218.

ZHU, H.; MUHUKRISHNAN, S.; KRISHNAVENI, S.; WILDE, G.; JEOUNG, J. M.;



LIANG.G.H. Biolistic transformation of sorghum using a rice chitinase gene. **Journal of Genetics & Breeding, Rome**, v.52, p.243-2

Superexpressão em tabaco do gene *Pstol1* de arroz e de seus homólogos em milho e sorgo

Simara da Silva Lopes⁽¹⁾; Patrícia Lages Silva Palhares⁽²⁾; Ubiraci Gomes de Paula Lana⁽³⁾; Meire de Cassia Alves⁽³⁾; Jurandir Vieira Magalhães⁽⁴⁾; Claudia Teixeira Guimarães⁽⁴⁾; Andrea Almeida Carneiro⁽⁴⁾; Sylvia Morais de Sousa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Estudante; Universidade Federal de São João Del-Rei; São João Del-Rei, Minas Gerais; simarabrazil@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Estudante; Centro Universitário de Sete Lagoas; ⁽³⁾Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A baixa disponibilidade de fósforo (P) é uma das maiores limitações para a produção agrícola em regiões tropicais. O gene *Phosphorus-Starvation Tolerance 1* (*OsPstol1*) codifica uma proteína quinase envolvida em processos que levam ao aumento da superfície radicular, aquisição de P e produtividade de grãos em arroz sob deficiência de P. Homólogos do *OsPstol1* foram identificados em sorgo por mapeamento associativo em dois painéis de diversidade e em milho por mapeamento de QTL. Com o objetivo de validar a função desses genes, *OsPstol1* de arroz (controle) e seus homólogos em milho (*ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02* e *ZmPstol8.05_1*) e sorgo (*Sb07g002840*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*) foram clonados sob o controle do promotor ubiquitina no vetor pMCG1005, tendo o gene *Bar* como marcador de seleção. Plantas de tabaco *Petit Havana* foram geneticamente transformadas via *Agrobacterium tumefaciens* EHA 101 e regeneradas pela seleção de calos em meio de indução de parte aérea e enraizamento. Fragmentos do gene *Bar* (~400 pb) e dos genes *Pstol1* (~700 pb) foram amplificados por PCR confirmando a inserção dos respectivos genes nas plantas transformadas. Diversas plantas apresentaram uma cópia do transgene e a superexpressão dos genes *Pstol1* aumentou o crescimento vegetativo da planta e a área de superfície radicular sob baixo P, indicando que esses genes atuam de forma semelhante ao gene *osPstol1* em plantas transgênicas de tabaco.

Termos de indexação: Fósforo, transgênico, Agrobactéria.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um nutriente chave no crescimento e desenvolvimento das plantas, com papel importante no metabolismo de energia, biossíntese de ácidos nucleicos e de membranas

(Raghothama, 1999). Entretanto, é o macronutriente menos acessível em muitos ecossistemas e sua baixa disponibilidade limita o crescimento das plantas, com necessidade de aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados para minimizar o impacto na produtividade das culturas agrícolas (Lynch, 2011).

O P é um recurso não-renovável que tem seu pico de exploração estimado para 2030 (Vance & Chiou, 2011), havendo necessidade do desenvolvimento de cultivares mais eficientes na aquisição e utilização de P para viabilizar práticas agrícolas sustentáveis.

As plantas desenvolveram uma série de mecanismos adaptativos a condições de baixo P para absorver quantidade suficiente desse nutriente para suas atividades metabólicas e seu crescimento (Lambers *et al.* 2010), com plantas eficientes na absorção de P aumentando a exploração do solo através de uma área de superfície maior e conversão de formas não disponíveis de nutrientes para formas disponíveis, que são importantes adaptações para absorção de nutrientes com pouca mobilidade no solo como o P (Rengel & Marschner, 2005).

O gene *Phosphorus-Starvation tolerance 1* (*Pstol1*) está relacionado a maior eficiência na aquisição de P em plantas de arroz em condições de baixo P. A análise fenotípica em solução nutritiva com plantas de arroz superexpressando o gene *Pstol1* indicaram que este gene é um regulador do desenvolvimento precoce e do crescimento radicular (Gamuyao *et al.* 2012). Três proteínas preditas de sorgo com identidade superior a 50% com o *Pstol1* de arroz (BAK26566) foram identificadas por Hufnagel *et al.* (2014) pela fenotipagem de dois painéis de associação de sorgo para absorção de P, morfologia e arquitetura do sistema radicular em hidroponia e produtividade de grãos e acúmulo de biomassa em condições de baixo P. Além disso, foram validados por mapeamento de QTL em uma

população biparental, mostrando um papel geral dos homólogos de sorgo na morfologia e arquitetura do sistema radicular e co-localização com QTLs relacionados a estas características. Azevedo *et al.* (2015) identificaram através de mapeamento por QTL para morfologia radicular, acúmulo de biomassa e teor de P em população de RILs em solução nutritiva três genes de milho que co-localizaram com QTLs para estas características, e em análise de expressão gênica foram mais expressos na raiz que na parte aérea. A co-localização com QTLs de morfologia radicular é uma importante evidência, uma vez que análises fenotípicas em solução nutritiva de linhagens semi-isogênicas de arroz com e sem o gene *Pstol1*, demonstraram que sob tratamentos com baixo nível de P, o comprimento e área de superfície radicular foram significativamente maiores nas plantas que expressam o *Pstol1* (GAMUYAO *et al.*, 2012). Portanto, o objetivo deste trabalho é superexpressar em tabaco os genes *OsPstol1* e seus homólogos de milho e sorgo visando verificar a funcionalidade quanto ao aumento da superfície radicular e aquisição de P.

MATERIAL E MÉTODOS

As regiões codificantes do gene *Pstol1* de arroz, dos homólogos de milho (*ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02* e *ZmPstol8.05_1*) e de sorgo (*Sb07g002840*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*) (Hunfnagel *et al.*, 2014; Azevedo *et al.*, 2015) foram sintetizadas e clonadas nos sítios *AvrII* e *SpeI* no vetor binário pMCG1005 (Iowa State University Plant Transformation Facility) pela empresa GenScript USA Inc. (<http://www.genscript.com>). O vetor pMCG1005 tem o promotor ubiquitina para regulação e expressão dos genes candidatos e o marcador de seleção para planta é o gene *Bar* sob promotor 4x35S.

Os cassetes de expressão contendo as regiões codificantes dos genes *Pstol1* foram inseridos em *Agrobacterium tumefaciens* EHA 101 por eletroporação e após confirmação de sua correta inserção por PCR foi feita transformação de discos foliares de *Nicotiana tabacum* cv. *Petit Havana* via *Agrobacterium tumefaciens*. Plantas transgênicas foram regeneradas por seleção com o herbicida PPT (fosfinotricina) em meio de cultura de indução de parte aérea e enraizamento e transferidas para casa de vegetação, onde passaram por nova seleção com PPT e as que sobreviveram foram multiplicadas. A confirmação da inserção dos genes *Pstol1* e marcador de seleção foi feita através de PCR com DNA genômico extraído de cada linhagem usando o método de Saghai-Marouf *et al.* (1984),

utilizando um *primer* senso na região promotora e um *primer* complementar à região codificadora do gene de interesse e *primers* específicos para o gene *Bar*.

A estimativa do número de cópias do transgene inseridas no genoma do tabaco foi feita por qPCR usando o método SYBR Green, utilizando DNA genômico em uma concentração de 20ng/μL, conforme Zhang *et al.* (2014) e Barros *et al.* (2011). Os níveis de expressão relativa foram quantificados pela equação $2^{-\Delta\Delta Ct}$ (Livak & Schmittgen, 2001).

Sementes de eventos transgênicos de tabaco foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 6% e germinadas em frascos com meio de cultura MS ½ (Murashige & Skoog, 1986) polimerizado com ágar Sigma, sob tratamento de baixo P (97 μM de P). Após 56 dias de germinação as plântulas foram fotografadas para análise morfológica e coletadas para extração de RNA total com kit Plant RNeasy (Qiagen). As análises de PCR quantitativo (qPCR) foram realizadas utilizando a metodologia *Taqman* e SYBR Green e a expressão gênica relativa calculada conforme o método $2^{-\Delta\Delta CT}$ (Livak & Schmittgen, 2001).

A caracterização morfológica do sistema radicular de eventos transgênicos de tabaco foi feita com plântulas sob tratamento de baixo P. Após a germinação, duas plântulas uniformes foram transferidas para placas de Petri com dimensões de 150mm x 25mm, três repetições por evento. Os experimentos foram realizados em câmara de crescimento com temperatura diurna média de 27 ± 3 °C, noturna de 20 ± 3 °C e fotoperíodo de 12 horas.

O sistema radicular das plântulas de tabaco foi avaliado semanalmente em diferentes aspectos utilizando-se o escâner Epson XL 10000 e os dados analisados com o software WinRhizo v. 4.0 (Regent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características radiculares de acordo com de Sousa *et al.* (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas selecionadas em casa de vegetação com herbicida PPT foram testadas quanto à inserção dos genes de interesse por PCR. Todas as plantas avaliadas apresentaram o fragmento amplificado por PCR do gene *Bar*. Para a presença do inserto gene específico não foram observados os mesmos resultados, com total de plantas inferior ao do gene *Bar*, o que pode ser explicado pela deleção do gene específico durante o processo de transformação (Sha *et al.* 2004).

O número de cópias do transgene foi calculado pelo método $2^{-\Delta\Delta Ct}$ (Livak & Schmittgen, 2001), comparando-se cada amostra desconhecida com o

DNA de evento que continha uma única cópia do transgene. Como esperado, o tabaco não transformado não apresentou amplificação para o gene *Bar*. Eventos transformados apresentaram inserção de uma a três cópias do transgene. O número de cópias pode influenciar os níveis de expressão e a estabilidade genética dos genes exógenos e endógenos. Portanto, a inserção de uma única cópia do transgene é desejável, pois esses eventos são geneticamente estáveis (Gadeleta *et al.* 2011). Dados semelhantes foram encontrados por Yuan *et al.* (2007) e Yang *et al.* (2013) em tabaco e algodão, respectivamente.

Foi realizado um ensaio de expressão com o gene *Bar* para verificar presença de transcritos em eventos transgênicos de tabaco para as construções pMCG1005, *OsPstol1*, *ZmPstol8.05_1*, *ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*. A expressão do gene *Bar* foi variável entre os eventos e entre as construções. Não houve correlação entre os níveis de expressão e o número de cópias do gene *Bar*. A expressão está provavelmente relacionada com o local de integração do transgene no genoma vegetal (Joyce *et al.* 2014), que pode ser em regiões promotoras de genes transcricionalmente ativos (Bourras *et al.* 2015), diferentes regiões do genoma e forma aleatória (Gelvin & Kim, 2007).

Além da expressão do gene *Bar*, foram analisados os níveis de expressão dos transcritos para os genes específicos (*ZmPstol8.05_1*, *ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*) (Figura 1). Nesse caso, também houve variação da expressão gênica entre eventos individuais. Todos os eventos expressaram os genes *Pstol1*, com exceção de eventos que apresentaram valores muito baixos de expressão.

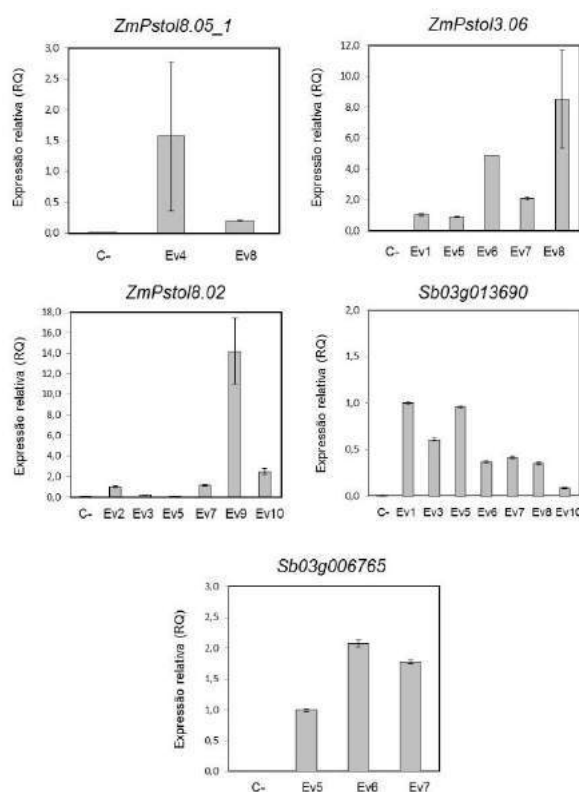


Figura 1 - Expressão dos homólogos de milho e sorgo do gene *Pstol1* em eventos transgênicos das construções *ZmPstol8.05_1*, *ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*. A expressão gênica relativa foi calculada utilizando o método $2^{-\Delta\Delta CT}$.

Análise morfológica de plântulas contendo as construções *OsPstol1* Ev. 5, *ZmPstol8.05_1* Ev. 8, *ZmPstol3.06* Ev. 5, *ZmPstol8.02* Ev. 3, *Sb03g031690* Ev. 1 e *Sb03g006765* Ev. 6 mostrou maior crescimento vegetativo e radicular (Figura 2) do que as plântulas controle (pMCG1005 -vetor vazio).

As plântulas contendo as construções *ZmPstol3.06* Ev. 5 e *ZmPstol8.02* Ev. 3 mostraram crescimento superior às demais construções (Figura 2). As construções *ZmPstol8.05_1* Ev. 8, *Sb03g031690* Ev. 1 e *Sb03g006765* Ev. 6 tiveram crescimento similar, superior ao controle e ao *OsPstol1* Ev. 5, e inferior as construções *ZmPstol3.06* Ev. 5 e *ZmPstol8.02* Ev. 3 (Figura 2). A proteína *OspSTOL1* de arroz está associada ao desenvolvimento e crescimento precoce do sistema radicular e aquisição de P (Gamuyao *et al.* 2012). Há evidências de associação entre *SbPstol1*, crescimento radicular e produção em campo de sorgo (Hunfnagel *et al.* 2014) e co-localização entre *ZmPstol1* e características radiculares (Azevedo *et al.* 2015).

Na caracterização morfológica do sistema radicular foi observada diferença entre comprimento e área de superfície entre os eventos controles (pMCG1005) e eventos dos genes *OsPstol1*, *ZmPstol3.06*, *ZmPstol8.02*, *Sb03g031690* e *Sb03g006765*, mas os resultados fenotípicos ainda não são conclusivos, uma vez que as plantas ainda estão no início do desenvolvimento.



Figura 2 - Plântulas de tabaco individuais crescidas em meio de cultura sob baixo P. Da esquerda para direita: pMCG1005 Ev. 10 (controle), *OsPstol1* Ev. 5, homólogos de milho (*ZmPstol8.05_1* Ev. 8, *ZmPstol3.06* Ev. 5 e *ZmPstol8.02* Ev. 3) e homólogos de sorgo (*Sb03g031690* Ev. 1 e *Sb03g006765* Ev. 6).

CONCLUSÕES

Foram geradas com sucesso linhagens transgênicas de tabaco superexpressando os genes *OsPstol1* de arroz e seus homólogos de milho e de sorgo com baixo número de cópias dos transgenes e maior crescimento radicular e vegetativo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa e a Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, G. C.; CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; NEGRI, B.F.; HUFNAGEL, B.; COSTA E SILVA, L.; MAGALHAES, J. V.; GARCIA, A. A. F.; LANA, U. G. P.; SOUSA, S. M.; GUIMARAES, C. T. Multiple interval QTL mapping and searching for *PSTOL1* homologs associated with root morphology, biomass accumulation and phosphorus content in maize seedlings under low-P. **BMC Plant Biology**, 10.1186/s12870-015-0561-y, 2015.

BARROS, B. A.; LANA, U. G. P.; POSSA, K. F.; ANDRADE, L. C. S. S.; SILVA, V. L.; LOPES, F. A.; CARNEIRO, A. A.; CARNEIRO, N. P.; MAGALHAES, J. V.; GUIMARAES, C. T. Estimativa do Número de Inserções de Transgenes em milho por PCR quantitativo (qPCR). (**Circular Técnica**), 2011.

BOURRAS, S.; ROUXEL, T.; MEYER, M. Agrobacterium tumefaciens gene transfer: How a plant pathogen hacks

the nuclei of plant and nonplant organisms. **Phytopathology**, p.1-14, 2015.

DE SOUSA, S.M.; CLARK, R.T.; MENDES, F.F.; e OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, M.J.V.; PARENTONI, S.N.; KOCHIAN, L.V.; GUIMARÃES, C.T.; MAGALHÃES, J.V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, v.39, p.925-935, 2012.

GADELETA, A.; GIANCASPRO, A.; CARDONE, M. F.; BLANCO, A. Real-time PCR for detection of precise transgene copy number in durum wheat. **Cellular & Molecular Biology Letters**, v.16, p.652-688, 2011.

GAMUYAO, R.; CHIN, J.H.; TANAKA, J.P.; PESARESI, P.; CATAUSAN, S.; DALID, C.; ISLAMET-LOEDIN, I.; TECSON-MENDOZA, E.M.; WISSUWA, M.; HEUER, S. The protein kinase *Pstol1* from traditional rice confers tolerance of phosphorus deficiency. **Nature**, v.488, p.535-541, 2012.

GELVIN, S. B.; KIM, S. I. Effect of chromatin upon Agrobacterium T-DNA integration and transgene expression. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1769, p.410-421, 2007.

HUFNAGEL, B.; de SOUSA, S. M.; ASSIS, L.; GUIMARÃES, C. T.; LEISER, W.; AZEVEDO, G. C.; NEGRI, B.; LARSON, B. G.; SHAFF, J. E.; PASTINA, M. M.; BARROS, B. A.; WELTZIEN, E.; RATTUNDE, H. F. W.; VIANA, J. H.; CLARK, R. T.; FALCÃO, A.; GAZAFFI, R.; GARCIA, A. A. F.; SCHAFFERT, R. E.; KOCHIAN, L. V.; MAGALHÃES, J. V. Duplicate and Conquer: Multiple Homologs of PHOSPHORUS-STARVATION TOLERANCE1 Enhance Phosphorus Acquisition and Sorghum Performance on Low-Phosphorus Soils. **Plant Physiology**, v.166, p.659 – 677, 2014.

JOYCE, P.; HERMANN, S.; O'CONNELL, A.; DINH, Q.; SHUMBE, L.; LAKSHMANAN, P. Field performance of transgenic sugarcane produced using Agrobacterium and biolistics methods. **Plant Biotechnology Journal**, v.12, p.411-424, 2014.

LAMBERS, H.; BRUNDRETT, M. C.; RAVEN, J. A.; HOPPER, S. D. Plant mineral nutrition in ancient landscapes: high plant species diversity on infertile soils is linked to functional diversity for nutritional strategies. **Plant Soil**, v.334, p.11-31, 2011.

LIVAK, K.; SCHMITTGEN, T.D. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ Ct. Method. **Methods**, v.25, p.402-408, 2001.

LYNCH, J.P. Root Phenotypes for Enhanced Soil Exploration and Phosphorus Acquisition: Tools for Future Crops. **Plant Physiology**, v.156, p.1041-1049, 2011.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A. Tobacco Tissue Culture. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.665-693, 1999.

RENGEL, Z.; MARSCHNER, P. Nutrient availability and management in the rhizosphere: exploiting genotypic differences. **New Phytologist**, v.168, p.305–312, 2005.

SHA, Y.; LI, S.; PEI, Z.; LUO, L.; TIAN, Y.; HE, C. Generation and flanking sequence analysis of a rice T-DNA tagged population. **Theor Appl Genet**, v.108, p.306–314, 2004.

SAGHAI-MAROOF, M.A., SOLIMAN, K.A., JORGENSEN, R.A., ALLARD, R.W. Ribosomal DNA spacer length polymorphism in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v.81, p.8014-8018, 1984.

VANCE, C.P., CHIOU, T.J. Phosphorus focus editorial. **Plant Physiology**, v.156, p.987-988, 2011.

YANG, X.; LI, F.; ZHANG, X.; LIU, K.; WANG, Q.; ZHANG, J.; LIU, C.; ZHU, Z.; SHAN, G.; CHIN, C. K.; FANG, W. Integration and Characterization of T-DNA Insertion in Upland Cotton. **Czech J. Genet. Plant Breed**, v.49, p.51–57, 2013.

YUAN, J. S.; BURRIS, J.; STEWART, N. R.; MENTEWAB, A.; STEWART JR., C. N. Statistical tools for transgene copy number estimation based on real-time PCR. **BMC Bioinformatics**, v.8, 2007.

ZHANG, Y.; LIU, Y.; ZHANG, J.; WANG, G.; WANG, J.; LIU, J. Assessment of transgene copy number and zygosity of transgenic maize overexpressing Cry1le gene with SYBR® Green qRT-PCR. **In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant**, v.5, p.125–134, 2015.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Validação por qPCR de genes diferencialmente expressos em milho em resposta ao estresse hídrico.

Beatriz de Almeida Barros⁽¹⁾; Andrea Almeida Carneiro⁽²⁾; Paloma Alessandra Alves⁽³⁾; Raquel Oliveira Moreira⁽³⁾; Roberto Willians Noda⁽²⁾; Newton Portilho Carneiro⁽²⁾

⁽¹⁾ Analista de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Estagiária, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.
newton.carneiro@embrapa.br

RESUMO: O estresse hídrico é um dos principais fatores que limita a produção agrícola. Déficit de água reduz o rendimento da cultura principalmente nos estádios reprodutivos. O milho é uma cultura importante para a segurança alimentar global que está sendo amplamente cultivada em áreas tropicais e subtropicais sob condições de sequeiro. A tolerância à seca é uma característica complexa e afeta as respostas de genes em muitos processos biológicos em plantas. Nesse trabalho foram comparados nível de expressão de genes de raiz de espécies de milho contrastantes para a tolerância ao estresse hídrico e em duas condições hídricas por RNAseq e qPCR. O RNA total foi extraído de raízes de plantas de milho mais tolerante, na presença (50% menos irrigado) e ausência (100% irrigado - controle) do estresse. Os cDNAs foram construídos, sequenciados e analisados utilizando softwares na plataforma Galaxy da Embrapa Informática Agropecuária. Genes com diferenças de expressão superior a dez vezes em condições contrastantes em análise de RNAseq e de baixo número de cópia forma submetidos ao qPCR. Os resultados mostraram consistentes com variações abaixo de duas vezes entre os dois métodos. Esses resultados ajudam a consolidar os resultados de RNAseq para expressão de genes relacionados com estresse hídrico, que permitem evidenciar as vias metabólicas relacionadas a esse processo.

Termos de indexação: milho, seca, RNASeq, qPCR.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o milho é considerado a terceira maior cultura do mundo, tanto pelo seu valor nutricional quanto por seu valor econômico (Duarte, 2000). Alterações climáticas, como a seca, acarretam danos na produção desse cereal, principalmente na sincronização dos sistemas reprodutivos, uma vez que o déficit hídrico modifica o intervalo de emergência do pendão até o aparecimento dos estigmas. Na maioria dos casos, plantas sujeitas ao estresse combinam uma série de respostas fisiológicas e bioquímicas em nível molecular, celular em toda a planta (Bohnert et al., 1995; Bray, 1993, 1997; Chaves et al., 2003), que podem levar a alterações na planta que permitam uma maior tolerância a curto e longo prazo ao estresse hídrico. Essas alterações a curto prazo podem variar desde um ajuste osmótico (Morgan, 1984) através do sequestro de íons na planta (Mimura et al, 2003) até um sinal raiz-folha que possa reduzir a transpiração e o crescimento da planta. A longo prazo a planta pode modificar o tamanho e arquitetura do sistema radicular capacitando a planta a absorver maiores quantidades de água durante condições de estresses hídrico. Pouco se conhece sobre os mecanismos regulatórios que traduzem as mudanças ambientais em alterações metabólicas necessárias durante as respostas de adaptação à seca. Um grande número de genes é expresso diferencialmente sob seca em diferentes tecidos, estádios e condições (Reynolds & Tuberosa 2008; Deyholos 2009) e a identificação desses genes responsivos ao déficit hídrico se torna fundamental para o desenvolvimento de linhagens tolerantes, cuja produção possa minimizar os efeitos da seca. Neste trabalho, identificamos alguns desses genes diferencialmente expressos em resposta ao

estresse hídrico em milho por RNAseq e a validamos a sua quantificação por qPCR.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Genético

Para este trabalho foram utilizados os genótipos de milho identificados como A (tolerante a seca) e B (sensível a seca). Esses genótipos foram caracterizados no Programa de Melhoramento de Milho e Sorgo da Embrapa Milho e Sorgo, tanto em nível de casa de vegetação como em campo. Para esse trabalho, as plantas foram mantidas em casa de vegetação sob condições de 50% e 100% de irrigação por 30 dias entre as fases de pré-florescimento e enchimento do grão. Após esse período, porções das raízes foram coletadas, o excesso de solo foi retirado manualmente e as amostras foram congeladas em nitrogênio líquido até a extração de RNA. Foram coletadas duas amostras biológicas de duas plantas por cada tratamento.

Extração de RNA e síntese de cDNA

Antes da extração, cada amostra foi lavada rapidamente em água para retirada do solo residual e macerada em nitrogênio líquido. O RNA total foi extraído utilizando o RNAeasy Plant Mini Kit (Qiagen) de acordo com as recomendações do fabricante. O cDNA foi sintetizado a partir de 1,0 ug de RNA total utilizando High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit de acordo com as recomendações do fabricante.

RNASeq

Cerca de 10 ug de RNA total de duas réplicas biológicas de cada tratamento foram enviados para a empresa Eurofins para sequenciamento. As análises de sequências de RNAseq de milho utilizaram o programa TopHat (<http://tophat.cbcb.umd.edu/>) que alinha sequências do genoma e determina splicing alternativos. O Cufflinks (<http://cufflinks.cbcb.umd.edu/>) usa o mapa para localizar os transcritos. O Cuffdiff é parte do pacote do Cufflinks que faz o alinhamento de genes em duas ou mais condições determinando genes diferencialmente expressos utilizando análises estatísticas rigorosas. O TopHat e Cufflinks são sistema baseados em UNIX. Para utilizar uma interface gráfica mais acessível utilizamos a plataforma Galaxy disponibilizado pela Embrapa Informática Agropecuária. O CummeRbund (<http://compbio.mit.edu/cummeRbund/>) produz informações de expressão nos formatos gráficos de

vulcano, scatter e boxplots utilizando os dados do Cufflinks e em conexão com o ambiente de estatística R e pode ser acessível pelo Bioconductor (<http://www.bioconductor.org/>). Com transcritos ou exons únicos de milho (diferencialmente expressos ou não) foram selecionados para validação dos dados obtidos por RNASeq.

qRT-PCR

A escolha dos transcritos diferencialmente expressos de milho sob condições contrastantes para estresse hídricos (50% Reidratado x 100% Reidratado), das bibliotecas de raiz (B-Root-50 x B-Root-100) foram elencados os transcritos com as maiores expressões diferenciais [\log_2 (Fold Change)] positivas (Up regulation) e negativas (Down regulation), e os transcritos com expressões mais semelhantes (no significant differential expression = NoDiff), excetuando-se os transcritos sem expressão detectada e os transcritos sem teste estatístico. Para as categorias up e down regulated, também foram excluídos os transcritos sem significância estatística da expressão diferencial. Como critério de seleção final, os transcritos sem splicing alternativo (um gene com um único transcrito) foram utilizados para o qRT-PCR. Para aumentar o número de transcritos selecionados, os transcritos que pertenciam a um gene com dois transcritos alternativos foram analisados e somente o(s) exon(s) ou parte(s) do(s) exon(s) do transcrito elencado com diferencialmente expresso, que o diferenciava do outro transcrito foi(ram) utilizado(s) para o qRT-PCR. Os primers foram desenhados para todos os transcritos/exons selecionados utilizando o software PrimerExpress (Applied Biosystems). As reações de PCR em tempo real foram conduzidas em 7500 Fast Real Time PCR System (Applied Biosystems) utilizando Fast Syber Green Master Mix (Applied Biosystems) de acordo com as recomendações do fabricante. Um gene que codifica actina foi utilizado como gene de referência para ambos os materiais e quantificação relativa foi calculada utilizando o método $\Delta\Delta C_t$ (Livak e Schmittgen, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cerca de 10 ug de RNA total (Figura 1) obtidos de duas réplicas biológicas de cada tratamento foram enviados para a empresa Eurofins para sequenciamento.

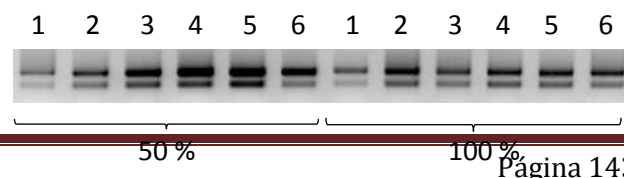


Figura 1: Análise de integridade das amostras de RNA de milho do genótipo B em gel de agarose 1,2% submetido a 110V por 40 minutos.

As análises de sequências de RNAseq de milho feitas na interface gráfica do Galaxy produziram resultados como os apresentados nas Figuras 2A, 2B e 3.

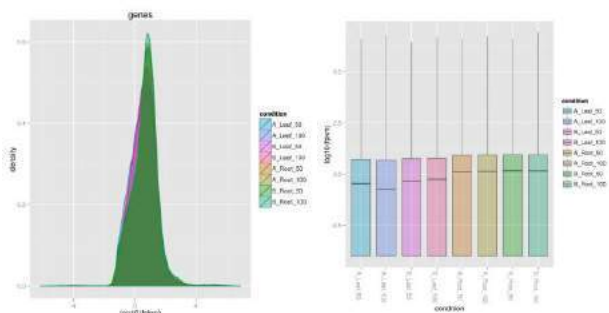


Figura 2 – (A) Distribuição dos escores de FPKM para cada amostra em milho. (B) Boxplots entre amostras. Boxplots de cada amostra para a variação dos seus valores de log (FPKM), que pode ser útil para a observação de tendências entre as amostras. Amostras de raiz A_Root_50, A_Root_100, B_Root_50 e B_Root_100 apresentando boxplots muito parecidos.

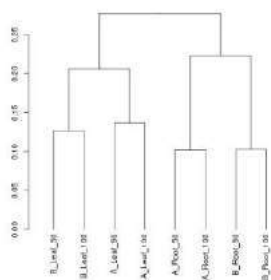


Figura 3 – Dendrograma criado a partir das amostras são úteis para determinar o grau de relacionamento entre as várias amostras. A primeira ramificação do dendrograma agrupou as amostras entre os diferentes tecidos (raiz e folhas). A seguir, ocorreu o agrupamento por genótipo (sensível e resistente). E, por último, ocorreu a separação por tratamento (reposição de 100% ou 50% da água perdida por evapotranspiração).

Dos 100 transcritos/exons selecionados do RNAseq, 79 reações de qPCR apresentaram resultados, 27 para *Down regulated*, 34 para *Up regulated* e 18 para transcritos com diferença de expressão não significativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de transcritos diferencialmente expressos com RNAseq selecionados, reações que apresentaram resultados de qPCR e resultados confirmados.

Categoria	RNAseq	qPCR	RNAseq=qPCR
50-100_NoDiff	22	18	16
50-100_Up	49	34	31
50-100_Down	29	27	26

Dos 79 resultados para qPCR, apenas seis resultados não confirmaram os resultados obtidos para RNAseq. Um transcrito relacionado como *Down regulated* no RNAseq apresentou-se *Up regulated* no qPCR; três transcritos *Up regulated* em RNAseq não confirmaram essa condição no qPCR; e dois transcritos *NoDiff* apresentaram alguma diferença para qPCR.

As figuras 4 e 5 mostram a comparação entre os resultados de expressão de qPCR para as bibliotecas B-Root-50 x B-Root-100 de alguns transcritos.

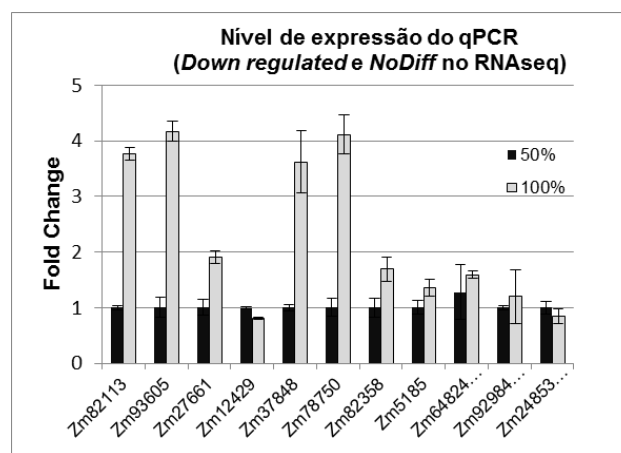


Figura 4: Nível de expressão dos transcritos. *Down-Regulated* em RNAseq: Zm82113, Zm93605, Zm27661, Zm12429, Zm37848, Zm78750, Zm82358 e Zm5185. *NoDiff*: Zm64824, Zm92984, Zm24853. Apenas o transcrito Zm12429 não apresenta resultados compatíveis entre RNAseq e qPCR.

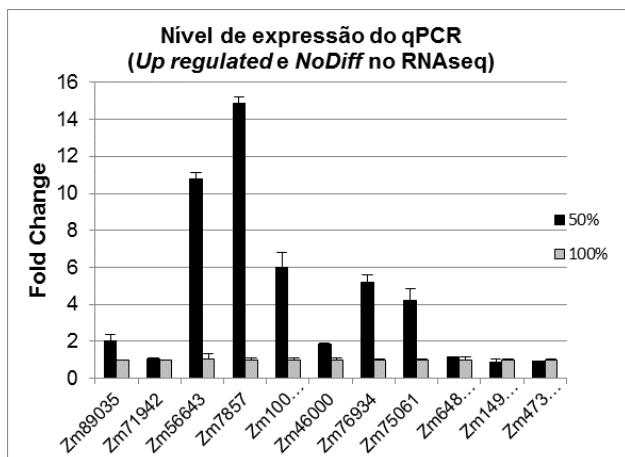


Figura 5: qPCR - Nível de expressão dos transcritos. *Up-Regulated* em RNAseq: Zn89035, Zn71942, Zn56643, Zn7857, Zn100181, Zn46000, Zn76934 e Zn75061. *NoDiff*: Zn64824, Zn14964, Zn47307. Apenas o transcrito Zn71942 não apresenta resultados compatíveis entre RNAseq e qPCR.

A comparação de expressão pelo método de RNAseq e qPCR confirmou os resultados de RNAseq. A grande maioria dos trabalhos publicados mostra a confirmação de resultados de RNAseq por qPCR, evidenciando que há grande coerência entre os dois métodos.

CONCLUSÕES

A identificação e caracterização de genes relacionados a mecanismos envolvidos no estresse hídrico em milho é de grande importância para o aumento da eficiência nos programas de melhoramento tanto pelo uso de transgênicos como transferência via marcadores moleculares. Contudo, requer extensiva análise de transcriptomas em diferentes situações e genótipos para levantamento de genes candidatos. Comparação de tratamentos entre raiz e parte aérea e sob estresse hídrico por RNAseq e qPCR são bastantes úteis para identificar genes envolvidos nesses processos metabólicos. Nesse trabalho foram comparados resultados obtidos para raiz entre as técnicas de RNAseq e qPCR. A qPCR é uma ferramenta potente para medir expressão genica e é utilizada para confirmar os resultados de RNAseq. qPCR permite ensaios sensíveis e específicos de expressão genica, mas requer caracterização robusta de genes normalizadores. O sequenciamento por RNAseq é um método mais recente de descrição de perfil da expressão genica de vários genes ao mesmo tempo e tem mostrado um avanço de sensibilidade comparado com os microarranjos. Aqui, foi possível

confirmar a expressão por qPCR da maioria dos transcritos elencados por RNAseq. A informação do RNAseq além de auxiliar a montagem das redes biológicas relacionadas com o estresse hídrico favorece a identificação de promotores ou regiões regulatórias capazes de ativar genes nessas condições.

AGRADECIMENTOS

Esse projeto teve a participação da FAPEMIG e Embrapa.

REFERÊNCIAS

- Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen, R.G. (1995) Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell* 7, 1099-1111.
- Bray EA (1997) Plant responses to water deficit. *Trends Plant Sci* 2:
- Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. 2003. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* 30: 239–264.
- DEYHOLOS, M. K. (2010), Making the most of drought and salinity transcriptomics. *Plant, Cell & Environment*, 33: 648–654.
- Livak, J. K., Schmittgen, T. D. (2001) Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta Ct}$ method, *Methods* 25 p402-408.
- Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35:299–31.
- Reynolds M., Tuberosa R. (2008). Translational research impacting on crop productivity in drought-prone environments. *Curr. Opin. Plant Biol.* 11, 171–179 10.1016



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Análise econômica da produção de silagem de sorgo consorciado em cerrado de baixa altitude.

Isabela Maria Dias Moysés Fernandes⁽¹⁾; Sanderley Simões da Cruz⁽²⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽³⁾; Marcelo Andreotti⁽⁴⁾; Omar Jorge Sabbag⁽⁵⁾; Cássia Maria de Paula Garcia⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de graduação; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Ilha Solteira, SP; isabela.maria94@gmail.com; ⁽²⁾ Professor doutor; Instituto Federal do Pará (IFPA); Marabá, PA; ssdacruz@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP, Bolsista Fapesp, isabomelina@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto; UNESP; Ilha Solteira, SP; Bolsista CNPq, dreotti@agr.feis.unesp.br; ⁽⁵⁾ Professor Doutor; UNESP; Ilha Solteira, SP; sabbag@agr.feis.unesp.br; ⁽⁶⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP, cassiampg@yahoo.com.br.

RESUMO: A análise econômica das atividades de uma propriedade é de extrema importância para auxiliar na tomada de decisões do produtor. Com isso em vista, esta pesquisa teve como objetivo analisar economicamente o cultivo de sorgo para produção de silagem consorciado com forrageiras tropicais e/ou guandu-anão no Cerrado de baixa altitude. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em fatorial 6 x 2, com 6 tratamentos e duas épocas de colheita. Os tratamentos foram: sorgo solteiro, sorgo consorciado com guandu, sorgo consorciado com capim-marandu e guandu, sorgo consorciado com capim-marandu, sorgo consorciado com capim-mombaça e guandu e sorgo consorciado com capim-mombaça, em primeiro corte e na rebrota. Foram calculados o custo operacional total, produtividade, receita bruta, lucro operacional, índice de lucratividade e o ponto de equilíbrio com relação a produtividade e o valor para ambas épocas de colheita. No primeiro corte o tratamento de sorgo com capim-mombaça e guandu anão resultou em prejuízo para o produtor devido ao maior custo de implantação e baixa produtividade. Todos os tratamentos da rebrota resultaram em lucro para o produtor.

Termos de indexação: Integração Lavoura-Pecuária; *Megathyrus maximum*; *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

A alta exploração por longo período de tempo dos pastos, em somatória às baixas tecnologias empregadas, ao alto impacto dos pisoteios e às baixas precipitações que limitam o crescimento da forrageira em uma época do ano, levam à degradação dos pastos, que segundo o MAPA (2016) somam 30 milhões de hectares de pastagens

em algum nível de degradação.

Segundo Garcia et al (2012), devido aos altos investimentos para formação, recuperação, reforma, adubação e irrigação das pastagens, o produtor tem buscado técnicas que permitam a redução desses custos.

A alternativa mais viável disponível no mercado, técnica e econômica, é a adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária (SILP), que é definido por Macedo (2009) como o conjunto de sistemas produtivos que envolvem na mesma área a produção de grãos, consorciados ou não com espécies forrageiras e a produção animal, de forma a permitir maior sustentabilidade na propriedade.

O SILP está presente em 25 milhões de km² (Bell & Moore, 2012) e representa aproximadamente 50% da produção de alimentos no mundo (Herrero et al. 2010).

Além de trazer benefícios diretos e imediatos ao produtor pelo melhor aproveitamento do espaço, é um sistema eficiente no uso de recursos naturais (Wright et al, 2011), promove a ciclagem de nutrientes e melhoria dos solos, eleva a produtividade (Balbinot Jr et al, 2009) e reduz os custos de produção (Ryschawy et al., 2012).

Como o interesse do produtor está voltado prioritariamente para o último tópico, e como há diversos trabalhos atestando o sucesso técnico do SILP e poucos atestando sua lucratividade, o presente trabalho teve como objetivo estudar as variáveis econômicas do consórcio de sorgo com forrageiras tropicais e/ou guandu anão em sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da UNESP, campus de Ilha

Solteira, SP, localizada no município de Selvíria, MS, no ano agrícola de 2014/2015. O tipo climático é caracterizado como tropical úmido com chuvas no verão e seca no inverno e classificado como Aw, por Köppen. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013).

Foram coletadas amostras de solo para caracterização física e química da área antes da instalação do experimento e foram realizadas posteriormente correção dos atributos necessários com calagem e adubação. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado quimicamente quando necessário.

O experimento foi instalado em novembro de 2013, no delineamento de blocos casualizados, em fatorial 6 x 2, com quatro repetições, sendo a silagem colhida em duas épocas, primeiro corte e rebrota, e os tratamentos: sorgo solteiro (SS); sorgo consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SU); sorgo consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SUG); sorgo consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça (SM) sorgo consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça e guandu-anão (SMG) e sorgo consorciado com guandu-anão cv. Aratá (SG).

Cada parcela experimental foi representada por 7 linhas de sorgo, distanciadas a 0,45 m, com 20 m de comprimento, perfazendo um total 58,4 m² por parcela. As sementes das forrageiras foram depositadas na mesma linha e abaixo das sementes de sorgo para retardar sua emergência, utilizando 9,6 kg ha⁻¹ de sementes de capim-marandu (VC = 50%) e 10,3 kg ha⁻¹ de sementes de capim-mombaça (VC = 35%). As sementes de guandu-anão foram semeadas nas entrelinhas, em espaçamento de 0,45 m, e com densidade de 20 sementes m⁻¹.

A produtividade foi determinada pela ceifa das plantas em 1 m² realizada antes da colheita do material para a silagem das duas épocas, e os resultados foram extrapolados para kg ha⁻¹.

A colheita (grãos com 70% de MS), tanto no primeiro corte como na rebrota, 97 dias após, foi realizada mecanicamente a uma altura de 0,30 m em relação ao solo, e o material foi compactado com prensa hidráulica (600 kg m⁻³) em baldes de plásticos com capacidade de 10 kg de massa verde, com areia ensacada no fundo para a recuperação do efluente e flanges de silicone adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases, e vedados para evitar entrada de ar. Os silos, após preenchidos e compactados, foram hermeticamente lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio e a abertura ocorreu após 30 dias do processo de ensilagem.

Foi realizada a coleta dos preços dos insumos e

operações, assim como o preço recebido pelo produto final, com produtores da região dentro do período estudado. Foram determinados os parâmetros econômicos: custo operacional total (COT), produtividade, receita bruta, lucro operacional, índice de lucratividade e ponto de equilíbrio com relação a produtividade e valor, para ambas épocas de colheita.

O custo operacional total foi determinado segundo metodologia Matsunaga et al. (1976), com a soma do custo operacional efetivo (COE - despesas com operações mecanizadas, operações manuais, insumos utilizados), juros de custeio (5,5% a.a. sobre 50% do COE), outras despesas (5% do COE) e depreciações.

A receita bruta foi calculada multiplicando a produtividade pelo preço de mercado, o lucro operacional foi calculado como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total, o índice de lucratividade como a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo operacional total, o preço de equilíbrio como o preço mínimo necessário a ser obtido para cobrir o COT, considerando-se a produtividade média obtida pelo produtor e a produtividade de equilíbrio, como a produtividade mínima necessária para cobrir o COT, considerando-se o preço médio recebido pelo produtor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As silagens que possuíam uma forrageira e guandu anão apresentaram maior custo operacional total (COT), acima de R\$2.700,00, devido aos gastos com sementes de três espécies vegetais, entretanto, o consórcio de sorgo com *Urochloa* e guandu, embora tenha tido alto custo de implantação apresentou alta produtividade (Tabela 2) e conseqüentemente alta renda bruta (Tabela 1), resultando no maior índice de lucratividade (Tabela 1) no primeiro corte.

Os COT das rebrotas foram considerados iguais (R\$606,09) para todos os tratamentos pois foram somados somente os custos de colheita, transporte e compactação da silagem, enquanto que os custos com semeadura e insumos estavam no COT do primeiro corte.

Nessa situação, observa-se que embora os custos da rebrota sejam iguais, a renda bruta, o lucro operacional (Tabela 1) e o índice de lucratividade foram diferentes pois são variáveis diretamente proporcionais à produtividade. Na rebrota, as maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com forrageira e guandu-anão, o que redime o maior custo gasto com sementes.

Os índices de lucratividade refletem a capacidade do consórcio em gerar renda suficiente para superar os custos de produção e gerar lucros operacionais ao produtor.

Logo, quanto maior o lucro operacional em relação ao COT maior será o índice de lucratividade e mais rentável será a atividade. Embora o consórcio de sorgo com *Megathyrus* e guandu tenha resultado em prejuízo ao produtor no primeiro corte, apresentou índice de lucratividade de 65% na rebrota, resultando em lucro de aproximadamente R\$1000,00/ha ao final da safra.

Tal resultado só foi possível devido às altas produtividades, o que vai de encontro ao observado por Paziani et al. (2009), que ao estudarem as características agrônômicas da silagem verificaram que o sucesso do processo está diretamente relacionado à elevada produção de massa verde e seca.

Tabela 1– Custo operacional total (COT), renda bruta (RB), lucro operacional (LO) e índice de lucratividade (IL) obtidos na produção de silagem de sorgo consorciado no primeiro corte e rebrota.

Consórcio	COT (R\$)	RB (R\$)	LO (R\$)	IL
Primeiro Corte				
SUG	2.757,68	3.645,10	887,42	24,3
SU	2.597,27	2.602,64	5,37	0,2
SMG	2.771,31	2.724,18	-47,13	-1,7
SM	2.571,90	2.863,88	291,98	10,2
SG	2.528,80	2.753,10	224,30	8,1
SS	2.387,21	2.784,50	397,29	14,3
Rebrota				
SUG	606,09	1.803,38	1.197,29	66,4
SU	606,09	1.276,28	670,19	52,5
SMG	606,09	1.733,03	1.126,94	65,0
SM	606,09	1.674,75	1.068,66	63,8
SG	606,09	1.160,78	554,69	47,8
SS	606,09	1.281,00	674,91	52,7

O ponto de equilíbrio, apresentado na Tabela 2, é descrito como o volume de atividades operacionais em que o total da contribuição da quantidade vendida ou produzida se iguala ao custo operacional total, e segundo Padoveze (2003), é um importante indicador de escala de produção e de custeio de qualquer atividade. Esse indicador informa o volume mínimo necessário em produção (ProE) e em preço de mercado (PreE) para cobrir o COT. Ou seja, caso o preço recebido seja maior que o PreE ou a produção final seja maior que o ProE, o produtor terá lucro na atividade.

Neste trabalho foi considerada a venda de silagem para terceiros como é o costume entre os produtores da região, porém, caso a silagem fosse

consumida dentro da propriedade o PE para os sistemas ultrapassaria os 100% (Stivari et al., 2013).

A análise desses indicadores comprova o observado anteriormente: o único tratamento que produziu menos que o ProE, embora tenha atingido o PreE, foi o consórcio de sorgo com *Megathyrus* e guandu anão, o que resultou em seu índice de lucratividade negativo (Tabela 1).

Tabela 2 – Produtividade (Prod) e ponto de equilíbrio (PE) com relação a produtividade (ProE) e valor (PreE) obtidos na produção de silagem de sorgo consorciado no primeiro corte e rebrota.

Consórcio	Prod (kg ha ⁻¹)	PE	
		ProE (kg ha ⁻¹)	PreE (R\$)
Primeiro Corte			
SUG	18.225,50	13.788,40	0,15
SU	13.013,20	12.986,35	0,20
SMG	13.620,92	13.857,55	0,20
SM	14.319,40	12.860,50	0,18
SG	13.765,50	12.644,00	0,18
SS	13.922,50	11.936,05	0,17
Rebrota			
SUG	8.587,50	2.886,14	0,07
SU	6.077,50	2.886,14	0,10
SMG	8.252,50	2.886,14	0,07
SM	7.975,00	2.886,14	0,08
SG	5.527,50	2.886,14	0,11
SS	6.100,00	2.886,14	0,10

CONCLUSÕES

Consórcios com alto custo operacional total podem apresentar altos índices de lucratividade caso apresentem altas produtividades, como é o caso do sorgo consorciado com *Urochloa* e guandu anão.

Quando o custo operacional total é o mesmo, a produtividade é a determinante da lucratividade ou não do consórcio.

Quando em condições ideais de clima, a rebrota de sorgo com gramíneas forrageiras e/ou guandu anão pode apresentar alta produtividade e resultar em lucros para o produtor.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT Jr., A. A. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, v. 39, p. 1925-1933, 2009.
- BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. *Agricultural Systems*, v. 111, p. 1-12, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2013. 353 p.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. S.; BUZZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 157-163, 2012.

HERRERO, M.; THORNTON, P.K.; NOTENBAERT, A.M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H.A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; STEEG, J. van de; LYNAM, J.; PARTHASARATHY RAO, P.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.

MACEDO, M. C. M. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p.133-146, 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Recuperação de áreas degradadas. 2016. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas-degradadas>> Acesso em 23 de maio de 2016.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976. PADOVEZE, C. L. **Curso básico gerencial de custos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 377 p.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, P. C. R. M. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012.

STIVARI, T. S. S.; MONTEIRO, A. L. G.; GAMEIRO, A. H.; CHEN, R. F. F.; SILVA, C. J. A.; DE PAULA, E. F. E.; KULIK, C. H.; PRADO, O. R. Viabilidade econômico-financeira de sistemas de produção de cordeiros não desmamados em pastagem com suplementação em cocho ou pasto privativo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 396- 405, 2013.

WRIGHT, I. A.; TARAWALI, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; TEUFEL, N.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1010-1015, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Avaliação econômica de cultivares de milho convencionais e transgênicos nas regiões Norte e Oeste do Estado de São Paulo

Fernando Bergantini Miguel⁽¹⁾; Aildson Pereira Duarte⁽²⁾; Rogério S. Freitas⁽²⁾; Ivana Marino Bárbaro - Torneli⁽¹⁾; Marcelo Ticelli⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina SP, fbmiguell@apta.sp.gov.br e imarino@apta.sp.gov.br; ⁽²⁾ Pesquisador Instituto Agrônomo de Campinas SP - aildson@iac.sp.gov.br; freitas@iac.sp.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí SP; mticelli@apta.sp.gov.br

RESUMO: "Mais de 90% da área de milho no Brasil utiliza a tecnologia de transgenia", mas devido a quebra da resistência à pragas e aumento expressivo do preço das sementes, faz-se necessário a comparação econômica entre materiais transgênico e convencional. Objetivou-se estudar os custos de produção e a rentabilidade da cultura do milho empregando cultivares convencionais e transgênicos na região Norte e Oeste de SP. Foram utilizados os dados médios de produtividade obtidos em ensaios regionais de cultivares de milho em cinco locais, composto por 15 cultivares convencionais e 17 transgênicos. Com o teste de Tukey a 5%, as cultivares foram alocadas em três grupos, classificados em alta, média e baixa produtividade. As estruturas de custo envolveram custo operacional efetivo (COE), e indicadores econômicos. Verificou-se que nos grupos de alta e média produtividades, os COEs por hectare para o transgênico foi superior ao do convencional e, pelo fato da média da produtividade de ambos terem sido equivalentes, o índice de lucratividade do convencional foi maior que o transgênico. No grupo com baixa produtividade, as transgênicas produziram mais, e mesmo assim os índices de lucratividade foram muito próximos (59,30% no transgênico e 58,03% no convencional). A maior diferença porcentual no COE ocorreu no item semente. A variação do custo de produção por saca de milho no convencional foi de R\$ 16,31 (alta), R\$17,99 (média) e R\$ 20,53 (baixa) e no transgênico R\$ 17,66 (alta), R\$ 19,51 (média) e R\$ 19,91 (baixa). Conclui-se, nas condições do presente estudo, que não houve diferença estatística entre as cultivares transgênicas e convencionais em termos de custo efetivo de produção.

Termos de indexação: *Zea mays* L, produtividade de grãos, custo de produção, lucratividade.

A semente é o principal insumo de uma lavoura e a escolha adequada da mesma deve merecer toda atenção do produtor para ser bem-sucedido em seu empreendimento. De acordo com dados obtidos diretamente das empresas produtoras de sementes de milho, para uso na safra 2015/16, foram disponibilizadas 477 cultivares de milho, sendo 284 cultivares transgênicos e 193 cultivares convencionais (Cruz et al., 2016).

Mesmo com muitas opções na escolha de cultivares, "mais de 90% da área de milho é cultivada com cultivares transgênicos". Devido a quebra da resistência à lagarta-do-cartucho da maioria das tecnologias Bt e aumento expressivo do preço das sementes tem aumentado o interesse pelo cultivo do milho convencional, mas são poucos os estudos econômicos para embasar a escolha do tipo de cultivar.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o custo de produção e a rentabilidade da cultura do milho empregando cultivares de milho convencionais e transgênicos nas regiões Norte e Oeste do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios regionais de cultivares de milho IAC/APTA/CATI/Empresas foram instalados na safra de verão 2015/16 (primeira safra), nos municípios de Colina com altitude 580m, solo LVe¹, semeadura em 27/11/2015 e colheita em 19/04/2016; Riolândia com 420m, LVdf², 11/12/2015 e 07/04/2016; Votuporanga com 480m, LVe, 30/11/2015 e 09/05/2016; Ituverava com 631m, LVdf, 25/11/2015 e 02/05/2016 e Adamantina com 450m, LVe 02/12/2015 e 15/05/2016. Em todos os locais ocorrem precipitação pluviométrica adequada a cultura. Para o presente trabalho foi utilizada a média da produtividade de grãos da análise conjunta de todos os ensaios.

INTRODUÇÃO

¹ LVe Latossolo vermelho escuro

² LVdf Latossolo vermelho distroférricos

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde avaliou-se a produtividade de grãos.

Foram avaliados 32 cultivares, sendo 15 convencionais: JM 2M60, JM 3M51, JM 2M77, JM 2M80, 60XB14, IAC 9007, IAC 8046, 20A78, XB 8018, IAC 8390, IAC 8077, AL Avaré, AL Paraguaçu (2013), AL Bandeirante e AL Piratininga e 17 transgênicas: MG 652 PW, AG 8088 PRO2, 2B610 PW, MG 699 PW, MG 580 PW, DKB 310 PRO2, 2B 810 PW, 2B 587 PW, 30A37 PW, BG 7037 H, AS 1633 PRO2, DKB 290 PRO3, Status VIP3, AG 8780 PRO3, AG 8677 PRO2, DKB 390 PRO2 e DKB 177 RR.

Na maioria dos locais foi empregado o preparo convencional do solo. Na adubação de plantio foi aplicado 370 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, e duas adubações de cobertura, sendo que na primeira com a fórmula 20-5-20 e a segunda com sulfato de amônio, nas doses de 330 kg ha⁻¹. As sementes foram tratadas com o inseticida Tiametoxam (Cruizer) contra pragas do solo. A população inicial foi de 62.500 plantas por hectare. Foram também realizadas a aplicação de herbicida Glifosato na dose de 1,0 L/100 L de H₂O em pré-semeadura e Primestra Gold na mesma dosagem em pré-emergência de plantas daninhas, evitando a matocompetição durante o período crítico da cultura. As pulverizações com inseticidas foram realizadas da seguinte maneira: duas aplicações nas cultivares convencionais e uma para as transgênicas, com o uso dos inseticidas Pirate, 0,500 L ha⁻¹ e Prêmio 0,130L ha⁻¹ na primeira pulverização e Cepermetrina 0,100L ha⁻¹ e Turbo 0,100L ha⁻¹ na segunda. A produtividade de grãos em sacas.ha⁻¹ foi corrigida para a umidade de 13%.

A metodologia para determinação de custos foi baseada em Matsunaga et al. (1976), dessa forma, o custo operacional efetivo (COE) constitui o somatório das despesas com mão de obra, máquinas, equipamentos, insumos e pós-colheita.

Foram determinados também os custos e lucros unitários, segundo Martin et al. (1998), sendo os seguintes indicadores para a análise de viabilidade econômica: 1) Margem bruta sobre o COE = Margem Bruta (COE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado que sobra após o produtor pagar o custo operacional efetivo considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade. Simplificando, tem-se: Margem Bruta (COE) = [(RB - COE) / COE] x 100 onde: RB = Receita Bruta; COE = Custo

Operacional Efetivo; 2) Ponto de Nivelamento (COE) = COE / Pu (preço médio unitário recebido). Este indicador mostra, dado o preço de venda e o rendimento do sistema de produção considerado por atividade, quanto está custando à produção em unidades do produto e, se comparado ao rendimento, quantas unidades de produto estão sobrando para remunerar os demais custos; 3) Lucro Operacional (LO): constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional efetivo por hectare e mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade agropecuária; 4) Índice de Lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais efetivos.

Para determinação dos custos e dos indicadores econômicos, foram utilizados os resultados de produtividade obtido para as cultivares convencionais e transgênicas, estabelecendo três grupos de cultivares a partir da comparação de médias pelo teste Tukey a 5%. O primeiro grupo foi composto pelas cultivares de elevada produtividade com média de 9.751 kg ha⁻¹, (JM 2M60, MG652 PW, AG 8088 PRO2, 2B610 PW, MG699PW, MG 580 PW, DKB 310PRO2, 2B810 PW, 2B587 PW, 30A37 PW, BG 7037 H, AS 1633 PRO2, DKB 290PRO3, JM 3M51 e JM 2M77 o segundo representado por cultivares de média produtividade com 8.875 kg ha⁻¹, (Status VIP3, AG 8780 PRO3, JM 2M80, XB 6014, IAC 9007, IAC 8046, AG8677PRO2, 20A78, XB 8018 e DKB 390 PRO2 e o terceiro com as cultivares que apresentaram os menores valores de produtividade com média de 7.550 kgha⁻¹ (baixa), fato já esperado que a maioria dos materiais genéticos são variedades (DKB 177 RR, IAC 8390, IAC 8077, AL Avaré, AL Paraguaçu (2013), AL Bandeirante e AL Piratininga) Assim, tanto na produtividade quanto no preço das sementes, adotaram-se as médias das referidas faixas ou grupos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a viabilidade da utilização do melhor híbrido, não basta apenas a avaliação da produtividade física, devendo ser agregada a análise econômica, por que estas variáveis são fundamentais à tomada de decisão de produtores e técnicos. Pelos resultados (**Tabela 1**), verificou-se que no grupo de alta produtividade, o COE, por hectare, para o transgênico foi 8,6% superior ao do

convencional. No entanto, pelo fato da média da produtividade de transgênicos e convencionais terem sido equivalentes estatisticamente, o índice de lucratividade do convencional foi maior que o transgênico (66,65% e 63,88%) (**Tabela 2**). No grupo de média produtividade, o cenário se repetiu, produtividades iguais, com o índice de lucratividade do convencional sendo superior ao transgênico (63,21% e 60,10%) (**Tabelas 1 e 2**). O preço médio das sementes do grupo de alta produtividade foi de R\$ 493,04 (trans) e R\$ 190,00 (conv), no grupo de média produtividade foi de R\$524,42 (trans) e R\$ 197,70 (conv) e de baixa produtividade foi de R\$349,00 (trans) e R\$91,67 (conv), o que nos mostra uma semelhança entre os valores nos níveis de alta e média produtividade, tanto para transgênicos como para convencionais. Logo a

escolha da cultivar adaptada regionalmente resulta em aumento de produtividade sem acréscimo de custo do item sementes, assegurando aumento da lucratividade.

De acordo com Carvalho et al. (2010) a transgenia tem como maiores efeitos, em termos econômicos, a redução dos custos e a diminuição das perdas causadas por fatores bióticos que atuam no meio ambiente onde essas culturas são cultivadas. Os ganhos dos cultivos de organismos geneticamente modificados (OGM) são derivados da redução do custo de uso de defensivos e pelo aumento da produtividade causada pelo controle da infestação de pragas. No entanto, devido a quebra da resistência da lagarta-do-cartucho à maioria das tecnologias transgênicas Bt, essa vantagem tem sido pequena ou inexistente.

Tabela 1. Custos de produção, em R\$/ha, de cultivares de milho transgênicos e convencionais de alta, média e baixa produtividade. Primeira safra 2015/16.

Cultivar	Produtividade					
	Alta		Média		Baixa	
	Transg	Conv	Transg	Conv	Transg	Conv
Operação mecanizada	434,08	485,91	434,08	485,91	434,08	485,91
Operação manual	56,22	60,91	56,22	60,91	56,22	60,91
Insumos	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Sementes	493,04	190,00	524,42	197,70	349,00	91,67
Adubo	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70
Defensivos	387,08	403,13	387,08	403,13	387,08	403,13
Total	2.382,83	2.095,83	2.414,21	2.103,53	2.238,78	1.997,50
COE	2.873,13	2.642,65	2.904,51	2.650,35	2.729,09	2.544,32

Op. Mec = operações mecanizadas; Op. Man = operações manuais e COE = Custo operacional efetivo.

Tabela 2. Comparativo de indicadores econômicos da produção de cultivares de milho transgênico e convencional de alta, média e baixa produtividade. Primeira safra 2015/16.

	Unid.	Transg. Alta prod. ⁽¹⁾	Conv. Alta prod. ⁽²⁾	Transg. Média prod. ⁽³⁾	Conv. Média prod. ⁽⁴⁾	Transg. Baixa prod. ⁽⁵⁾	Conv. Baixa prod. ⁽⁶⁾
COE ⁽⁷⁾	R\$/ha	2.873,13	2.642,65	2.904,51	2.650,35	2.729,09	2.544,32
Prod. ⁽⁸⁾	sc/ha	162,65	162,02	148,84	147,29	137,09	123,95
P.M.U.R. ⁽⁹⁾	R\$/ha	48,91	48,91	48,91	48,91	48,91	48,91
R.Bruta ⁽¹⁰⁾	R\$/ha	7.955,21	7.924,39	7.279,76	7.203,95	6.705,07	6.062,39
M.Bruta ⁽¹¹⁾	%	176,88	199,87	150,64	171,81	145,69	138,28
C.Unit ⁽¹²⁾	R\$/sc	17,66	16,31	19,51	17,99	19,91	20,53
L.Unit. ⁽¹³⁾	R\$/sc	31,25	32,60	29,40	30,92	29,00	28,38
P.Niv. ⁽¹⁴⁾	Sc/ha	58,74	54,03	59,38	54,19	55,80	52,02
L.Op. ⁽¹⁵⁾	R\$/ha	5.082,07	5.281,93	4.375,35	4.553,69	3.975,90	3.518,30
I.Lucrat. ⁽¹⁶⁾	%	63,88	66,65	60,10	63,21	59,30	58,03

⁽¹⁾ cultivar Transgênico alta produção, ⁽²⁾ cultivar Convencional alta produção, ⁽³⁾ cultivar Transgênico de média produção, ⁽⁴⁾ cultivar convencional média produção, ⁽⁵⁾ cultivar Transgênico



baixa produção, ⁽⁶⁾ cultivar convencional baixa produção, ⁽⁷⁾ Custo Operacional Efetivo, ⁽⁸⁾ Produtividade, ⁽⁹⁾ Preço Médio Unitário Recebido, ⁽¹⁰⁾ Renda Bruta, ⁽¹¹⁾ Margem Bruta, ⁽¹²⁾ Custo Unitário, ⁽¹³⁾ Lucro Unitário, ⁽¹⁴⁾ Ponto de Nivelamento, ⁽¹⁵⁾ Lucro Operacional e ⁽¹⁶⁾ Índice de Lucratividade.

No grupo com baixa produtividade, a média dos transgênicos foi superior ao dos convencionais em termos de produtividade (137 e 124 sacas hectare⁻¹) (Tabela 2), e o índice de lucratividade foi de 59,30% contra 58,03% do convencional. Isso deve ao fato deste grupo ser composto por variedades convencionais, que não apresentam o vigor híbrido. Em todos os grupos a maior diferença percentual no COE ocorreu nos itens sementes visto que os demais itens diferiram apenas quanto a uma aplicação adicional de inseticida no milho convencional. Carvalho et al. (2010) analisando o custo e produtividade de milho transgênico e convencional adotando-se o mesmo nível tecnológico para ambos os cultivos, em sistema de plantio direto verificaram variações, no preço da semente, no número de aplicações de inseticidas, na quantidade de práticas culturais e nos reflexos na produtividade, de acordo com a pressão das pragas em área de milho convencional.

A variação do custo de produção por saca de milho convencional nos grupos foi de R\$ 16,31 (alta), R\$17,99 (média) e R\$ 20,53 (baixa) e do transgênico R\$ 17,66 (alta), R\$ 19,51 (média) e R\$ 19,91 (baixa).

Devido ao elevado preço das sementes de milho transgênico em relação ao convencional, pode ser mais vantajoso adquirir uma semente de híbrido simples convencional com maior potencial de produção do que adquirir uma semente de híbrido simples ou triplo transgênico.

CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística relevante entre as cultivares transgênicas e convencionais em termos de custo efetivo de produção, nas condições do presente estudo.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, R.O.; CRISÓSTOMO, R.P.; NORONHA, C.M.S. Análise de custo e produtividade: milho transgênico x milho convencional. In: **Resumos** da XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. p.3347-3354.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. SIMÃO, E.P. **477 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/upload/Cultivares%20de%20Milho%20dispon%C3%ADveis%20no%20mercado%20na%20safra%202015%2016.pdf>. Acesso em 21 de junho de 2016.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

Celulose de fibra longa a partir de sorgo biomassa, um significativo potencial para o setor de papel e celulose na região Centro-Oeste.

Sandro Sponchiado⁽¹⁾; Flávio Dessaune Tardin⁽²⁾; Gheorges Wilians Rotta⁽³⁾; Jackson Roberto Dias Ribeiro⁽⁴⁾ Ledovan Ferreira de Souza⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Discente de mestrado do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual do Mato Grosso; Cáceres-MT; sponchiado@bol.com.br; ⁽²⁾ Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Gerente de Sustentabilidade, Fiagril Ltda; ⁽⁴⁾ Discente de mestrado do Programa Agricultura Tropical; Universidade Federal do Espírito Santo; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: A utilização de misturas de matérias primas fibrosas para a produção de papel vem se intensificando por questões econômicas e de versatilidade de produto. Algumas gramíneas já têm demonstrado desempenho satisfatório e consistente como fornecedoras de celulose, principalmente de celulose de fibra longa. No presente estudo o sorgo biomassa é colocado como uma possibilidade com significativa viabilidade, quando comparada a essas gramíneas e mesmo a outras fontes de celulose de fibra longa.

Termos de indexação: Madeira, Reflorestamento, Método Kraft.

INTRODUÇÃO

Até o século XVIII fibras vegetais como o linho⁽¹⁾ consistiam na principal matéria prima para a confecção de papel, mas a escassez das mesmas provocou a busca por novos materiais, no caso a madeira.

Atualmente a área plantada com lavouras que poderiam contribuir com o fornecimento de fibras aumentou de forma expressiva, no entanto ao menos no Brasil se recorre basicamente a madeira de reflorestamento para a obtenção de celulose.

O aumento do percentual do uso de outras fontes daria mais opção ao setor tanto na questão de matéria prima quando na diversificação de produtos, pois atualmente o país produz basicamente celulose de fibra curta tendo que recorrer à importação de celulose de fibra longa. Neste cenário o sorgo biomassa pode ter um importante potencial a ser explorado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram visitadas empresas do setor de reflorestamento, do setor de papel e celulose e outras que trabalham com produtos florestais. Foram feitas entrevistas com técnicos, proprietários e funcionários envolvidos com estas empresas.

Foram feitas pesquisas na bibliografia técnico-científica especializada no tema setor papel e celulose.

Com relação ao sorgo biomassa foi acompanhado o seu desempenho a campo no norte do Mato Grosso, no município de Sinop-MT, no campo experimental da EMBRAPA AGROSILVOPASTORIL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo VIDAL *et al.* (2012), o Brasil importa atualmente a quantidade de 400 mil t/ano de celulose de fibra longa a um custo de US\$ 300 milhões, apesar de ser o quarto maior produtor mundial e o segundo maior exportador mundial de celulose a grande parte de sua produção se concentra em celulose de fibra curta produzida a partir de madeira de eucalipto. As angiospermas (chamadas no jargão do setor de *hardwood*) em geral são fornecedoras de celulose de fibras curtas.

Em termos gerais a fibra longa proporciona maior resistência mecânica ao papel enquanto a fibra curta proporciona maior maciez, absorção e opacidade. A fibra longa no Brasil é proveniente basicamente de uma conífera (*softwood*), o pinus, que tem o seu desenvolvimento mais adaptado principalmente à região Sul devido a exigir climas mais amenos.

A fibra longa, além de ser empregada na fabricação de papéis, é utilizada em absorventes,

fraldas e assemelhados (segmento do setor de celulose chamado de *fluff*).

No Brasil tem se procurado outras fontes de celulose de fibra longa, como os reflorestamentos de paricá⁽ⁱⁱ⁾ (*Schizolobium amazonicum*) já razoavelmente difundidos nos estados do Pará e do Mato Grosso.

Produção celulose de *now-wood plants*

Atualmente a indústria do setor de papel e celulose está fortemente especializada na produção de celulose de fibra curta proveniente de eucalipto, conseqüentemente por questões logísticas outras fontes de celulose ficam automaticamente depreciadas. Isso ocorre inclusive com o pinus (mais voltado para produção de fibra longa), do qual o país possui praticamente tanto *know-how* quanto em relação ao eucalipto. A participação do eucalipto e pinus no setor de papel e celulose são respectivamente 85,57% e 14,19%, restando apenas a participação 0,24% para outras fontes de matéria-prima (ABRAF, 2013).

Entre as opções de diversificação, a mistura de pequenos percentuais de fontes de fibra longa (não provenientes de madeiras) com eucalipto para a produção de polpa tem potencial para melhorar a produção de papel em quantidade e qualidade significativas.

Mesmo que o percentual fosse pequeno representaria uma demanda importante por fibras (provavelmente) provenientes de culturas anuais, dada a quantidade da área reflorestada com eucalipto no país. Essa mistura seria viável em todo o país, o que não acontece com o pinus porque o mesmo é adaptado aos climas mais amenos, portanto sua área de plantio fica restrita em grande parte à região Sul.

Em um experimento chegou-se à conclusão que a substituição da madeira de *Eucalyptus saligna* por cavacos de *Bambusa vulgaris var. vitatta*, nas proporções de 5 e 10% deste último, elevaram sensivelmente os rendimentos da produção de celulose sulfato e a resistência da celulose ao rasgo. Já outras propriedades objeto do estudo como tempo de moagem, peso específico aparente e resistências à tração e ao arrebentamento não foram afetadas pela substituição parcial (BARRICHELO *et al.*, 1975, p. 99)

Evidentemente, atualmente há pacotes tecnológicos muito mais difundidos e consolidados no país em relação à lavoura de sorgo do que ao cultivo de bambu. Assim, se houver celulose no sorgo com potencial de uso industrial e já tendo sido mostrada viabilidade de fibras de outras gramíneas (como o bambu) usadas em determinados percentuais em misturas com madeira de eucalipto

para a produção de celulose, as possibilidades do sorgo se mostram ainda mais interessantes.

Há estudos com outras gramíneas como, por exemplo, a *reed canary grass* (*Phalaris arundinacea* L.) na Finlândia (SAIJONKARI-PAHKALA, 2001) e em outros países com tradição no mercado de celulose.

Análise da celulose de sorgo

Segundo AZZINI *et al.* (1983) há alguns estudos sobre a viabilidade da utilização da fibra de várias espécies de sorgo para a produção de celulose, inclusive de celulose de fibra longa. O mesmo autor conduziu experimento no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) onde foram feitos testes com diferentes genótipos de sorgo que, ao que se entendeu do contexto, eram materiais comerciais ou em testes para comercialização à época e se mostraram viáveis a para a produção de celulose e papel.

Ainda segundo AZZINI *et al.* (1983, p. 174 e 177), a seguir são dados mais detalhes sobre as fibras dos diferentes materiais genéticos de sorgo examinados no experimento conduzido pelo mesmo:

“[...] Assim, fibras longas, com espessas paredes celulares e pouco lúmen, produzem papéis com alta resistência ao rasgo e elevada porosidade. As fibras dos materiais estudados, com comprimento médio de 1,51 a 2,34mm, ocupam uma posição intermediária entre as fibras do Pinus (3,5mm) e as do eucalipto (1,0mm).

Em comparação com as fibra do *Eucalyptus grandis*, nossa principal matéria-prima celulósica utilizada na produção de papel, as fibras dos materiais estudados são mais longas e semelhantes quanto às demais dimensões. Segundo TAMEZAVA *et alii* (6), as dimensões médias das fibras do *E. grandis* são 1,07mm para o comprimento, 4,95 micros para a espessura da parede celular, 8,05 micros para o diâmetro do lúmen e 17,96 micros para a largura.[...]

Com exceção do coeficiente de flexibilidade, as demais relações obtidas, para os diversos materiais estudados, são superiores àquelas obtidas com *Pinus strobus var. Chiapensis*, e *E. grandis* (6). O menor coeficiente de flexibilidade obtido está associado ao menor lúmen apresentado pelas fibras de sorgo.

“[...] Os coeficientes de flexibilidade obtidos com os materiais (SMC)x(S-717) e (CMS)x(S-718) foram semelhantes àquele do *E. grandis* (44,8%) (6).”

Produção celulose a partir de sorgo biomassa

Para análise da produção de biomassa gerada pela lavoura de sorgo foram considerados dois

cenários, um com produção de 45,82 t/ha de produção de massa verde (PMV) e outro com produção de 102,22 t/ha (dados de produção obtidos de MAY *et al.* (2013), que são médias reais obtidas em outros estados/regiões (mas em locais que não chegam a apresentar uma situação edafoclimática muito diferente do MT durante o período da safra) de avaliações de híbridos e variedades de sorgo sensíveis ao fotoperíodo (característica do sorgo voltado à finalidade biomassa). Utilizando 35%, que é o menor índice de matéria seca para o sorgo biomassa (podendo chegar a 55%), o potencial de produção de matéria seca (MS) varia entre 16 e 36 t/ha.

Os principais carboidratos estruturais presentes em forragens (gramíneas) são: celulose, hemicelulose e lignina. Análises laboratoriais de cultivares de sorgo biomassa têm demonstrado variação no percentual de lignina de 5 a 10%, de hemicelulose de 15 a 25% e de celulose de 35 a 45% (MAY *et al.*, 2013, p. 17).

Este percentual de celulose é comparável a níveis encontrados em madeira dura de *Eucalyptus*, madeira molde de *Pinus*, bagaço de cana e palha de milho (CASTRO, 2009).

Potencial do mercado de celulose de fibra longa

O mercado de celulose de fibra longa enfrenta algumas dificuldades a nível mundial, pois as coníferas tem um desenvolvimento mais demorado do que as *hardwoods* (principalmente o eucalipto) e os grandes fornecedores são a Rússia (principalmente madeira nativa) e o Canadá e os EUA. A Rússia tem problemas de infraestrutura para viabilizar economicamente e logisticamente todas as suas florestas, o Canadá enfrenta uma infestação de besouro de madeira e o mercado dos EUA tem outros demandantes influentes como o uso de madeira para fins energéticos e para construção civil.

Todas estas questões favorecem a busca por novas fontes de celulose de fibra longa, mesmo que a oferta *standart* (madeira) do setor de papel e celulose tenham preferência no mercado.

A alta produtividade de MS por hectare do sorgo biomassa aliada ao seu percentual de celulose pode ser mais um indicativo do potencial desta planta para esta função. Além disto, há significativa diversidade entre cultivares de sorgo em relação ao seu percentual de celulose e ao comprimento da de suas fibras, ou seja, apenas com testes comparativos já seria possível indicar uma cultivar um pouco mais apta para a função e a combinação com um programa de melhoramento com este enfoque teria condições de obter resultados significativos em tempo relativamente rápido, pois

comprimento da fibra de celulose, por exemplo, é uma característica que até agora recebeu poucos esforços de seleção na cultura do sorgo.

CONCLUSÕES

O Brasil tem mantido posições de liderança incontestáveis como produtor e exportador de celulose de fibra curta, todavia com relação a produção de celulose de fibra longa não só tem perdido a inserção num mercado importante para quem é um *player* do setor com tem se tornado um importador costumaz. O uso e o desenvolvimento de uma plataforma tecnológica e logística para a utilização de outras culturas além do pinus para a produção de celulose de fibra longa é imperativo para um país que deseja manter-se como líder do setor. Neste contexto o sorgo biomassa é uma opção das mais promissoras entre as gramíneas que poderiam figurar com fornecedoras de celulose, devido a sua alta produção de matéria seca por hectare e a sua facilidade de manejo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da EMBRAPA, FAPEMAT e do CNPq dispensado ao projeto SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO BIOMASSA E SACARINO E ESTABELECIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS VISANDO PRODUÇÃO DE ENERGIA NO ESTADO DE MATO GROSSO, do qual este resumo foi um dos frutos, através do Programa de Apoio à Núcleos Emergentes de Pesquisa - PRONEM ÁREAS ESTRATÉGICAS.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF). Anuário Estatístico da ABRAF 2013: Ano base 2012. Brasília, 149 p., 2013.

AZZINI, A.; SALGADO, A. L. de B.; MENTEN, J. F. M. Rendimento em celulose, densidade básica e dimensões das fibras em sorgo. *Bragantia*, Campinas, vol. 42, art. nº 115, p. 171-178, 1983. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/brag/v42n1/15.pdf>>.

Acesso em 10 de junho de 2016.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Produção de celulose sulfato a partir de misturas de madeira de *Eucalyptus saligna* com pequenas proporções de cavacos de *Bambusa vulgaris* var. *vitatta*. *Revista IPEF, Instituto de Pesquisas e*

Ciências Florestais, Piracicaba, edição nº 10, p. 93-99, 1975. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr10/cap06.pdf>>. Acesso em 22 de maio de 2016.

CASTRO, H. F. de; Processos Químicos Industriais II - Apostila 4 - PAPEL E CELULOSE. 2009, 30 p. USP-Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, 2009. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulose.pdf>>. Acesso em 10 de junho de 2016.

MAY, A.; SILVA, D. D. da; SANTOS, F. C. dos (Ed.). Cultivo do sorgo biomassa para a cogeração de energia elétrica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 65 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 152). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88505/1/doc-152.pdf>>. Acesso em 22 de maio de 2016.

SAIJONKARI-PAHKALA, K. Now-wood plants as raw material for pulp and paper. 2001, 101 p. Academic Dissertation (Plant Production Research), Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, Jokioinen, Finland, 2001. Disponível em: <<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/saijonkari-pahkala/nonwoodp.pdf>>. Acesso em 10 de junho de 2016.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. da; Celulose de fibra longa: uma oportunidade para a indústria brasileira? [2014]. BNDES Setorial, nº 39, p. 281-342, 2014. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4602>>. Acesso em 10 de junho de 2016.

⁽ⁱ⁾ Ver: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Papel>>. Acesso em 01 de junho de 2016.

⁽ⁱⁱ⁾ CI FLORESTAS-Centro de Inteligência em Florestas. PARICÁ. [20??]. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=parica>>. Acesso em 10 de junho de 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Regeneração *in vitro* de cultivares de *Sorghum bicolor* via embriogênese somática

Fabiane Lacerda Moraes ⁽¹⁾; **Maria José Vilaça Vasconcelos** ⁽²⁾; **Meire de Cássia Alves** ⁽³⁾; **Andréa Almeida Carneiro** ⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João Del-rei *campus* Sete Lagoas; Sete Lagoas; Minas Gerais; lacerda_fabiane@hotmail.com

⁽²⁾ Pesquisadora na Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais

⁽³⁾ Analista na Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais

RESUMO: Com o objetivo de testar a eficiência de formação de calos embriogênicos e regeneração em cultura de tecido foi conduzido um experimento em laboratório onde quatro linhagens de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) BRS 508, BRS 509, BRS 511 foram utilizadas. Inflorescências jovens entre 3,0 a 5,0 cm comprimento foram fragmentadas e plaqueadas em meio de cultura CIMRS suplementado com 2,4-D para indução de calos. Após 30 dias os calos formados foram transferidos para meio de maturação RN, e em seguida para meio de germinação H. Plântulas foram aclimatadas em casa de vegetação em solos 1:1:1. O meio de indução de calos (CIMRS) foi suplementado com antioxidantes (PVPP e ácido ascórbico) para diminuir o efeito tóxico de compostos fenólicos produzidos pelo sorgo quando cultivados em cultura de tecido. Os resultados mostraram que todas as linhagens foram capazes de formar calos embriogênicos embora com eficiência variável. A linhagem BRS509 produziu um maior número de calos embriogênicos e um menor escurecimento do meio de cultivo.

Termos de indexação: Sorgo, reguladores de crescimento, antioxidantes.

INTRODUÇÃO

Sorghum bicolor (L.), o quinto cereal mais cultivado do mundo (Sato et al., 2004), é extremamente recalcitrante quando cultivado *in vitro* (Kishore et al., 2006). O sucesso da aplicação das modernas técnicas de transformação genética de plantas requer a utilização de genótipos com alta capacidade de regeneração (Oldach et al. 2001; Kishore ET al., 2006). Para a obtenção de um protocolo eficiente de transformação genética de sorgo é necessário que vários parâmetros, entre eles a regeneração em cultura de tecidos seja otimizada. A composição do meio

de cultura é um fator importante que afeta a morfogênese *in vitro* (Elkonin & Pakhomova 2000; Sato et al., 2004). A regeneração de vários genótipos de sorgo, por meio de embriogênese somática, tem sido descrita a partir de diferentes meios de cultura. Alguns estudos têm comparado o efeito dos sais basais, MS (Murashige & Skoog, 1962) e N6 (Chu et al., 1975), na indução de calos embriogênicos em diferentes cultivares de sorgo e têm constatado forte influência do genótipo na produção de calos e habilidade de regeneração *in vitro* (Lusardi & Luppoto, 1990; Elkonin et al., 1995; Kaeppler & Pedersen, 1996; Sato et al., 2004).

Os protocolos de transformação genética de planta são desenvolvidos para genótipos adaptados à propagação *in vitro*, tanto por organogênese quanto por embriogênese e essas plantas muitas vezes apresentam baixa qualidade agrônômica.

Desse modo, fica evidente não apenas a necessidade de identificação de linhagens elite com alta capacidade regenerativa em cultura de tecidos, mas também o desenvolvimento de protocolos de regeneração funcionais para um maior número de plantas de uma mesma espécie. Esta pesquisa teve como objetivo a identificação de genótipos de sorgo sacarino capazes de regenerar eficientemente pelo processo de embriogênese somática, visando sua utilização na geração de plantas transgênicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas inflorescências jovens com 3,0 a 5,0 cm de comprimento. Sementes das linhagens BRS 508, BRS 509, BRS 511 pertencentes ao banco germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo foram plantadas em casa de vegetação na e aproximadamente 120 dias após o plantio as inflorescências foram coletadas.

Esterilização do material vegetal

Aproximadamente 15 cm de colmos contendo as inflorescências imaturas foram coletados e desinfestados em etanol 70% e água destilada estéril. Em seguida, em câmara de fluxo laminar, as folhas foram retiradas com o auxílio de um bisturi, deixando-se somente a panícula. As panículas foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 5mm.

Meio de cultivo

Os meios de cultivo utilizados para a regeneração *in vitro* de sorgo nas várias etapas do processo foram aqueles desenvolvidos por Brandão et al. (2005) (Tabela 1) suplementado com antioxidantes (ácido ascórbico e PVPP). A solução contendo sais, sacarose e 2,4-D foi autoclavada, os demais constituintes foram esterilizados por filtração e adicionados à solução já autoclavada.

Tabela 1. Composição dos Meios de Cultura usados para a Regeneração de Sorgo Sacarino

Composição	Constituinte	Meio CIMRS	Meio RM	Meio H
Sais	MS Sais	4,3 g	4,3 g	4,3 g
Regulador de Crescimento	2-4 D	2,5 mL	0	0
	ANA 1mg/L	0	200 µL	0
	Myo-Inositol	100 mg	100 mg	0
	Prolina	0,7 g	0	0
Vitaminas	Solução TG	1,0 mL	0	0
	Vitaminas MS	0	1,0 mL	1,0 mL
	L-Asparagina	100 mg	0	0
	Cinetina	200 µL	0	0
	MES	0,5 g	0	0
Suplementos	PVPP	10 g	0	0
	Sacarose	30 g (comercial)	60 g (comercial)	30 g (comercial)
	Tioxin	2,0 mL	0	0
	Phytigel	3,0 g	4,0 g	3,0 g

Indução de calos embriogênicos

Fragmentos das panículas foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura CIMRS, e cultivados em câmara de crescimento, no escuro, a 26-28°C por 30 dias, com um subcultivo após 15 dias.

Regeneração e germinação

Oito gramas de calos embriogênicos foram transferidos para 3 placas de meio de maturação RM por 2-3 semanas, no escuro a

26-28°C. Os calos maduros foram transferidos para novas placas contendo meio de germinação (meio H). Para germinação as placas foram incubadas em ambiente iluminado a 26-28°C e um fotoperíodo de 16/8 h (luz/escuro).

Aclimatização

Plantas com aproximadamente 5 cm e duas a três folhas foram transferidas para vasos contendo solo, vermiculita e areia na proporção de 1:1:1. O número de plantas regeneradas a partir de 8 g de calos embriogênicos foi registrado para cada cultivar estudada. Na primeira semana em casa-de-vegetação as plântulas permaneceram protegidas sob uma cobertura plástica transparente para aclimatização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto foi testado o meio MS suplementado com 2,4-D para a indução de calos embriogênicos a partir de inflorescência imatura com 3 a 5 cm de comprimento. Segundo Gupta et al. (2006), a utilização de inflorescências imaturas de sorgo pode superar a limitação genotípica de maneira mais prática do que a utilização de embriões imaturos.

Nossos resultados revelaram que em meio CIMRS suplementado com 2,4-D e antioxidantes (ácido ascórbico e PVPP), todas as linhagens testadas foram capazes de formar calos embriogênicos embora com eficiência variável (Tabela 2). A linhagem BRS 509 foi a que produziu um maior número de calos embriogênicos e um menor escurecimento do meio de cultivo. O escurecimento observado é devido provavelmente ao acúmulo de compostos fenólicos no meio de cultivo.

Tabela 2. Numero de Calos e Plântulas desenvolvidas a partir de fragmentos de inflorescências

Cultivar	BRS 508	BRS 509	BRS 511
Nº Total de Explantes	72 calos	60 calos	123 calos
Nº de Calos Desenvolvidos ¹	59 calos	56 calos	86 calos
Nº de Plântulas que Regeneraram	28 plântulas	32 plântulas	16 plântulas
% em cima do nº total de calos (-)	81,90%	93,30%	69,90%

¹ contagem realizada antes dos calos serem passados para o meio de cultura RM

Segundo Oberthur et al. (1983), o escurecimento observado nos calos e no meio de cultura de sorgo é devido aos compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são derivados do metabolismo secundário, os quais exercem importante papel no metabolismo de muitas espécies de plantas, bem como na defesa contra predadores e microrganismos. No entanto, no cultivo *in vitro* de sorgo, a produção de compostos fenólicos pode prejudicar a formação de calos e o desenvolvimento da planta (Kresovich et al., 1987; George 1996; Zhu et al., 1998).

CONCLUSÕES

Todas as linhagens foram capazes de formar calos embriogênicos e produzir plantas.

A linhagem BRS509 se destacou podendo ser utilizada futuramente para o desenvolvimento de protocolos para transformação genética utilizando *Agrobacterium tumefaciens*.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

CAI, T.; BUTLER L.G. Plant regeneration from embryogenic callus initiated from immature inflorescences of several high-tannin sorghums. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.20, p.101–110, 1990.

CHU, C.C.; WANG, C.C.; SUN, C.S.; HSU, C.; YIN, K.C.; CHU, C.Y.; BI, F.Y. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice, through comparative experiments of the nitrogen sources. **Science Sinica**, v.16, p.659-668, 1975.

ELKONIN, L.A.; PAKHOMOVA, N.V. Influence of nitrogen and phosphorus on induction embryogenic callus of sorghum. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.61, p.115-123, 2000.

GUPTA, S.; KHANNA, V.K.; SINGH, R.; GARG, G.K. Strategies for overcoming genotypic limitations of *in vitro* regeneration and determination of genetic components of variability of plant regeneration traits in sorghum. **Plant Cellular Tissue and Organic Culture**, v.86, p.379–388, 2006.

KAEPLER H.F.; PEDERSEN, J.F. Evaluation of 41 elite and exotic inbred Sorghum genotypes for high quality callus production. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.48, p.71–75, 1997.

KAEPLER, H.F.; PEDERSON, J.F. Media effects on phenotype of callus cultures initiated from photoperiod-insensitive, elite inbred sorghum lines. **Maydica**, v.41, p.83-89, 1996

KRESOVICH, S.; MCGEE, R.E.; PANELLA, L.; REILLEY A.A.; MILLER, F.R. Application of cell and tissue culture techniques for the genetic improvement of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench: progress and potential. **Advances in Agronomy, New York**, v.41, p.147-170, 1987

LUSARDI, M.C.; LUPOTTO, E. Somatic embryogenesis and plant regeneration in Sorghum species. **Maydica**, v.35, p.59–66, 1990.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Plant Physiology, Bethesda**, v.15, p.473-497, 1962.

OBERTHUR, E.; NICHOLSON R. L.; BUTLER, L.G. Presence of polyphenolic materials, including condensed tannins in sorghum callus. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.31, p.660-662, 1983.

OLDACH, K.H.; MORGENSTERN, A.; ROTHER, S.; GIRGI, M.; O'KENNEDY, M.M.; LO'RR, Z.H. Efficient *in vitro* plant regeneration from immature zygotic embryos of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] and Sorghum bicolor (L.) Moench. **Plant Cell Reports**, v.20, p.416–421, 2001.

PETRILLO, C. P.; CARNEIRO, N. P.; PURCINO, A. A. C.; CARVALHO, C. H. S.; ALVES, J. D.; CARNEIRO, A. A. (2008) Optimization of particle bombardment parameters for the genetic transformation of brazilian maize inbred lines. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(3):371-378.

QUE Q.; ELUMALAI, S.; LI, X.; ZHONG H.; NALAPALLI, S.; SCHWEINER, M.; FEI, X.; NUCCIO, M.; KELLIHER, T.; GU, W.; CHEN, Z.; CHILTON, M.D.M. Maize transformation technology development for commercial event generation. **Frontiers Plant Sci**. 5:1-19. 2014.

SATO, S.; CLEMENTE, T.; DWEIKAT, I. Identification of an elite sorghum genotype with high *in vitro* performance capacity. **In Vitro Cellular Development Biology**, v.40, p.57-60, 2004.

VASIL, I. K. (1987) Developing cell and tissue culture systems of improvement of cereal and grass crops. **J. Plant. Physiol.** 128:193-218.

ZHU, H.; MUHUKRISHNAN, S.; KRISHNAVENI, S.; WILDE, G.; JEOUNG, J. M.;



LIANG.G.H. Biolistic transformation of sorghum using a rice chitinase gene. **Journal of Genetics & Breeding, Rome**, v.52, p.243-2

Estudo econômico da silagem de sorgo consorciado com capim-marandu, capim-mombaça e/ou guandu no Cerrado.

Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾; Sanderley Simões da Cruz⁽²⁾; Marcelo Andreotti⁽³⁾; Omar Jorge Sabbag⁽⁴⁾; Gilmar Cotrin Lima⁽⁵⁾; Cássia Maria de Paula Garcia⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação; bolsista FAPESP; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Ilha Solteira, SP; isabomelina@gmail.com; ⁽²⁾ Professor doutor; Instituto Federal do Pará (IFPA); Marabá, PA; ssdacruz@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto; UNESP; Ilha Solteira, SP; Bolsista CNPq, dreotti@agr.feis.unesp.br; ⁽⁴⁾ Professor Doutor; UNESP; Ilha Solteira, SP; sabbag@agr.feis.unesp.br; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; gilmarcotrinlima@gmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; cassiampg@yahoo.com.br.

RESUMO: O sucesso de uma propriedade rural é medido pela relação entre os gastos e os ganhos do produtor, no qual o primeiro não pode exceder o segundo. Por isso, este trabalho teve como objetivo analisar economicamente a produção de silagem de sorgo consorciado com forrageiras tropicais e/ou guandu-anão no Cerrado. O delineamento foi de blocos ao acaso, em fatorial 6 x 2, com 6 tratamentos e duas épocas de colheita. Os tratamentos foram: sorgo solteiro, sorgo consorciado com guandu, sorgo consorciado com capim-marandu e guandu, sorgo consorciado com capim-marandu, sorgo consorciado com capim-mombaça e guandu e sorgo consorciado com capim-mombaça, em primeiro corte e na rebrota. Foram calculados o custo operacional total, produtividade, receita bruta, lucro operacional, índice de lucratividade e o ponto de equilíbrio com relação a produtividade e o valor para ambas épocas de colheita. No primeiro corte todos os tratamentos resultaram em lucro para o produtor. Na rebrota, pela menor massa produzida, os tratamentos consorciados com capim-mombaça, capim-mombaça e guandu e guandu-anão resultaram em prejuízo para o produtor.

Termos de indexação: Integração Lavoura-Pecuária; *Megathyrus maximum*; *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

Para se tornar competitivo no mercado agropecuário, o produtor tem que achar uma forma de contornar o problema de escassez de alimento no período de baixo regime pluvial, pois com o crescimento da forrageira in situ concentrado apenas na época das águas, de outubro a março, a produtividade é reduzida e o ciclo produtivo é

prolongado em demasia para os animais criados no pasto.

O uso de volumosos e concentrados é uma alternativa cada vez mais visada e nesse contexto, a silagem merece destaque. A ensilagem é um processo que tem por objetivo manter a qualidade e o valor nutricional da forragem fresca (Moraes et al., 2013) por períodos prolongados de tempo.

O uso do sistema Integração Lavoura-Pecuária, caracterizado pelo cultivo simultâneo de várias culturas na área, tornou mais fácil o processo de produção de silagem dentro da própria propriedade.

O uso de forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrus* garante não só o pastejo durante a entressafra como a produção de grande quantidade de palhada que protege o solo no plantio direto (Zimmer et al., 2011). Já o uso de leguminosas tem por objetivo aumentar o teor proteico da silagem e melhorar o solo através da fixação de nitrogênio pelas bactérias diazotróficas presentes nas raízes.

Embora existam vários trabalhos atestando a lucratividade desse sistema para o produtor agropecuário (Macedo, 2009; Garcia et al., 2012), há uma carência de estudos que contrapõe vantagens e desvantagens da manutenção da cultura do sorgo em consórcios na área para a colheita da rebrota.

Logo, o objetivo do trabalho foi analisar as variáveis econômicas da produção de silagem de primeiro corte e rebrota de sorgo consorciado com forrageiras tropicais e/ou guandu-anão para uma melhor gestão da propriedade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da UNESP, campus de Ilha

Solteira, SP, localizada no município de Selvíria, MS, no ano agrícola de 2014/2015. O tipo climático é Aw, por Köppen, caracterizado como tropical úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (Embrapa, 2013).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para caracterização física e química da área e correção dos atributos necessários com calagem e adubação. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado quimicamente quando necessário.

O experimento foi instalado em novembro de 2014, no delineamento de blocos casualizados, em fatorial 6×2 , com quatro repetições, sendo os tratamentos para produção de silagem: sorgo solteiro (SS); sorgo consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SU); sorgo consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (SUG); sorgo consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça (SM) sorgo consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça e guandu-anão (SMG) e sorgo consorciado com guandu-anão cv. Aratá (SG), em duas épocas de colheita, no primeiro corte e na rebrota.

Cada parcela experimental é constituída de 7 linhas de sorgo, distanciadas a 0,45 m, perfazendo 2,92 m de largura por 20 m de comprimento e com um total 58,4 m² por parcela. As sementes das forrageiras foram depositadas na mesma linha e abaixo das sementes de sorgo para retardar sua emergência, utilizando 9,6 kg ha⁻¹ de sementes de capim-marandu (VC = 50%) e 10,3 kg ha⁻¹ de sementes de capim-mombaça (VC = 35%). As sementes de guandu-anão foram semeadas nas entrelinhas, em espaçamento de 0,45 m, e com densidade de 20 sementes m⁻¹.

Antes da colheita do material vegetal, as plantas foram ceifadas de em 1 m² (3 repetições por parcela) para a determinação da produtividade e extrapolação dos dados para kg ha⁻¹.

Quando os grãos de sorgo estavam com 70% de MS, o material foi colhido numa altura de 0,30 m em relação ao solo, mecanicamente, e foi compactado em baldes de plásticos com capacidade de 10 kg de massa verde, com flanges de silicone adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases, e areia ensacada no fundo para a recuperação do efluente, e vedados para evitar entrada de ar. Para prensagem do material vegetal (600 kg m⁻³) utilizou-se prensa hidráulica manual com capacidade de pressão de até 15 toneladas. Após o enchimento dos silos experimentais, estes foram hermeticamente lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio e a abertura dos mesmos ocorreu após 30 dias do processo de ensilagem.

Para o corte da rebrota e ensilagem do material (junho de 2015) foram realizados os mesmos procedimentos citados acima, aos 94 dias após o primeiro corte.

Foram coletados os preços dos insumos e operações, assim como o preço recebido pelo produto final, com produtores da região dentro do período estudado. Foram determinados os parâmetros econômicos: custo operacional total (COT), produtividade, receita bruta, lucro operacional, índice de lucratividade e ponto de equilíbrio com relação a produtividade e valor, para ambas épocas de colheita.

O custo operacional total foi determinado segundo metodologia Matsunaga et al. (1976), com a soma do custo operacional efetivo (COE - despesas com operações mecanizadas, operações manuais, insumos utilizados), juros de custeio (5,5% a.a. sobre 50% do COE), outras despesas (5% do COE) e depreciações.

A receita bruta foi calculada multiplicando a produtividade pelo preço de mercado, o lucro operacional foi calculado como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total, o índice de lucratividade como a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo operacional total, o preço de equilíbrio como o preço mínimo necessário a ser obtido para cobrir o COT, considerando-se a produtividade média obtida pelo produtor e a produtividade de equilíbrio, como a produtividade mínima necessária para cobrir o COT, considerando-se o preço médio recebido pelo produtor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior custo operacional total (COT) entre os tratamentos para o primeiro corte (Tabela 1) foi para a produção de silagem de sorgo com capim-mombaça e guandu-anão (R\$ 3.032,38), sendo que o alto COT neste consórcio refletiu no menor índice de lucratividade (Tabela 1). Os COTs para rebrota foram considerados iguais (R\$ 694,66) pois as despesas com insumos e operações de instalação da cultura no campo foram somados apenas nos custos do primeiro corte, sendo os custos da rebrota formados pelas operações de colheita, transporte e compactação do material.

Os índices de lucratividade (Tabela 1) demonstram a capacidade do consórcio em gerar renda suficiente para transpassar seus custos de produção e gerar lucros operacionais (Tabela 1) ao produtor. Logo, quanto maior o índice de lucratividade, maior o lucro operacional em relação ao custo operacional total e mais lucrativa é a atividade. Entre os tratamentos, as silagens de

sorgo solteiro apresentaram maior índice de lucratividade no primeiro corte (39,8%) e as silagens de sorgo com capim-marandu apresentaram maiores valores na rebrota (45,7%).

Estudando as características agrônômicas da silagem, Paziani et al. (2009), observaram que para garantir o sucesso da ensilagem, a planta, ou no caso o consórcio, deve apresentar elevada produção de massa verde e seca, o que nesse trabalho foi observado no sorgo solteiro (20.500 kg ha⁻¹) no primeiro corte e no consórcio sorgo com capim-marandu na rebrota (6.087 kg ha⁻¹).

O sorgo solteiro apresentou maior produtividade no primeiro corte em razão da inexistência de competição com as forrageiras e/ou guandu, o que permitiu um crescimento mais pronunciado do sorgo. No entanto, todos os tratamentos apresentaram altas produtividades, principalmente devido à alta tecnologia adotada nestes sistemas de produção.

Tabela 1– Custo operacional total (COT), renda bruta (RB), lucro operacional (LO) e índice de lucratividade (IL) obtidos na produção de silagem de sorgo consorciado no primeiro corte e rebrota.

Consórcio	COT (R\$)	RB (R\$)	LO (R\$)	IL
Primeiro Corte				
SUG	2.992,75	3.611,58	615,83	17,1
SU	2.820,84	3.835,44	1.014,60	26,5
SMG	3.032,38	3.306,64	274,26	8,3
SM	2.746,18	3.084,96	338,78	11,0
SG	2.809,76	3.874,75	1.064,99	27,5
SS	2.590,88	4.305,05	1.714,17	39,8
Rebrota				
SUG	694,66	972,99	278,33	28,6
SU	694,66	1.278,38	583,72	45,7
SMG	694,66	275,63	-419,04	-152,0
SM	694,66	241,50	-453,16	-187,6
SG	694,66	582,75	-111,91	-19,2
SS	694,66	816,38	121,72	14,9

O ponto de equilíbrio (PE) (Tabela 2) é um importante indicador de escala de produção e de custeio de qualquer atividade, sendo caracterizado como o volume de atividades operacionais em que o total de contribuição da quantidade vendida/produzida se iguala ao custo operacional total (Padoveze, 2003). Esse indicador informa o volume mínimo necessário, tanto em produção (ProE) como em preço de mercado (PreE), para cobrir todas as despesas, fixas e variáveis, ou seja, após transpassado o ponto de equilíbrio o produtor começaria a receber os lucros do seu trabalho.

Nesse estudo foi considerado para efeito de cálculo, a venda da silagem para terceiros, como é o costume na região de estudo, o que caso não fosse feito, o PE para os sistemas ultrapassaria os 100% (Stivari et al., 2013).

Pelo indicador ProE, os únicos tratamentos que não tiveram produção (Prod – Tabela 2) suficiente para cobrir suas despesas foram os consórcios de sorgo com capim-mombaça e guandu, sorgo com capim-mombaça e sorgo com guandu, resultando em lucro operacional e índices de lucratividade negativos (Tabela 1).

Tabela 2 – Produção (Prod) e ponto de equilíbrio (PE) com relação a produtividade (ProE) e valor (PreE) obtidos na produção de silagem de sorgo consorciado no primeiro corte e rebrota.

Consórcio	Prod (kg ha ⁻¹)	PE	
		ProE (kg ha ⁻¹)	PreE (R\$)
Primeiro Corte			
SUG	17.198,00	14.964,75	0,17
SU	18.264,00	14.104,20	0,15
SMG	15.745,90	15.162,90	0,19
SM	14.690,30	13.731,90	0,19
SG	18.451,20	14.049,80	0,15
SS	20.500,22	12.954,40	0,13
Rebrota			
SUG	4.633,30	3.308,90	0,15
SU	6.087,50	3.308,90	0,11
SMG	1.312,50	3.308,90	0,53
SM	1.150,00	3.308,90	0,60
SG	2.775,00	3.308,90	0,25
SS	3.887,50	3.308,90	0,18

CONCLUSÕES

Consórcios com alta produtividade e baixo custo de operação resultam em índices de lucratividade positivos e elevados, como a silagem de sorgo solteiro no primeiro corte.

Em caso de padronização dos custos operacionais totais, a vantagem do consórcio é medida pela sua produtividade.

Os consórcios de sorgo com capim-mombaça e/ou guandu não são viáveis economicamente na situação de rebrota em Cerrado de baixa altitude.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2013. 353 p.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 157-163, 2012.

MACEDO, M. C. M. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. especial; p.133-146, 2009.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, p.624-634, 2013.

PADOVEZE, C. L. **Curso básico gerencial de custos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 377 p.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, P. C. R. M. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

STIVARI, T. S. S.; MONTEIRO, A. L. G.; GAMEIRO, A. H.; CHEN, R. F. F.; SILVA, C. J. A.; DE PAULA, E. F. E.; KULIK, C. H.; PRADO, O. R. Viabilidade econômico-financeira de sistemas de produção de cordeiros não desmamados em pastagem com suplementação em cocho ou pasto privativo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 396- 405, 2013.

ZIMMER, A. H. et al. Produção de grãos e de forragem de leguminosas forrageiras tropicais consorciadas com milho BRS 2020 em Campo Grande, MS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém. **Anais...** Belém: UFRA- SBZ, 2011a. 3 p. 1CD-ROM.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Milho no Rio Grande do Sul: uma análise dos custos, preços e produtividade no período de 1997 a 2014

Dieisson Pivoto⁽¹⁾; Felipe Dalzotto Artuzo⁽²⁾; Carlos Alberto Oliveira de Oliveira⁽³⁾; Cristian Rogério Foguesatto⁽⁴⁾; Edson Talamini⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronegócios; Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; dieissonpivoto@gmail.com; ⁽²⁾ Doutorando em Agronegócios; Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; felipeartuzo1@hotmail.com ; ⁽³⁾ Mestre em Agronegócios; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul ; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; carlos-oliveira@fepagro.rs.gov.br ⁽⁴⁾ Doutorando em Agronegócios; Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; cristian.foguesatto@ufrgs.br; ⁽⁵⁾ Professor, Doutor em Agronegócios; Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; edson.talamini@ufrgs.br.

RESUMO: Observa-se um aumento da produtividade média do milho no Rio Grande do Sul (RS) ao longo dos anos. A produtividade, em conjunto com o preço e os custos de produção determinam a rentabilidade do produtor. O custo é um dos elementos com maior possibilidade de controle por parte do produtor rural. Com isso, o presente trabalho tem como objetivos: i) Identificar as principais variáveis e sua participação no total da despesa de custeio da lavoura (DCL); ii) analisar a variação da DCL de milho no período de 1997 a 2014; e, iii) verificar a associação das variáveis que compõem a DCL com a produtividade e o preço de mercado do milho. Os custos de produção e a produtividade do milho foram coletados no banco de dados da CONAB abrangendo uma série histórica de 1997 a 2014. Verificou-se que os fertilizantes apresentaram a maior participação na DCL, seguido por operação de máquinas e sementes. Houve aumento nas despesas com o uso de sementes com nível tecnológico superior, levando à redução no uso de defensivos. No RS, os anos de maior produtividade estão associados com anos de menor preço.

Termos de indexação: agronegócios, rentabilidade, gestão rural.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de milho tem crescido anualmente. Na última década, a produção passou de 42.514,9 mil toneladas, na safra de 2005/06, para 84.672,4 mil toneladas, na safra de 2014/15,

refletindo em um aumento de 99,2% (CONAB, 2016). Nesse mesmo período, houve um acréscimo de 64,5% e 21,1% na produtividade e área cultivada, respectivamente (CONAB, 2016). Um esforço de pesquisa e difusão de tecnologias tem sido realizado para esse crescimento tornar-se possível. Se por um lado essa produção é relevante para o equilíbrio do mercado brasileiro, possibilitando gerar divisas e atender as cadeias de suprimentos que demandam essa matéria prima, por outro lado, em uma análise microeconômica de uma propriedade rural isoladamente, o aumento na produtividade agregada pode não implicar necessariamente em aumento na rentabilidade daquela propriedade.

A produtividade é um dos fatores que compõem a equação que determinará a lucratividade da lavoura (KAY et al., 2014). Além disso, a equação conta com o preço de venda e os custos de produção (custos fixos e variáveis, diretos e indiretos). Alguns custos, como os fixos, são dados antes mesmo de se implantar a lavoura, (BORNIA, 2010).

Entre os itens formadores dos custos de produção, o custo variável é o que necessita de melhor atenção dos produtores rurais, pois representa a maior parcela do custo total. Conforme a metodologia empregada pela CONAB (2010), o custo variável é composto pelas despesas de custeio da lavoura (DCL), despesas pós-colheita (DPC) e despesas financeiras (DF). Nesse sentido, quando analisado apenas a DCL, a qual envolve as

operações com máquinas, mão de obra, sementes, fertilizantes e defensivos agrícola, tem-se a possibilidade de reduzir seu montante a partir da eficiência no manejo da cultura.

Com base no papel dos custos para a formação da rentabilidade do produtor, o presente estudo tem como objetivos: i) Identificar as principais variáveis e sua participação no total da despesa de custeio da lavoura (DCL); ii) analisar a variação da DCL de milho no período de 1997 a 2014; iii) verificar a associação das variáveis que compõem a DCL com a produtividade e o preço de mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os custos de produção e a produtividade do milho foram coletados no banco de dados da CONAB abrangendo uma série histórica de 1997 a 2014. Esses custos têm como base de estimativa de produtividade entre 4.200 Kg e 6.000 Kg. Os preços e informações utilizadas pela CONAB tiveram como referência o município de Cruz Alta-RS, cultivado em sistema de Plantio Direto.

Os preços de mercado do milho foram coletados no Portal Agrolink, apresentando a média anual para o RS, no período de 2006 a 2014. No período de 1997 a 2005 utilizou-se os dados da EMATER empregados no artigo de Souza & Viana (2007). Empregou-se o IGP-DI para corrigir os valores dos custos e preços para abril de 2016.

Realizou-se análises descritivas com os dados (na **Tabela 1** utilizou-se o período de 1997 a 2014 e na **Tabela 2** apenas duas safras, 1997 e 2014) e análise de correlação com as variáveis para o período de 1997 a 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a produtividade e o preço apresentaram elevada oscilação no período (**Figura 1**). Os preços tendem a apresentar comportamento divergente da produtividade. Em anos em que a produtividade diminuiu, por exemplo, na safra 2004/2005, em razão da estiagem no período produtivo, o preço atingiu aproximadamente 38 reais.

A DCL apresentou um comportamento com menor variação. Este indicador é mais inelástico que a produtividade e o preço, em razão de menor oscilação do preço dos insumos.

Ao analisar os itens que compõem o DCL (**Tabela 1**), observa-se que os fertilizantes apresentam o maior valor desembolsado ao longo do período analisado. Esse é um item que demanda atenção, em razão do seu impacto para formação dos custos. O manejo incorreto na aplicação de

fertilizantes pode gerar perdas e não refletir em aumento de produtividade. Nesse sentido, a aplicação a taxa variável (ATV) é uma das principais ferramentas adotadas pelos produtores para a otimização do uso de fertilizantes agrícolas (Artuzo, 2015).

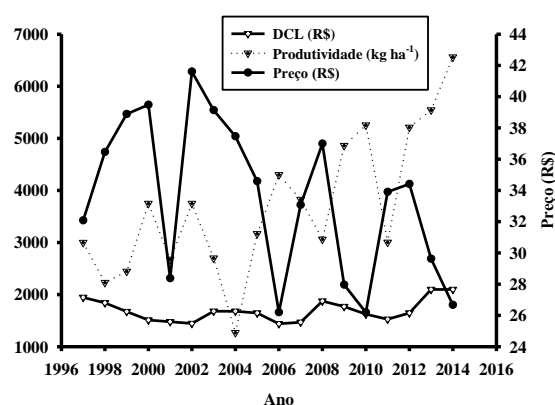


Figura 1 – Evolução dos preços, produtividade e DCL do milho no período de 1997 a 2014 no RS.

O segundo item com maior participação são as operações com máquinas. Esse item deve ser analisado e detalhado. Máquinas mal calibradas, com configurações e dimensionamento inadequados podem gerar perdas e desperdícios.

Os custos com semente representaram o terceiro maior dispêndio entre os itens analisados. Isso deve-se ao desenvolvimento de sementes com maior potencial produtivo, aumentando o preço de venda da semente.

Tabela 1 - Participação dos itens que compõem o DCL. Média obtida no período de 1997 a 2014. OM= Operação com máquinas; MO = mão de obra.

Itens	Participação	
	Média (%)	DP*
OM	21,28	6,60
MO	3,47	0,85
Sementes	19,05	5,62
Fertilizantes	38,99	4,59
Defensivos	17,21	4,60
Total	100	-

*Desvio Padrão

Quando à variação dos itens da DCL no período de 1997 e 2014 (**Tabela 2**) observa-se que as sementes apresentaram o maior acréscimo. Esse fator pode estar relacionado ao emprego de tecnologia para obter híbridos mais produtivos e a utilização de milhos transgênicos, elevando o custo

da semente.

Ao analisar a variação do dispêndio com defensivos, observa-se um comportamento oposto ao item semente. Uma das causas, possivelmente, deve-se à substituição de tecnologias, como a adoção da transgenia. Outra causa pode estar vinculada a maior concorrência no mercado de agroquímicos, resultando na redução de preços.

Alguns itens apresentaram variação negativa, como as operações com máquinas agrícolas. Isso está relacionado ao melhor dimensionamento e eficiência operacional das máquinas e implementos agrícolas, fazendo com que o custo por hectare (ha) apresente redução.

Tabela 2 - Variação da produtividade e DCL no período de 1997 e 2014. OM= Operação com máquinas; MO = mão de obra.

Itens*	1997	2014	Variação
OM	R\$265,42	R\$224,22	-15,52%
MO	R\$54,702	R\$78,06	42,71%
Sementes	R\$327,39	R\$569,29	73,88%
Fertilizantes	R\$806,58	R\$950,45	17,84%
Defensivos	R\$492,41	R\$275,64	-44,02%
DCL	R\$1.946,52	R\$2.097,68	7,77%
Produtividade (kg ha⁻¹)	3.000	6.560	118,66%

*Valores deflacionados conforme IGP-DI para maio de 2016.

Na Tabela 3, observa-se uma correlação fraca entre as despesas com fertilizantes e a produtividade. Dessa maneira, esse resultado demonstra que, em anos em que o desembolso com fertilizantes foi maior, a produtividade também apresentou aumento.

Tabela 3 - Matriz correlação entre despesas com fertilizantes, DCL Total, preço do milho e produtividade.

	Fertil.	DCL	Preço	Produt.
Fertil.	1			
DCL	0,9332	1		
Preço	-0,2001	-0,2232	1	
Produt.	0,3529	0,3162	-0,6039	1

Destaca-se que a produtividade também apresentou uma fraca associação com a DCL. Em anos em que a produtividade aumenta, a DCL acompanha essa variação, elevando-se. Nesse sentido, ressalta-se que com uma maior expectativa de produção o produtor emprega melhores técnicas de cultivo e aumenta o nível tecnológico, refletindo

na produtividade.

A produtividade apresentou uma associação mais intensa com o preço do milho. Essa correlação é negativa, ou seja, em anos de alta produtividade o preço tende a apresentar redução. Este aspecto está ligado a dinâmica de mercados de concorrência perfeita (Miele et al., 2011), onde um aumento na oferta da produção e uma demanda constante resulta na redução do preço.

CONCLUSÕES

Os fertilizantes apresentam a maior participação na despesa do DCL, seguido por operação de máquinas e sementes.

O uso de sementes com nível tecnológico superior, levou à redução no uso de defensivos.

No RS os anos de maior produtividade estão associados com anos de menor preço.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo apoio financeiro concedido para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

ARTUZO, F. D. **Análise da eficiência técnica e econômica da agricultura de precisão a taxa variável de fertilizantes na cultura da soja no RS.** 113 f. Dissertação (Mestrado-Agronegócios). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas.** São Paulo: Atlas, 2010.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. 2010. **Custo de Produção Agrícola: A metodologia da Conab.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos.pdf>>. Acesso em: 06 de jul. 2016.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. 2016. **Séries históricas.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>. Acesso em: 06 de jul. 2016.



MIELE, M.; WAQUIL, P. D.; SCHULTZ, G. Mercados e Comercialização de Produtos Agroindustriais. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

SOUZA, R.S; VIANA, J.G.A. Tendência histórica de preços pagos ao produtor na agricultura de grãos do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1128-1133, 2007.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Panorama Recente da Oferta e Demanda de Milho no RS

Carlos Alberto Oliveira de Oliveira⁽¹⁾; Karla Betania de Oliveira Lima⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; carlos-oliveira@fepagro.rs.gov.br; ⁽²⁾ Tecnóloga em Processos Gerenciais; Centro Universitário La Salle.

RESUMO: O milho é amplamente produzido em diversas regiões do mundo e consumido de diferentes maneiras. No Rio Grande do Sul (RS) historicamente é uma das culturas mais praticadas. Além disso, a tradição do estado na produção pecuária torna este cereal componente estratégico em diversas cadeias produtivas. Este estudo visa levantar dados de oferta e demanda de milho no Rio Grande do Sul e apresentar fatores relacionados aos desempenhos obtidos. Os dados utilizados envolveram variáveis de produção e consumo de milho entre os anos de 2009 e 2016. Para análise foram utilizadas medidas de estatística descritiva. O trabalho apontou que ocorreu declínio da área plantada com milho no RS, mesmo com elevação da produtividade média do estado. Por outro, lado foi observado que a demanda interna é estável e há aumento da sua comercialização para fora do estado. Foi possível identificar o domínio da demanda pelo plantel da avicultura e da suinocultura, representando 80% do milho consumido em relação à produção. O desempenho da produção é influenciado pelo clima, tendências de preços, custos dos insumos, entre outros fatores. Em relação a demanda, durante todos os anos analisados foi superior a produção, o que demonstra que ações estruturantes e conjuntas são necessárias para aumentar e estabilizar a produção de milho. A conjugação de esforços entre produtores e demandadores, somados aos demais envolvidos é de suma importância para o desenvolvimento regional do Rio Grande do Sul.

Termos de indexação: grãos, economia, desenvolvimento regional.

INTRODUÇÃO

O milho pode ser considerado como um dos cereais mais relevantes para a alimentação humana e animal. A partir do insumo milho, pode-se desenvolver mais de 500 derivados por meio das

indústrias de transformação, tais como: alimentícia e química (amido, dextrina, glicose, óleo, margarina, fermento, entre outros); bebidas (licores, refrigerantes, vinhos, entre outros); fermentação (enzimas, acetona e outros); química e mecânica (fundição de metais, plásticos, entre outros); e rações (participando na forma de grão moído integralmente, farelo, germe, protenose e refinasil).

No Brasil, o milho é utilizado predominantemente para consumo humano e alimentação de animais, principalmente suínos e aves (GARCIA et al., 2008). Estima-se que 70-80% da produção de milho seja destinada para consumo animal. Do milho destinado à produção de ração, estima-se que 51% são direcionados ao setor avícola, 33% à suinocultura, 11% à pecuária (principalmente a leiteira) e 5% são utilizados para elaboração de ração para outros animais (NUNES, 2011).

No Rio Grande do Sul, há concentração significativa da produção nacional de suínos, aves e bovinos, que demandam porção significativa do milho produzido no estado. Contudo, a área plantada de milho vem diminuindo gradativamente ao longo dos anos. Situação que requer atenção, devido a relevância do produto para a economia e também pela demanda crescente no estado.

O clima subtropical predominante no extremo sul brasileiro influencia na produção de grãos assim como em outros segmentos agropecuários. Nos períodos mais sensíveis da produção de milho a condição climática pode representar custos maiores e para minimizar perdas são necessários investimentos em melhorias tecnológicas, mecânicas e de armazenamento.

Considerando a importância de disseminar informações que contribuam com mais subsídios para o debate sobre caminhos a serem traçados visando estabilização da produção e atendimento da demanda, o presente trabalho tem como objetivo levantar dados de oferta e demanda de milho no Rio Grande do Sul e apresentar fatores relacionados aos desempenhos obtidos desde 2009/2010 até o presente.

MATERIAL E MÉTODOS

A definição das variáveis partiu da intenção de analisar descritivamente alguns dos principais fatores que interferem na dinâmica de oferta e demanda de milho no Rio Grande do Sul, nesse sentido todas as variáveis trabalhadas classificam-se do tipo numéricas contínuas, sendo do lado da oferta a área, a produção, e o desempenho obtido na forma de produtividade. Já do lado da demanda adotou-se o consumo e a exportação.

As variáveis apresentadas foram coletadas em diferentes bases de dados secundários, buscou-se adotar como critério utilizar fontes de dados oficiais e de entidades diretamente envolvidas com a demanda para garantia de credibilidade das informações.

Adotou-se como critério estabelecer uma série histórica que iniciasse juntamente com o período inicial da liberação de produção com milhos transgênicos no Brasil, de forma que a série histórica de observação se inicia em 2009 com periodicidade anual e finaliza-se em 2016, para que se possa observar a evolução dos dados até o presente, mesmo que neste último ano os valores estejam disponíveis na condição de estimativa. Desta forma o número de observações (anos) foi sete.

Para realizar a análise de estatística descritiva da oferta e demanda do Rio Grande do Sul de milho foi adotado o programa Microsoft Excel®, mais especificamente a ferramenta de análise de dados para estatística descritiva que fornece medidas de tendência central e de variabilidade.

Complementarmente, dados sobre o consumo por categoria animal e outras informações relevantes foram levantadas por meio de pesquisa bibliográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os progressos tecnológicos têm significativa parcela positiva no incremento da produtividade do milho, porém, identifica-se que a demanda é crescente, aumentando consideravelmente nos últimos anos.

Entre os sistemas de produção adotados, o que mais prontamente assimila as tecnologias disponíveis na busca de competitividade diz respeito ao “produtor comercial de grãos”. Trata-se de um sistema em que ocorre grande homogeneização do padrão tecnológico empregado pelos produtores na condução das lavouras de milho, variando pouco entre as principais regiões produtoras (GARCIA et al., 2008, p. 39).

Em 2011, as projeções eram otimistas em relação ao crescimento da produção do milho. A crescente demanda de produção de grãos, aliada a oscilações econômicas no mercado internacional e mudanças climáticas, bem como a fatores relacionados à liberação de plantios com milho transgênico a partir da safra de 2009/2010, poderá contribuir significativamente para direcionar o panorama futuro da produção (EMBRAPA, 2011), porém não se obteve acréscimo com expressiva significância, e houve declínio na produção de milho no Brasil.

Na **(tabela 1)**, observa-se em 2009/10 que mesmo apresentando melhor índice de área (ha) 1.151.397 (ha) e produção 5.633.912 (t) o balanço negativo foi de - 639.048 (t), em relação ao consumo somado a exportação 6.272.960 (t). No ano de 2009/10 obteve-se produtividade reduzida com 4.893 (kg/ha), penúltimo lugar da série histórica observada, ficando a frente de 2011/12 que produziu 2.819. Na última safra referida a condição climática desfavorável com déficit hídrico prejudicou drasticamente o desempenho das lavouras gaúchas.

Os dados mais recentes da série demonstram redução de área plantada, cenário recorrente dos últimos três anos. Este fator negativo aliado a oscilação da produção vem influencia na perda de área plantada para a soja e a acirrada concorrência de outros estados produtores como o Paraná e Mato Grosso, aliado ao custo elevado para produção.

Conforme **(tabela 1)**, destaca-se o ano 2015/16 com a menor área disponibilizada de 742.932 ha e a segunda menor produção de 4.708.842 (t), porém com produtividade (kg/ha) 6.351, ficando em segundo lugar no período estudado.

Ao considerar a **(tabela 2)**, observa-se que as medidas de tendência central, média e mediana são próximas, demonstrando que os dados têm perfil simétrico. No que diz respeito a área plantada os quatro anos mais antigos da série tem valores acima da média, o que confirma a redução mais recente da área. Por outro lado, a produtividade tem sentido inverso, com os três últimos anos sendo os únicos com resultados acima da média do período adotado.

Considerando que as medidas de tendência central podem fornecer informação incompleta de um conjunto de dados, e que em algumas situações mais que as médias é interessante o entendimento da variabilidade, por meio da adoção de medidas que indiquem o grau de dispersão dos escores em torno do centro da distribuição, são apresentados os resultados de mínimo, máximo e desvio padrão das variáveis adotadas. Nota-se que nos últimos sete anos, há baixa variabilidade no consumo de milho

no Rio Grande do Sul, inferior a 360.000 toneladas. Já a variável exportação apresenta variação positiva de mais de 940.000 toneladas. Demonstrando o aumento da saída do milho produzido no estado para outros mercados. Para a série de dados trabalhada que envolve produção agrícola geralmente pode-se observar um desvio padrão elevado em relação aos valores de produção, pois há diversas variáveis que influenciam no resultado final, como por exemplo, o clima, tendências de preços, custos dos insumos. O desvio padrão para produção na série analisada é de 925.929 (t), já para o consumo o valor é de 110.507 (t) indicando que o consumo se apresenta mais estável em relação à produção. Algo a se destacar é a continua defasagem de produção em relação ao consumo somado a exportação. Esta condição demonstra que mesmo a redução da área plantada de milho não é motivada por falta de mercado consumidor, mas outros fatores.

Quando se trata de encadeamento da produção a maior parte do volume produzido de milho é destinado a produção animal. Na (tabela 3) pode-se verificar que pela estimativa do período de 2015/2016, a avicultura e a suinocultura são representativos consumidores de milho no Rio Grande do Sul, os dois consumidores somados chegam a 5.080.891, sendo que neste período somados produção e aquisições temos 6.413.400 (T). Também é possível identificar o domínio do consumo pelo plantel da avicultura e da suinocultura, representando 80% do milho consumido em relação a produção.

Tabela 3 – O milho e a produção animal no RS

Animais	Plantel	Consumo	Produção + Aquisições	% consumo em relação à produção
Avicultura + Avicultura Caseira	145,973,883	3,054,339	6,413,400	48%
Suinocultura	8,323,090	2,026,552	6,413,400	32%
Pecuária + Vacas Ordenhadas	14,900,000	752,250	6,413,400	12%
Outros animais	4,673,528	9,347	6,413,400	0.15%

Além do expressivo domínio da avicultura em plantel e consumo ficando com 48% da produção do milho, a pecuária com um plantel de 14.900.000 somando as vacas ordenhadas consome 12% da produção do milho do Rio Grande do Sul, enquanto que a suinocultura com um plantel menor de 8.323.090 consome 32% da produção, mesmo com os dados dos plantéis de menos expressão é possível afirmar que se faz necessária a produção do milho e que apesar das dificuldades de produção é preciso aumentar e melhorar sua oferta.

CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados constata-se que área plantada do milho vem gradativamente perdendo seu espaço, ao longo dos anos. Conforme as informações em relação à demanda, temos que atentar para o fato de o milho é um produto relevante para a economia e há uma demanda crescente no Rio Grande do Sul e também nacional.

As informações estão baseadas em dados possíveis de serem considerados para traçar planejamentos a partir de métodos atrativos, buscando a estabilização e o aumento da produção do milho. Possibilitando unir os produtores de milho a produtores de outras áreas e com os criadores de animais que necessitam do insumo, para que em parceria possam traçar estratégias e acompanhar as inovações. Os fatores macroeconômicos, somados a custos, impostos e preços pagos ao produtor podem influenciar a produção tanto para viabilização e estabilização quanto para redução do interesse em continuidade do cultivo de milho.

O estudo possibilita constatar e confirmar o declínio da área plantada com milho no Rio Grande do Sul, mesmo com elevação da produtividade média do estado. Por outro, lado proporciona subsídios que demonstram uma demanda interna estável e o aumento da sua comercialização para fora do estado. Dessa forma aponta alguns entraves e fatores que desencadearam esta atual tendência. Ao mesmo tempo, que reforça a necessidade de ações estruturantes para proporcionar autonomia e desenvolvimento regional pelo encadeamento de atividades econômico produtivas relacionadas a cultura do milho.

REFERÊNCIAS

Associação Gaúcha de Avicultura - ASGAV. **Dados da avicultura do Rio Grande do Sul**. 2016

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Séries históricas de milho**. 2016

EMBRAPA. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** Variação da Produção Estadual de Milho no Brasil entre 2000 e 2009. Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG-2011. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920747/1/bol39.pdf>>. Acesso em: 28 junho de 2016.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; PADRÃO, G. de A. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C.

(Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 21-46.

NUNES, J. L. da S. Milho: comercialização. **Agro Link**. Disponível em:

<<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/comercializacao.aspx>>. Acesso em: 02 ago. 2011

Sindicato das Industrias de Produtos Suínos do Estado do Rio Grande do Sul – SIPS. **Dados da suinocultura**. 2016.

Secretaria de Comércio Exterior - SECEX-MDIC.

Dados de exportação de milho. 2016.

Tabela 1 – Oferta, demanda interna e exportação de milho do RS

Ano	(A) Área (ha)	(B) Produção (t)	(C) Produtividade (Kg/ha)	(D) Consumo (t)	(E) Exportação (t)	(F) Total Consumo (t) + Exportação(t)	Relação entre (B) e (F) em (t)
2009/10	1151397	5633912	4893	5938200	334760	6272960	-639.048
2010/11	1100309	5772422	5246	5783940	311340	6095280	-322858
2011/12	1119220	3155061	2819	5900000	135620	6035620	-2880559
2012/13	1033728	5419780	5243	5868470	797000	6665470	-1245690
2013/14	925514	5389520	5823	5913100	1076000	6989100	-1599580
2014/15	863608	5633650	6524	5971900	349000	6320900	-687250
2015/16*	742932	4708842	6351	6142490	350000	6492490	-1783648

Fonte: IBGE, SIPS/ASGAV, SECEX, 2016

Tabela 2 – Medidas de tendência central e variabilidade relacionadas ao milho do RS

Medidas estatísticas	(A) Área (ha)	(B) Produção (t)	(C) Produtividade (Kg/ha)	(D) Consumo (t)	(E) Exportação (t)	(F) Total Consumo (t) + Exportação(t)	Relação entre (B) e (F) em (t)
Média	990958	5101884	5271	5931157	479103	6410260	-1308376
Mediana	1033728	5419780	5246	5913100	349000	6320900	-1245690
Desvio padrão	151656	925909	1238	110507	331134	335001	874778
Mínimo	742932	3155061	2819	5783940	135620	6035620	-2880559
Máximo	1151397	5772422	6524	6142490	1076000	6989100	-322858



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Produção de silagem de sorgo BRS Ponta Negra em pequenas propriedades no Norte de Minas Gerais

(1) **Osmar Antunes Neto**; (2) **André Mendes Caxito**; (3) **Fredson Ferreira Chaves**; (4) **Silvio Torres Pessoa**.

(1) Extensionista Agropecuário; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais; Janaúba, Minas Gerais; osmar@emater.mg.gov.br; (2) Extensionista Agropecuário; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais; (3, 4) Analista; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O uso de silagem de sorgo vem crescendo a cada ano, com destaque para regiões semiáridas com baixo índice pluviométrico e má distribuição das chuvas. Objetivou-se avaliar a produtividade, o custo de produção e a qualidade nutricional de silagens de sorgo da variedade BRS Ponta Negra em áreas de seis agricultores familiares, do Brasil Sem Miséria. O trabalho foi realizado na safra 2014/2015 em unidades de produção, em seis municípios do Território da Cidadania Serra Geral, no Norte de Minas. A produtividade do sorgo BRS Ponta Negra foi maior em Gameleiras e menor em Verdelândia. O custo para produzir uma tonelada de silagem foi menor em Gameleiras. O uso da irrigação favoreceu positivamente no rendimento da lavoura e no custo de produção da silagem. A silagem foi de baixa qualidade nos seis municípios, sendo que a deficiência hídrica durante o ciclo da cultura foi um dos fatores que ocasionou baixa produção de panícula nas lavouras.

Termos de indexação: Custo de produção, agricultura familiar, semiárido.

INTRODUÇÃO

No Brasil, devido à estacionalidade de produção das pastagens e à intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagem de sorgo vem crescendo a cada ano, principalmente em regiões semiáridas, onde a cultura se sobressai, por sua maior resistência ao estresse hídrico, quando comparada à cultura do milho (Souza et al., 2003).

Segundo Serrano (1971), o sorgo é muito resistente à desidratação devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso (podendo atingir 1,5 m de profundidade, valor este normalmente 50% maior que o do milho), ao ritmo de transpiração eficaz (retardamento do crescimento) e características foliares das xerófitas, como a

serosidade e a ausência de pilosidade, que reduzem a perda de água da planta.

As silagens de sorgo atualmente constituem-se entre as principais fontes de volumosos de maior valor nutritivo e bons rendimentos por unidade de área, de boa aceitabilidade pelos animais e de fácil processo operacional para sua colheita e armazenagem (Neumann et al., 2004).

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal (Rodrigues et al., 1996).

Considerando o nível proteico e a digestibilidade da maioria das silagens, para balancear uma dieta se faz necessária uma suplementação com concentrado. Com a utilização de cultivares de sorgo com maiores porcentagens de grãos e cortes em estádios de maturação entre o pastoso e o farináceo, espera-se que a proteína bruta fique acima dos 8% e a digestibilidade seja elevada, diminuindo a necessidade de suplementação e reduzindo o custo da dieta.

A variedade de sorgo BRS Ponta Negra possui a característica de precocidade, com corte no ponto ideal para silagem próximo aos noventa dias após o plantio, enquanto outras cultivares atingem este ponto em cerca de cem dias. Esta característica credencia o Ponta Negra como cultivar viável para regiões com restrições hídricas (Santos, et al. 2007).

No Território da Cidadania Serra Geral, no extremo Norte de Minas Gerais, observa-se que grande parte dos pequenos produtores ainda não domina a técnica de ensilagem do sorgo. Em muitos casos é colhido fora da época ideal, picado em tamanhos muito grandes ou muito pequenos, o material não é bem compactado, os silos são mal dimensionados e as lonas, muitas das vezes, não

são de boa qualidade. Estes fatores acarretam silagens de baixa qualidade.

Objetivou-se avaliar a produtividade, o custo de produção e a qualidade nutricional de silagens de sorgo da variedade BRS Ponta Negra em áreas de seis agricultores familiares, beneficiários do Plano Brasil Sem Miséria, em seis municípios do Território da Cidadania Serra Geral.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Território da Cidadania Serra Geral, com altitude média de 516 m, a 15° 48' 10" de latitude sul e 43° 18' 32" de longitude oeste. As chuvas nesta região são irregulares, tendo períodos de verão mesmo durante os meses mais chuvosos. O índice pluviométrico médio anual é de 876 mm e temperatura média anual de 24 °C. O solo da região é predominante Neossolo Quartzarênico.

As unidades para a avaliação da produtividade de sorgo foram implantadas nos municípios de Mamonas (17/11/14), Mato Verde (19/11/14), Serranópolis de Minas (25/11/14), Gameleiras (26/11/14), Janaúba (28/11/14) e Verdelândia (23/12/14). As lavouras foram plantadas e conduzidas pelos agricultores, com a assistência técnica de extensionistas da Emater-MG. A área de cada unidade foi de 1 ha.

O preparo do solo foi realizado com grade aradora. A semeadura do sorgo foi realizada com espaçamento de 0,7 m entre linhas, e regulada para plantio de dez sementes por metro, visando uma população de cerca de 140.000 plantas/ha.

A cultivar plantada foi a variedade BRS Ponta Negra. Nas seis lavouras foram utilizados 300 kg/ha da fórmula NPK 08-28-16 no plantio e 200 kg/ha de ureia em cobertura, aplicados quando as plantas de sorgo se encontravam no estágio V5.

Para uma silagem de qualidade recomenda-se o corte do sorgo no ponto de grão pastoso a farináceo, no qual a matéria seca varia de 28 a 32%. No entanto, devido às condições climáticas da região e disponibilidade de maquinário, algumas lavouras foram colhidas fora deste padrão ideal. A ensilagem do sorgo foi feita entre os meses de março e abril de 2015.

A produtividade das lavouras foi avaliada com a colheita do sorgo em 10 metros de linha, sendo colhidas duas linhas em cada ponto de amostragem. Esta operação foi repetida em três pontos da lavoura. A pesagem do sorgo para verificar a quantidade de massa verde/ha foi realizada logo após a colheita.

A coleta de amostra foi feita após a abertura dos silos, coletando em cinco pontos diferentes do silo. As amostras foram misturadas, para a obtenção de uma amostra composta, única e homogênea.

A extração da matéria seca (MS) foi realizada no laboratório de forragicultura da Universidade de Montes Claros. Para avaliar a qualidade da silagem as amostras foram submetidas a análises bromatológicas no laboratório de forragicultura da Embrapa Gado de Leite.

Para determinação da composição da silagem, foram avaliados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade in vitro da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e amido total (AT), por meio dos procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

A área de sorgo do município de Gameleiras recebeu irrigação suplementar de 200 mm durante todo o ciclo da cultura. As demais áreas não foram irrigadas. Na Figura 1 é observada a precipitação e a evapotranspiração média no período de cultivo.

Os extensionistas da Emater-MG, levantaram informações para a obtenção dos custos de produção da lavoura e silagem.

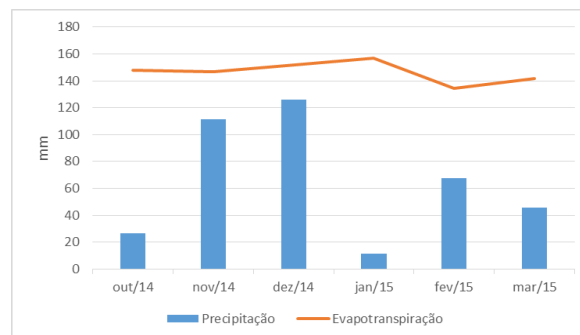


Figura 1. Precipitação e evapotranspiração média em milímetros nos municípios trabalhados durante o período experimental (outubro de 2014 a março de 2015). Fonte: INMET

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de Massa Verde (MV) e Matéria Seca (MS) de silagem produzida, 45,71 e 12,43 T/ha, respectivamente, foram maiores no município de Gameleiras. A menor produtividade de MV e MS foi observada em Verdelândia, 6 e 1,62 T/ha, respectivamente (**Tabela 1**). A irrigação ao longo do ciclo da cultura em Gameleiras refletiu positivamente no rendimento da lavoura. Nas demais áreas as lavouras foram conduzidas sem o uso de irrigação, refletindo em produtividades que variaram de 6 a 14 T/ha de MV e 1,62 a 4,11 T/ha de MS (**Tabela 1**). Mesmo com boa produtividade

em Gameleiras o índice de matéria seca na silagem foi baixo (27,18%), o que indica, certamente, que o sorgo foi colhido antes do ponto ideal para ensilagem. Esta variação nos índices de produtividade de MV e de MS entre as localidades tem relação direta com a época de plantio, com o estágio de maturação dos grãos no momento da colheita e ainda com a baixa quantidade de grãos na silagem, o que refletiu também no baixo índice de amido total da silagem, que variou de 4,3% em Serranópolis de Minas a 12,38% em Gameleiras

Municípios	PMV	PMS	Custo (MV)	Custo (MS)
	(T/ha)		(R\$/T)	
Gameleiras	45,71	12,43	71,81	264,16
Serranópolis	14,00	4,11	107,32	365,89
Mato Verde	12,00	4,33	123,54	342,27
Mamonas	10,00	3,39	259,58	764,70
Janaúba	12,00	4,36	120,00	329,98
Verdelândia	6,00	1,62	255,42	946,05

(Tabela 2). De acordo com Marcondes et al. (2012), uma silagem de qualidade deve apresentar o mínimo de 30% de amido e cerca de 40% de grãos na MS.

Tabela 1 – Silagens de sorgo BRS Ponta Negra: Peso Massa Verde (PMV), Peso Matéria Seca (PMS), Custo da Massa Verde e Custo da Matéria Seca.

As baixas produtividades observadas nas lavouras de sorgo para silagem neste trabalho foram devidas principalmente à distribuição irregular e baixo volume das chuvas ao longo do ciclo de desenvolvimento do sorgo. Outro fator determinante da baixa produtividade são as altas taxas de evapotranspiração que, conforme mostrado na Figura 1, ficaram acima dos índices pluviométricos na região. Isso, associado à classe de solo predominante que apresenta baixa retenção de água, cria um ambiente de constante deficiência de água às plantas.

Um fator determinante do tipo de fermentação no processo de ensilagem é o teor de MS da planta. Nos sorgos este teor varia com a idade de corte e com a natureza do colmo da planta (Carvalho et al., 1992).

Machado et al. (2012) ao avaliarem o valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estágios de maturação obtiveram os teores de MS de 28,69% e 27,39%, nos forrageiros para silagem BRS 610 e BRS 655 na planta inteira, respectivamente, no estágio de grão pastoso; enquanto no estágio de farináceo estes percentuais foram de 30,28 e 31,17%. Estes mesmos autores verificaram em silagem de sorgo, os teores de 27,34% e 25,54% de MS nas silagens de BRS 610 e BRS 655, respectivamente colhidas no estágio de

grão pastoso, enquanto no estágio de grão farináceo os teores encontrados foram de 29,52 e 30,29% de MS nas silagens. Em relação ao BRS Ponta Negra não há informações sobre a variação da MS da planta nos diferentes estágios de maturação.

O custo para produzir uma tonelada de silagem foi maior em Verdelândia, gastando-se respectivamente R\$ 255,42 e R\$ 946,05 para produzir uma tonelada de MV e MS (**Tabela 1**). Com estes altos valores de custos da silagem e baixa produtividade torna-se economicamente inviável produzir silagem de sorgo, pois encontra-se no mercado silagem de sorgo ou de milho com valores médios de R\$ 150,00 a R\$ 200,00/T de MV.

Em Gameleiras com o uso de irrigação suplementar obteve-se o valor de R\$71,81 na produção da tonelada de MV de silagem. Estes resultados indicam um potencial positivo do uso de irrigação suplementar na condução da lavoura de sorgo, principalmente em regiões com baixo índice pluviométrico e má distribuição das chuvas.

Os teores de Proteína Bruta (PB) variaram de 5,39% em Gameleiras a 10,01% em Verdelândia. Segundo Church (1988), a dieta de ruminantes deve conter pelo menos 7% de PB para fornecer nitrogênio suficiente para o desenvolvimento normal de bactérias ruminais, permitindo uma fermentação eficiente. Desta forma, torna-se necessária a suplementação proteica para a utilização eficiente das silagens de Janaúba e Verdelândia, avaliadas neste trabalho, que apresentaram teores de PB abaixo de 7%.

As silagens avaliadas apresentaram valores de FDN que variaram de 54,98% em Verdelândia a 67,71% em Serranópolis de Minas. Os valores mais altos de FDN podem indicar, isoladamente, o baixo consumo diário das silagens pelos animais. Segundo Cruz e Pereira Filho (2001), valores de FDN nas silagens inferiores a 50% são mais desejáveis. De acordo com Van Soest, et al (1991), teores de FDN superiores a 55% da matéria seca estão negativamente correlacionados com o seu consumo e digestibilidade.

O maior valor nutritivo da silagem, com NDT de 61%, foi obtido em Verdelândia, enquanto que a silagem de menor valor nutritivo foi encontrada em Mamonas, com 48,9% de NDT na MS.

Tabela 2 – Silagens de sorgo BRS Ponta Negra: Valores médios (% na Matéria Seca) de Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Digestibilidade In Vitro da Fibra em Detergente

Neutro (DIVFDN), Amido Total (AT), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)

*Municípios: 1) Gameleiras, 2) Serranópolis de Minas, 3) Mato Verde, 4) Mamonas, 5) Janaúba, 6) Verdelândia

CONCLUSÕES

A condição climática local, típica de regiões semiáridas, prejudicou o desenvolvimento da cultura, limitando o potencial produtivo. As baixas produtividades nas áreas avaliadas elevaram o custo da tonelada de silagem produzida, mas apenas nas áreas dos municípios de Mamonas e Verdelândia o custo de produção ficou acima do preço de mercado.

A silagem de Verdelândia apresenta parâmetros indicadores para maior consumo, digestibilidade e maior valor nutricional, no entanto com muito baixa produtividade.

AGRADECIMENTOS

Aos produtores do território Serra Geral, aos extensionistas da Emater-MG, a Unimontes e a Embrapa Gado de Leite pelo apoio e ao Plano Brasil Sem Miséria pelo financiamento do trabalho.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, D.D.; ANDRADE, J.B.; BIONDI, P.; JUNQUEIRA, G.G. Estádio de maturação na produção e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, v.49, n.2, p.91-99, 1992.

CHURCH, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J.C. et al (Ed.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 11-37.

MACHADO, F.S; RODRÍGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N; TEIXEIRA, A.M.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O; VELASCO, F.O.; GONÇALVES, L.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.64, no.3, Belo Horizonte, Junho de 2012.

MARCONDES, M.M.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; ROSÁRIO, J.G.; FARIA, M.V. Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.5, n.2, p.173-192, maio/ago. 2012.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.3, p.438-452, 2004.

RODRIGUES, J.A.S., SILVA, F.E., GONÇALVES, L.C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. *Resumos...* Londrina: LAPAR, 1996. p.269.

SERRANO, J.M.R. El sorgo híbrido despertar interés en las Américas. La Hacienda, Kissimmée, v.66, n.5, p. 36-37, 1971.

SANTOS, F.G. dos; RODRIGUES, J.A.S.; Schaffert, R. E.; LIMA, J.M.P. De; PITTA, G.V.E.; CASELA, C.R.; FERREIRA, A.F. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado Técnico 145. Sete Lagoas, MG, Setembro, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SOUZA, V.G. de; PEREIRA, O.G.; MORAES, S.A.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; ZAGO, C.P.; FREITAS, E.V.V. Valor nutritivo de silagens de sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

VAN SOEST, J.P.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

*	% MS	PB (% MS)	FDN (% MS)	DIVFDN (% MS)	AT (% MS)	NDT (% MS)
1	27,2	5,39	64,91	46,17	12,34	52,9
2	29,3	7,88	67,71	55,60	4,30	55,6
3	36,1	6,78	64,06	52,40	8,54	54,6
4	33,9	8,26	64,13	43,54	8,78	48,9
5	36,4	5,99	58,34	48,99	10,12	53,6
6	27,0	10,01	54,98	57,44	12,08	61,0



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Compatibilidade de milho Bt e bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* para o manejo da Lagarta-do-cartucho do milho

Camila da Silva Fernandes Souza⁽¹⁾; Simone Martins Mendes⁽²⁾; Lorena de Oliveira Martins⁽³⁾; Amanda Fernandes Guimarães⁽³⁾; Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro⁽²⁾; Luís Cláudio Paterno Silveira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestranda em Entomologia; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG; camilasfs4@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas-MG; Simone.mendes@embrapa.br; Paulo.eduardo@embrapa.br ⁽³⁾ Graduando em Ciências Biológicas; Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM); Sete Lagoas-MG; lorena-71@hotmail.com; amandafernandesg@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; Lavras-MG; lcp silveira@gmail.com.

RESUMO: A *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga polífaga, considerada a principal praga do milho, que desenvolveu resistência a inseticidas químicos, biológicos e também vêm evoluindo resistência a tecnologias Bt como à proteína Cry 1F (expressa no evento Herculex®). Diante da dificuldade de manejo da praga e da facilidade de evolução da resistência às principais estratégias de controle, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de produtos comerciais a base da bactéria *Bacillus thuringiensis* para o controle de *S. frugiperda* resistente às proteínas Cry1F e Cry1A.105 Cry2Ab2. Três bioinseticidas (Agree®, Dipel WP® e Thuricide®) foram incorporados em dieta artificial e oferecidas a lagartas neonatas. Após sete dias, foram registradas a mortalidade e a biomassa dos insetos sobreviventes. O bioinseticida Agree® proporcionou 100% de mortalidade, tanto para lagartas suscetíveis quanto resistentes. Para o Dipel WP® a sobrevivência foi de 18,75% para as lagartas resistentes a proteína Cry1F com biomassa de 0,95 mg e 15,62% para as resistentes a Cry1A.105 Cry2Ab2 com 0,58 mg de biomassa. Para o Thuricide® a sobrevivência para as lagartas resistentes a Cry1F foi 10,93% com biomassa de 0,54 mg, e as resistentes a Cry1A.105 Cry2Ab2 apresentaram sobrevivência de 3,12% com biomassa de 0,15 mg. Houve inibição do crescimento das lagartas resistentes. Entre os bioinseticidas testados, o Agree® se mostrou como o mais eficiente para o controle e manejo da resistência de *S. frugiperda* no milho Bt.

Termos de indexação: lagarta-do-cartucho, controle biológico, resistência.

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas da utilização do milho Bt é a capacidade dos insetos-alvo da tecnologia evoluir resistência às proteínas tóxicas. A expressão contínua de genes *Cry* em plantas transgênicas exerce forte seleção para resistência em populações de pragas alvo (Mcgaughey & Whalon, 1992). O risco potencial para a evolução da resistência é alto para *S. frugiperda*, porque o sistema de produção no Brasil tem sobreposição temporal e espacial do cultivo de milho Bt. No campo estas culturas expostas à população da lagarta-do-cartucho, a pressão de seleção é intensa em cada geração da praga, aumentando o risco de seleção de indivíduos resistentes. (Bernardi et al., 2014).

O evento TC1507 que expressa a proteína Cry1F foi comercializado nos EUA desde 2003 (Siebert et al., 2008; Storer et al., 2012). No Brasil este híbrido foi lançado em 2008 e comercialmente disponível para a safra de 2009/2010 pela empresa Dow AgroSciences Industrial Ltda. Uma das pragas alvo desde evento é *S. frugiperda* (Storer et al., 2010). Em 2003, o milho Cry1F foi plantado pela primeira vez em Puerto Rico para silagem para gado de leite. No entanto, logo após a comercialização, já houve problemas relacionados com resistência à tecnologia (Storer et al., 2010; Dangal & Huang, 2015). A resistência de campo que resultou em falta de eficácia ou controle reduzido de Cry1F no milho Bt em *S. frugiperda* também foi documentada no Brasil (Farias et al., 2014) e na região litorânea no sudeste dos EUA (Huang et al., 2014).

Desta forma, a ação conjunta de diferentes táticas de controle, preconizada pelo MIP (manejo integrado de pragas), vem sendo fomentada no país e tem apresentado sucesso. O emprego do milho Bt pode ser combinado ao controle biológico. Além dos

agentes entomófagos existem os entomopatógenos que na grande maioria são utilizados como formulados comerciais. As bactérias destacam-se como promissoras no controle biológico, e o *Bacillus thuringiensis* (Bt) é o mais utilizado. Cerca de 90% dos bioinseticidas são a base desta bactéria (Vilasbôas et al., 2007).

Os bioinseticidas podem ser definidos como formulados fabricados em larga escala a partir de um microorganismo vivo ou de um produto natural e vendido para o controle de insetos-pragas (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009). Esses bioinseticidas possuem, baixo teor de resíduos, alta performance, menor efeito secundário tóxico e boa compatibilidade com o meio ambiente e organismos não alvo (Mnif & Ghribi, 2015).

Como as toxinas inseticidas presentes nos bioinseticidas à base de Bt, podem ocupar o mesmo sítio de ação, nos insetos-alvo, daquelas presentes em híbridos de milho Bt, a utilização conjunta dessas ferramentas de MIP pode ser reduzida ou limitada. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de produtos comerciais a base da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) em *S. frugiperda* resistentes às proteínas Cry 1F e Cry1A.105 Cry2Ab2.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três populações de *S. frugiperda*, uma resistente à proteína Cry1F descrita em Leite et al (2015), outra resistente à Cry1A.105 Cry2Ab2 (Senete, 2016) e uma suscetível padrão. O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Os bioensaios foram realizados em placas de 128 células, com oito repetições (16 lagartas por repetição). Três produtos comerciais à base da Bactéria *Bacillus thuringiensis* foram incorporados à dieta artificial em concentração da dose recomendada comercialmente (Agree®, Dipel WP® e Thuricide®).

Foram vertidos 1 ml da dieta artificial contendo o bioinseticida e para a testemunha utilizou-se a mesma quantidade de água. Para a incorporação do bioinseticida na dieta, esta foi mantida em banho-maria até chegar à temperatura de 55 °C.

Após a secagem e resfriamento da dieta, uma lagarta neonata foi transferida para cada célula com o auxílio de um pincel e as placas foram vedadas com tampa adesiva que permite a troca de gases. Aos sete dias após a inoculação, foram registradas a mortalidade e a biomassa das lagartas sobreviventes.

Os dados foram submetidos à análise de

variância (ANOVA) e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência diferiu significativamente entre os tratamentos. O bioinseticida Agree® apresentou 100% de mortalidade, tanto para as lagartas resistentes às proteínas Bt, quanto para as suscetíveis. Nos bioinseticidas Dipel® e Thuricide®, a sobrevivência das lagartas resistentes à proteína Cry 1F não foi significativamente diferente. No entanto, para as resistentes à proteína Cry1A.105 Cry2Ab2, a sobrevivência foi maior no Thuricide®. Já para as lagartas suscetíveis a sobrevivência foi inferior as resistentes, não diferindo estatisticamente entre Dipel® e Thuricide® (**Figura 1**).

Para o bioinseticida Dipel® houve diferença significativa quanto a sobrevivência em relação as lagartas resistentes e as suscetíveis. Como esperado, para testemunha (livre de bioinseticida) a sobrevivência foi alta chegando a 100 % em ambas as lagartas, resistentes e suscetíveis.

Em um experimento semelhante, usando lagartas resistentes à proteína Cry1F, não foi detectada diferença significativa entre os bioinseticidas utilizados (XenTari WG® ou Dipel ES®), no entanto foi observada uma menor suscetibilidade ao Dipel ES®, semelhante ao resultado do presente trabalho onde comparando os três produtos utilizados, o Dipel® também foi o menos eficiente (Jakka et., al, 2014).

Quanto à biomassa, observou-se o mesmo padrão daquele observado para a sobrevivência. A testemunha obteve média de biomassa superior, tanto resistentes, quanto suscetíveis e não houve diferença significativa. Em relação aos bioinseticidas, as lagartas mantidas em Agree® não sobreviveram, portanto, a média de biomassa foi apresentada somente para lagartas mantidas em Thuricide® e Dipel®.

Para estes, não houve diferença significativa entre a biomassa das lagartas resistentes à Cry 1F e Cry1A.105 Cry2Ab2, e não houve sobreviventes das larvas suscetíveis, portanto, não apresentaram biomassa. Apesar da presença de lagartas sobreviventes resistentes às proteínas Bt em Dipel® e Thuricide®, em relação a testemunha pode-se observar que houve uma alta inibição do crescimento diante do baixo valor de biomassa. A média de biomassa da testemunha chegou a ser cinco vezes maior (**Figura 2**). Estes organismos resistentes apesar de sobreviverem após sete dias, dificilmente completariam o ciclo de vida em função do baixo valor de biomassa e grande inibição do

crescimento.

Os bioinseticidas comerciais testados à base de *B. thuringiensis* var. *aizawai* e var. *kurstaki*, diferem um pouco das toxinas que produzem, por isso, mesmo as lagartas resistentes às proteínas presentes em milho transgênico foram suscetíveis aos produtos (Jakka et al., 2014). Estas variedades de *B. thuringiensis* possuem diferentes proteínas tóxicas (Tabela 1). Como o Dipel® e Thuricide® são produtos com o ingrediente ativo da mesma variedade Bt *kurstaki* HD-1, eles apresentaram índices de sobrevivência semelhantes (Kanaak & Fiuza, 2006).

Tabela 1- Proteínas presentes nos produtos comerciais a base de *Bacillus thuringiensis* utilizados.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Proteínas	Referência
Agree®	Bt <i>aizawai</i> GC-91	Cry1Aa	EPA Fact Sheet 1993 (Ciba)
		Cry1Ac	
		Cry1B-like	
Dipel®	Bt <i>kurstaki</i> HD-1	Cry1C	McClintock et al., 1995
		Cry1D	
		Cry2B	
		Cry9	
		Cry1Aa	
		Cry1Ab	
Thuricide®	Bt <i>kurstaki</i> HD-1	Cry1Ac	Hadley et al., 1987
		Cry2A	
		Cry1Aa	
		Cry1Ab	

Como o bioinseticida Dipel® mostrou maior porcentagem de sobrevivência para as lagartas suscetíveis em relação às resistentes, este produto não deve ser indicado para se utilizar no manejo da resistência da lagarta-do-cartucho, apresentando uma resistência cruzada. O bioinseticida Dipel® além da proteína Cry1A sintetiza também a Cry2A que possui atividade relativamente baixa contra *S. frugiperda* (Lima et al., 2008). No entanto o Agree®, é da variedade Bt *aizawai* GC-91 e a mortalidade foi superior, apresentando-se como o mais eficiente para controle de *S. frugiperda* suscetíveis e resistentes às proteínas Cry1F e Cry1A.105 Cry2Ab2.

Dessa forma é possível compatibilizar o controle biológico e a tecnologia Bt, que pode ser bem-sucedido no manejo integrado de pragas, desde que a escolha do produto seja feita corretamente.

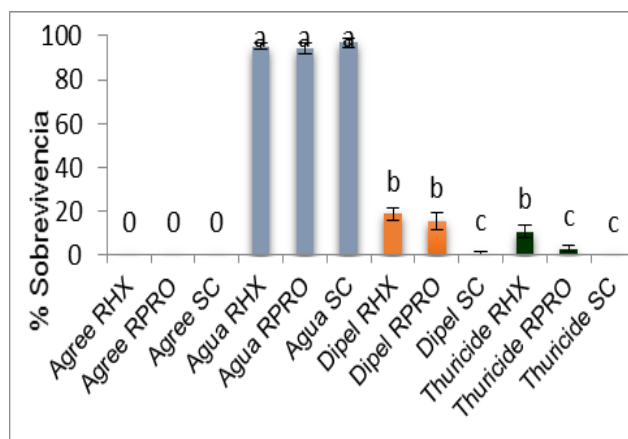


Figura 1. Sobrevivência (\pm ep) de *Spodoptera frugiperda* resistentes à Cry 1F e Cry1A.105 Cry2Ab2 e suscetíveis, em diferentes bioinseticidas, onde RHX= Lagartas resistentes à proteína Cry1F presente no milho Bt Herculex (HX), RPRO= Lagartas resistentes às proteínas Cry1A.105 Cry2Ab2 presentes no milho Bt DKB 390 VTPRO, SC= Lagartas suscetíveis. Médias seguidas pela mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,5$).

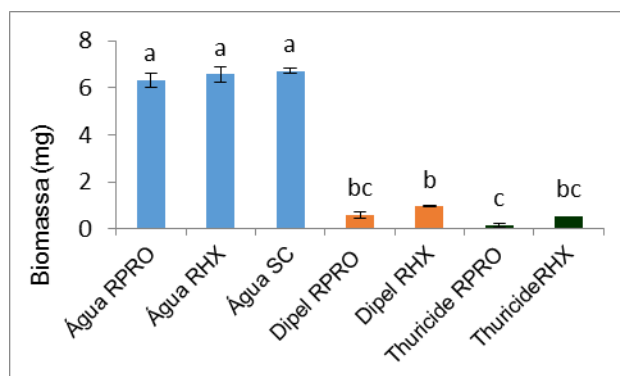


Figura 2. Biomassa (\pm ep) de *Spodoptera frugiperda* resistentes à Cry 1F e Cry1A.105 Cry2Ab2 em diferentes bioinseticidas, onde RHX= Lagartas resistentes à proteína Cry1F presente no milho Bt Herculex (HX), RPRO= Lagartas resistentes às proteínas Cry1A.105 Cry2Ab2 presentes no milho Bt DKB 390 VTPRO, SC= Lagartas suscetíveis. Médias seguidas pela mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,5$).

CONCLUSÕES

Entre os bioensetecidas testados (Agree®, Thuricide® e Dipel®), o Agree® se mostrou como o mais eficiente para o controle e manejo da resistência de *S. frugiperda* em milho Bt.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de amparo a pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

A equipe do laboratório de ecotoxicologia e manejo de insetos da Embrapa Milho e Sorgo.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, O.; SORGATTO, J.; BARBOSA, A. D.; DOMINGUES, F. A.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**, v. 58, p. 33-40, 2014.

DANGAL, V.; HUANG, F. Fitness costs of Cry1F resistance in two populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), collected from Puerto Rico and Florida. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 127, p. 81–86, 2015.

EPA Fact Sheet for *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* Strain GC-91. 1993. http://www.agbioworld.org/pdf/bt-short_safet.pdf Acesso em 29 de maio de 2016.

FARIAS, J. R.; ANDROW, D. A.; HORIKOSHI, R. J.; SORGATTO, R. J.; FRESIA, P.; SANTOS, A. C.; OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Revista Elsevier**, v. 64, p. 150-158, 2014.

HADLEY, W.M.; Burchiel SW, McDowell TD, Thilsted JP, Hibbs CM, Whorton JA, Day PW, Friedman MB, Stoll RE. Five-month oral (diet) toxicity/infectivity study of *Bacillus thuringiensis* insecticides in sheep. **Fundamental and Applied Toxicology**. v. 8, p. 236-242, 1987.

HUANG, F.; QURESHI, J. A.; MEAGHER, R. L.; REISIG, D. D.; HEAD, G. P.; ANDOW, D. A.; NI, X.; KERNS, D.; BUNTIN, G. D.; NIU, Y.; YANG, F.; DANGAL, V. Cry1F Resistance in Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*: Single Gene versus Pyramided Bt Maize. **Plos one. PLOS ONE**. V.9, 10p, 2014.

JAKKA, S. R. K.; KNIGHT, J. L.; FUENTES, J. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) with field-evolved resistance to Bt maize are susceptible to Bt pesticides. **Journal of Economic Entomology**. v. 122, p. 52-54, 2014.

KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Genes cry1Ab e cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* e proteínas com potencial na agrobiotecnologia. **Biociência e Desenvolvimento**. v. 9, n. 36, p. 26-31, 2006.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; SANTOS-AMAYA, O. F.; SANTOS, C. A.; TEIXEIRA, T. P. M.; GUEDES, R. N. C.; PEREIRA, E. J. G. Rapid selection and characterization of Cry1F resistance in Brazilian strain of fall armyworm. **The Netherlands Entomological Society Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 158, p. 236-247, 2016.

LIMA, G. M. S.; AGUIAR, R. W. S.; CORRÊA, R. F. T.; MARTINS, E. S.; DE-SOUZA, M. T.; MONNERAT, R. G.; RIBEIRO, B. M. Cry2A toxins from *Bacillus thuringiensis* expressed in insect cells are toxic to two lepidopteran insects. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 24, p. 2941- 2948, 2008.

MCGAUGHEY, W.H.; WHALON, M.E. Managing insect resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins. **Science** v. 258, p. 1451-1555, 1992.

MCCLINTOCK, J.T., SCHAFFER, C. R.; SJOBLAD, R. D. A comparative review of the mammalian toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based pesticides. **Journal of pesticide Science**. v. 45, p. 95-105, 1995.

MNIF, I.; GHRIBI, D. Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. **Crop Protection**. v. 77, p. 52-64, 2015.

Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009. Report of Workshop on the Regulation of Biopesticides: Registration and Communication Issues. See. Series on Pesticides. n. 448. <http://www.oecd.org/dataoecd/3/Collego55/43056580.pdf>. Acesso em 29 de maio de 2016.

SENETE, C. T. **Controle genético da resistência da lagarta-do-cartucho do milho expressando proteínas Cry1A.105 e Cry2Ab2**. Tese de doutorado, 79p. Lavras, Minas Gerais: UFLA, 2016.

SIEBERT, M.W.; BABOCK, J.M.; NOLTING, S., SANTOS, A.C.; ADAMCZYK JR., J.J.; NEESE, P.A.; KING, J.E.; JENKINS, J.N.; MCCARTY, J.; LORENZ, G.M.; FROMME, D.D.; LASSITER, R.B. Efficacy of Cry1F insecticidal protein in maize and cotton for control of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomological society**. v. 91, p. 555- 565, 2008.

STORER, N.P.; BABCOCK, J.M.; SCHLENZ, M.; MEADE, T.; THOMPSON, G.D.; BING, J.W.; HUCKABA, R.M. Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in

Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**. v. 103, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

STORER, N.P.; KUBISZAK, M.E.; KING, J.E.; THOMPSON, G.D.; SANTOS, A.C. Status of resistance to Bt maize in *Spodoptera frugiperda*: lessons from Puerto Rico. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 110, n. 3, p. 294-300, 2012.

VILAS-BÔAS, G. T.; PERUCA, A. P. S.; ARANTES, O. M. N. Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* and *Bacillus thuringiensis*. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 53, n. 1, p. 673-687, 2007.



Controle da lagarta-do-cartucho em híbridos de milho com diferentes tecnologias Bt

Marcos Doniseti Michelotto¹; Tamiris Marion de Souza²; Luis Eduardo Prado Lamana³; Antônio Lucio Mello Martins¹; Aildson Duarte Pereira⁴; Paulo Sérgio Cordeiro Júnior⁵, Mônica Helena Martins⁶

¹Eng. Agrônomo, Dr., PqC. da APTA, Polo Regional Centro Norte, Rod. Washington Luis, km 372, 15830000, Pindorama, SP. michelotto@apta.sp.gov.br; ²Bióloga, Bolsista Fundag/Apta, Pindorama, SP, ³Graduando em Agronomia, ITES, Taquaritinga, SP; ⁴Eng. Agrônomo, Dr., PqC. do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP., ⁵Graduando em Agronomia, UNIRP, São José do Rio Preto, SP, ⁶ Eng. Agrônomo, Bolsista CnPq/Apta Pindorama.

RESUMO: A principal praga do milho é a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith). O objetivo deste trabalho foi avaliar híbridos de milho safrinha contendo diferentes tecnologias transgênica Bt no controle da lagarta-do-cartucho, utilizando como controle cultivares convencionais. O experimento foi instalado na APTA Regional Polo Centro Norte, Pindorama, SP. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 30 cultivares e quatro repetições. Foram avaliadas dez variedades convencionais, oito da tecnologia Powercore (PW), cinco VTPro (PRO), três VTPro 2 (PRO2), um VTPro3, um Viptera (VIP) e dois Bt. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 m de comprimento, com 80 cm entre linhas. Aos 26 DAS foi realizada a aplicação do inseticida Tracer (100 ml ha⁻¹) em todas as parcelas para redução dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho. E aos 62 DAS foi realizada a avaliação dos híbridos através de escala de notas de sintomas visuais (Escala de Davis). Os dez cultivares convencionais apresentaram as maiores notas de danos, juntamente com o híbrido transgênico XB 8018 Bt. Entre os híbridos menos atacados pela lagarta, estão aqueles contendo as tecnologias Viptera e Powercore. A proteína Cry 1Ab não possui a eficiência de controle da lagarta-do-cartucho desejada.

Termos de indexação: *Spodoptera frugiperda*; resistência a praga;

INTRODUÇÃO

A ocorrência de pragas é um dos principais fatores que afetam a cultura do milho, causando redução na produtividade e na qualidade do produto. A principal delas é a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith). A lagarta-do-cartucho causa injúria nas folhas novas do milho, geralmente perto do cartucho, na qual fica um lugar

propício para aumentar sua população, afetando na produção de grãos (PENCOE & MARTIN, 1981).

Os transgênicos foram desenvolvidos para redução no uso de inseticidas para controle de pragas, através da introdução de genes de *Bacillus thuringiensis*, modificando geneticamente as plantas do milho (ARMSTRONG et al., 1995).

Após o lançamento no mercado, as tecnologias vêm perdendo eficiência no controle da lagarta-do-cartucho, principalmente nos estados produtores de milho, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (CZEPAK et al., 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar híbridos de milho safrinha contendo diferentes tecnologias transgênica Bt no controle da lagarta-do-cartucho, utilizando como controle cultivares convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no dia 16/03/2016 em área experimental do Polo Regional Centro Norte, APTA, em Pindorama, SP, pelo Programa Milho e Sorgo do Instituto Agronômico de Campinas (IAC/APTA). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 30 cultivares e quatro repetições. Foram avaliados por dez variedades convencionais, oito contendo a tecnologia Powercore (PW), cinco VTPro (PRO), três VTPro 2 (PRO2), um VTPro3, um Viptera (VIP) e dois Bt (Tabelas 1 e 2). Importante salientar que as tecnologias VTPro e VTPro2 não diferem com relação às proteínas inseticidas, mas a tecnologia VTPro2 possui a tecnologia de tolerância ao herbicida glifosato, mas para efeito de avaliação foram analisados separadamente. A adubação de semeadura consistiu de 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 08-28-16 (NPK) e a adubação de cobertura de 300 kg ha⁻¹ do formulado 20-05-20.

As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 m de comprimento, com 80 cm de espaçamento e população inicial de 60.000 plantas/ha⁻¹.

Aos 26 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a aplicação do inseticida Tracer (i.a.: espinosade; dosagem de 100 ml ha⁻¹ de produto comercial) em todas as parcelas para redução dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho.

Tabela 1. Empresas, eventos, marcas e toxinas dos híbridos de milho transgênicos utilizados nos ensaios.

Biotechnologia (Sigla)	Proteína Tóxica
Bt	Cry 1Ab
Viptera® (VIP)	VIP3Aa20
VT PRO® (PRO e PRO2)	Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2
VT PRO 3™	Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2 + Cry3Bb1
Powercore™ (PW)	Cry 1F + Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2

A avaliação de danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho, foi realizada aos 62 DAS, através de uma escala de notas visuais, atribuindo notas que variam de 0 (sem danos) a 9 (cartucho totalmente destruído) de acordo com escala proposta por DAVIS et al. (1992).

Os resultados foram analisados agrupando os híbridos de mesma tecnologia para verificar a existência de diferença entre elas, comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Analisaram-se também os resultados dos híbridos individualmente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. E quando efetuada a comparação entre tecnologias, realizou-se a transformação (raiz (x + 0,5)) na análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada uma alta infestação da lagarta-do-cartucho no experimento, sendo necessária a aplicação de inseticida na tentativa de reduzir os danos ocasionados pela mesma antes e após a avaliação dos danos. Das cultivares avaliadas observou-se que as dez convencionais apresentam as maiores notas de sintomas visuais da lagarta, juntamente com o híbrido transgênico XB 8018 Bt, conforme Tabela 2. Segundo Michelotto et.al. (2015), ao avaliarem a evolução híbridos que expressam as proteínas Cry 1F e Cry 1Ab, os primeiros híbridos transgênicos comercializados no Brasil, perderam rapidamente a eficiência no controle da lagarta-do-cartucho no Estado de São Paulo

Entre os menos atacados, foram agrupados nove híbridos sendo um contendo a tecnologia Viptera (Supremo Vip), cinco contendo a tecnologia Powercore (2B610 PW, MG744 PW, 2B633 PW, 2B587 PW e MG652 PW) e três com a tecnologia Pro (AG 7098 PRO2, LG3055 PRO e LG 6033 PRO2). Conforme Tabela 2. Michelotto et al. (2013) ao avaliarem híbridos de diferentes tecnologias, também observaram maior eficiência de controle da lagarta-do-cartucho na tecnologia Viptera.

Tabela 2. Notas de sintomas de danos visuais da lagarta-do-cartucho em diferentes híbridos de milho transgênicos e convencionais. Pindorama, 2015/16.

Híbridos	Notas de sintomas de danos (Escala de Davis)
GNZ 7280	7,8 a
IAC 8046	7,6 a
AL Avaré	7,5 a
IAC 8077	7,5 a
XB 8018 Bt	7,4 a
AL Piratininga	7,3 a
JM 2M77	6,7 b
AL Paraguaiçu	6,6 b
AL Bandeirante	6,5 b
JM 3M51	6,5 b
JM 4M50	6,3 b
60XB14 Bt	5,7 b
RB 9004 PRO	5,4 b
AS 1633 PRO	5,3 b
RB 9005 PRO	4,4 c
RB 9006 PRO2	4,3 c
MG 580 PW	3,4 c
DKB 290 PRO3	3,3 c
DKB 350 PRO	3,2 c
MG699 PW	3,2 c
30A37 PW	3,0 c
LG 6033 PRO2	2,7 d
MG652 PW	2,7 d
2B587 PW	2,7 d
2B633 PW	2,5 d
MG744 PW	2,5 d
LG 3055 PRO	2,0 d
AG 7098 PRO2	1,9 d
2B610 PW	1,8 d
Supremo VIP	1,0 d
Média	4,61
Teste F	13,27**
C.V(%)	25,86

Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade.

Importante destacar que, embora híbridos contendo a tecnologia VTPro esteja entre os melhores, alguns híbridos contendo esta mesma tecnologia se comportaram de maneira semelhante à alguns híbridos convencionais, sendo eles o RB 9004 PRO e o AS 1633 PRO, com notas 5,4 e 5,3 de sintomas visuais de ataque da lagarta-do-cartucho, respectivamente. Pode-se inferir que há uma interação com a resistência genética do próprio híbrido na qual a tecnologia foi inserida auxiliando no controle da lagarta (OTA et al., 2011). Além disso, pode estar ocorrendo com esta tecnologia o mesmo problema já detectado na tecnologia Herculex, de quebra de resistência (Farias et al., 2014).

Quando as tecnologias foram agrupadas, observou-se que híbridos contendo a proteína Cry1Ab não diferiram dos genótipos convencionais em relação ao ataque da lagarta. Em uma posição intermediária estão os híbridos contendo a proteína VTPro e entre os melhores estão a tecnologia Powercore e principalmente a tecnologia Viptera, conforme tabela 2.

Tabela 3. Comparação entre as tecnologias disponíveis em relação às notas de sintomas visuais de ataque de lagarta-do-cartucho. Pindorama, 2015/16.

Tecnologias	Nº de híbridos	Notas de sintomas de danos
Convencional	10	7,0 a
Bt- Cry 1Ab	2	6,5 a
VTPro	5	4,0 b
VTPro 3	1	3,3 bc
VTPro 2	3	3,0 bc
Powercore	8	2,7 c
Viptera	1	1,0 d
Média		4,61
Teste F		36,09**
C.V (%)		15,76

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **= significativo a 1%.

CONCLUSÕES

As tecnologias Powercore e Viptera apresentam maior eficiência no controle do ataque da lagarta-do-cartucho.

A proteína Cry 1Ab não possui a eficiência de controle da lagarta-do-cartucho desejada.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, C.L.; PARKER, G.B.; PERSHING, J.C.; BROWN, S.M.; SANDERS, P.R.; DUNCAN, D.R.; STONE, T.; DEAN, D.A.; DeBOER, D.L.;

- HART, J.; HOWE, A.R.; MORRISH, F.M.; PAJEAU, M.E.; PETERSEN, W.L.; REICH, B.J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C.G.; SATO, S.J.; SCHULER, W.; SIMS, S.R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L.J.; FROMM, M.E. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. **Crop Science**, v.35, p.550-557, 1995.
- CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERBAZ, K.C. Praga da vez. **Cultivar: Grandes Culturas**, n.167. p.20-27, 2013.
- FARIAS, J. R; ANDOW, D.A; HORIKOSHI. R.J; SORGATTO, R.J; FRESIA, P.; SANTOS, A.C; OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, v. 64, p.150-158, 2014.
- MICHELOTTO, M.D.; CROSARIOL NETTO, J.; FREITAS, R.S.; DUARTE, A. P.; BUSOLI, A.C. Milho transgênico (Bt): efeito sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, Ituverava, v.10, n.3, p.67-82, 2013.
- MICHELOTTO, M. D.; DUARTE, A. P.; CROSARIOL NETTO. J.; SILVA. L. C. R.; MARTINS. A. L. M.; FREITAA S. R. S., Eficiência de diferentes eventos transgênicos no controle da lagarta-do-cartucho em milho. **XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Salvador, 2014.
- MICHELOTTO, M. D.; DUARTE, A. P.; FREITAS. R. S., SOUZA, T.M.; FINOTO, E. L, CROSARIOL NETTO. J., Evolução no controle da lagarta-do-cartucho em milho safrinha com o uso de híbridos Bt. **XIII SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA**, Maringá, 2015.
- OTA, É. do C.; LOURENÇÃO, A. L.; DUARTE, A. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; ITO, M. A. Desempenho de cultivares de milho em relação à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 850-859, 2011.
- PENCOE, N.L.; MARTIN, P.M. Development and reproduction of fall armyworm on several wild grasses. **Environmental Entomology**, College Park, v.10, n.6, p.999-1002, 1981



Danos De *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) Em Milho Expressando A Proteína Cry1A.105/Cry2Ab2 Em Terras Baixas

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa⁽¹⁾; José Francisco da Silva Martins⁽²⁾; Fabício Oliveira Fernandes⁽³⁾; Jairo Andara Rodrigues Filho⁽³⁾; Lucas Martins Christ⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS; ana.afonso@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Clima Temperado ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de Pelotas

RESUMO: *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a praga mais voraz em milho, pois atinge o nível de dano econômico com frequência, atacando as plantas tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva. A importância da lagarta-do-cartucho deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle o que tem levado ao uso cada vez mais frequente de inseticidas. Uma das alternativas promissoras no controle da lagarta-do-cartucho é o emprego de recursos biotecnológicos baseados na utilização de cultivares transgênicas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do milho expressando a proteína Cry1A105/Cry2Ab2 no controle de *S. frugiperda* em terras baixas. O experimento foi conduzido a campo em sistema de preparo convencional, na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado (CPACT), no município de Capão do Leão, RS, no ano agrícola de 2014/15 e 2015/2016. Observou-se a ocorrência de *S. frugiperda* nas duas safras avaliadas nos híbridos convencional e transgênico expressando a proteína Cry1A.105/Cry2Ab2, sendo o híbrido expressando as proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2 foi menos atacado, no entanto, devido a pressão da praga no ambiente terras baixas, que é considerada alta o controle químico pode se fazer necessário, pois a população da praga, independente do material utilizado, atinge o nível de dano econômico, com frequência, sendo considerada uma praga crônica no sistema de produção de grãos de terras baixas do Rio Grande do Sul.

Termos de indexação: plantas atacadas, BG 9045, lagarta-do-cartucho

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção de milho tem sofrido grandes avanços, em decorrência das novas tecnologias disponíveis para os agricultores, da expansão da produção em áreas tradicionais, e de modificações na forma de condução das lavouras (PINTO et al., 2004).

A tecnologia tem propiciado aumento de produtividade, no entanto, os problemas fitossanitários têm se agravado a cada safra, pois a cada ano empresas de produção de sementes e instituições de pesquisa colocam no mercado dezenas de novas cultivares, e a grande heterogeneidade desses materiais em conjunto com as variações dos fatores bióticos e abióticos influenciam o comportamento das cultivares em diferentes regiões (Siloto, 2002; Marucci et al., 2010).

Dentre os fatores bióticos, as pragas constituem-se em elemento relevante, pois atacam a cultura desde a sementeira até a colheita, causando danos nas raízes, colmos, folhas e espigas com isso prejudicando seu desenvolvimento e conseqüentemente diminuindo a produção. A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a mais voraz, pois atinge o nível de dano econômico com frequência, atacando as plantas tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva (Afonso-Rosa & Barcelos, 2012).

A importância da lagarta-do-cartucho deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle o que tem levado ao uso cada vez mais frequente de inseticidas (Leiderman & Sauer, 1953; Cruz & Turpin, 1982; Marucci et al., 2010). As perdas estimadas em função do complexo de pragas é cerca de dois bilhões de dólares anuais, sendo em torno de 400 milhões somente devido a *S. frugiperda* (Cruz, 1999; Waquil & Villela, 2003).

Uma das alternativas promissoras no controle da lagarta-do-cartucho é o emprego de

recursos biotecnológicos baseados na utilização de cultivares transgênicas, nas quais um ou mais genes introduzidos conferem resistência a uma determinada praga, ou grupo de pragas, e podem concomitantemente resultar em benefícios agrônômicos, econômicos e ambientais, podendo ser considerada uma estratégia adicional de controle em programas de Manejo Integrado de Pragas (Shelton et al., 2002; Martinelli & Omoto, 2005).

A primeira planta de milho liberada de segunda geração, no Brasil, expressando mais de uma proteína, foi em outubro de 2009, o evento MON89034, que expressa às proteínas *Cry1A105* e *Cry2Ab2* (CTNBio, 2010), que apresentam como vantagem propiciar uma evolução da resistência de forma mais lenta em comparação com plantas que expressam uma única proteína inseticida (Huang et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do milho expressando a proteína *Cry1A105/Cry2Ab2* no controle de *S. frugiperda* em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em sistema de preparo convencional, na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado (CPACT), no município de Capão do Leão, RS (31°49,07'07.09"S 52°28'02.98"O e altitude de 15m), no ano agrícola de 2014/15 e 2015/2016. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos testados constaram de dois híbridos, AG 9045 e AG 9045 PRO expressando a proteína *Cry1A.105/Cry2Ab2*. O plantio na safra 2014/2015 foi realizado em 29/11/2014 e a emergência foi em 08/12/2014 e na safra 2015/2016 o plantio foi em 11/12/2015 com emergência em 18/12/2015. As parcelas consistiram de 6 linhas com 5 m, com espaçamento de 70 cm. Foram avaliadas semanalmente as plantas quanto à presença de danos de *Spodoptera frugiperda*.

Para análise estatística, os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; a homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, os dados foram transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$, submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). A comparação da porcentagem de plantas atacadas para os dois híbridos foi feita através do teste Tukey a 5% de probabilidade de erro (Cruz, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a ocorrência de *Spodoptera frugiperda* nas duas safras avaliadas nos híbridos convencional e transgênico expressando a proteína *Cry1A.105/Cry2Ab2* (Figuras 1 e 2).

A safra 2014/2015 foi caracterizada por um período de média precipitação e temperaturas médias consideradas elevadas para o período de inverno (Figura 3), fator que pode ter favorecido a maior ocorrência de *S. frugiperda* em relação à safra 2015/2016. Embora se tenha observado diferença significativa em alguns períodos de avaliação, a porcentagem média de plantas atacadas foi elevada, mesmo com a utilização de híbrido expressando proteínas *Bt*, evidenciando a alta pressão de lagartas na área.

No período de inverno que antecedeu a safra 2015/2016, foi observada elevada precipitação (Figura 3), permanecendo o solo encharcado por longo período, o que pode ter ocasionado em redução da população de *S. frugiperda* durante o período de safra (Figura 2). De acordo com Cruz (1999), a presença de chuvas reduz a população da lagarta na cultura do milho e, corroborando com os resultados de Brunini (1997), onde as condições climáticas favoráveis à incidência dessa praga são o baixo índice pluvial. Lima Jr. et al. (2012) relataram que as infestações da lagarta-do-cartucho em milho de sequeiro podem provocar maiores prejuízos que em áreas irrigadas.

De acordo com Waquil & Mendes (2013) é importante salientar que os eventos *Bt* comportam-se de forma distinta, onde condições de estresse, como seca ou excesso de chuva, podem alterar a expressão da proteína na planta e, aliado a este fato, a suscetibilidade natural de populações dessa praga à toxina *Bt* é variável. Dados preliminares, dos referidos autores, mostram que existe diferença na suscetibilidade de populações de *S. frugiperda*, coletadas em diferentes regiões produtoras de milho no país, às proteínas *Bt* expressas nos materiais comerciais disponíveis. Assim, são necessários dados constantes de monitoramento da suscetibilidade de populações nas regiões que produzem milho no Brasil.

Estudos conduzidos por Sorgatto et al. (2010) e Waquil et al. (2013) evidenciam que o milho MON 89034 que expressa as proteínas inseticidas *Cry1A.105* e *Cry2Ab2* é altamente eficiente no controle de *S. frugiperda*.

Nas duas safras de condução do experimento, o híbrido expressando as proteínas *Cry1A.105/Cry2Ab2* foi menos atacado, no entanto, devido a pressão da praga no ambiente terras

baixas, que é considerada alta (Afonso-Rosa et al., 2011) o controle químico pode se fazer necessário, pois a população da praga, independente do material utilizado, atinge o nível de dano econômico, com frequência, sendo considerada uma praga crônica no sistema de produção de grãos de terras baixas do Rio Grande do Sul.

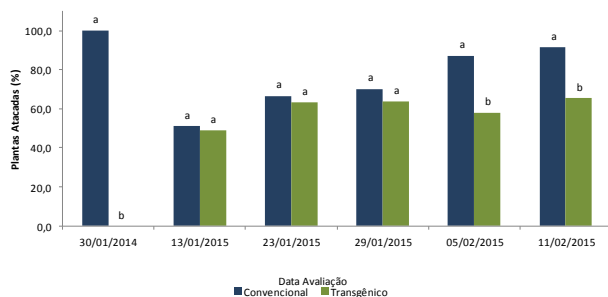


Figura 1. Porcentagem de plantas (%) de milho convencional e transgênico atacadas por *Spodoptera frugiperda*. Capão do Leão, RS, safra 2014/2015.

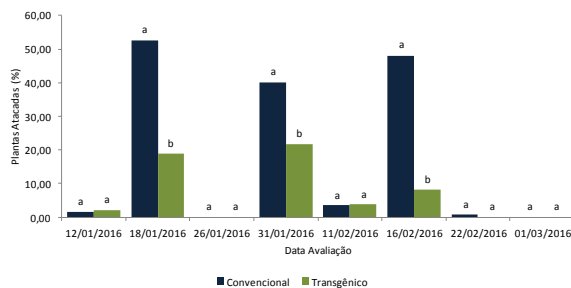


Figura 2. Porcentagem de plantas (%) de milho convencional e transgênico atacadas por *Spodoptera frugiperda*. Capão do Leão, RS, safra 2015/2016.

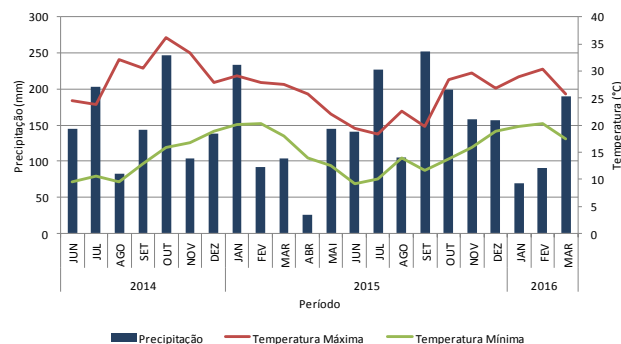


Figura 3. Precipitação (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) para o período de cultivo de milho nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Capão do Leão, RS. Fonte: AGROMET, 2016.

CONCLUSÃO

O milho expressando a proteína *Cry1A105/Cry2Ab2* é mais eficiente no controle de *S. frugiperda* em terras baixas do que o mesmo material sem a expressão da proteína *Bt*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa pelo aporte de recursos e estrutura física para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

AFONSO-ROSA, A. P. S.; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Embrapa Clima Temperado, 2012. 30p. (Embrapa Clima Temperado. **Documentos**, 344).

BRUNINI, O. Manejo agrometeorológico de pragas na cultura do milho visando à aplicação de agroquímicos: uma análise preliminar. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5, 1997, Assis. Anais... Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.7-11.

CRUZ, C. D. Programa Genes – Aplicativo computacional em genética e estatística. www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm 2010.

CRUZ, I. Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. **Cultivar**, Pelotas, n. 1, p. 16-18, 1999.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeitos da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da

- cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 355-359, 1982.
- CTNBIO, Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos e tolerante a herbicidas, MON 89034xTC1507xNK603. In: Parecer Técnico n.º 2753/2010. Disponível em: <<https://ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15833.html>>. Acesso em: 25 Mai. 2016
- HUANG, F.; QURESHI, J. A.; MEAGHER Jr., R. L.; HEAD, G. H.; ANDOW, D. A.; NI, X.; KERNS, D.; BUNTIN, G. D.; NIU, Y.; YANG, F.; DANGAL, V. Cry1F resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*; single gene versus pyramided Bt maize. **PLoS ONE**, Berkeley, v.9, n.11, p.e112958, 2014.
- LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot; Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v. 19, n. 6, p.105-113, 1953.
- LIMA Jr., I. S.; DEGRANDE, P. E.; MELO, E. P.; BERTONCELLO, T. F.; SUEKANE, R. Infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho nas condições de sequeiro e irrigado. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.15, p.14-19, 2012.
- MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas: relevância da implantação de estratégias proativas de manejo da resistência. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Uberlândia, v. 34, p. 67-77, 2005.
- MARUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; ARAÚJO, B. H.; MOREIRA, S. G. Levantamento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando armadilha de feromônio em área comercial de milho Bt. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Goiânia. **Anais.....** Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 490-494, 2010.
- PINTO, A. de S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto, 2004. 108 p.
- SHELTON, A. M.; ZHAO, J. Z.; ROUSH, R. T. Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of *Bt* transgenic plants. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 47, p. 845-881, 2002.
- SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em genótipos de milho**. 2002. 93 p. Dissertação (Mestrado em entomologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- SORGATTO, R. J.; BERNARDI, O.; MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Milho Bt (MON 89034) no controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). In: 18º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 2010, Piracicaba. 18º Simpósio Internacional de Iniciação Científica DA USP, 2010.
- WAQUIL, J. M.; MENDES, S. M. **Evolução do Milho Bt no Brasil: potenciais problemas e superação**. **Boletim Grão em Grão**. Disponível em: <<http://grao.cnpmc.embrapa.br/artigo.php?ed=MTY=&id=MTU=>> Acesso em: 25 Mai. 2016.
- WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 49, p. 22-26, 2003.
- WAQUIL, J. M.; DOURADO, P. M.¹; CARVALHO, R. A. de; OLIVEIRA, W. S.¹; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; MARTINELLI, S. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento Bt piramidado Cry1A.105 e Cry2Ab2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1529-1537, 2013.



Dispersão de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) Em Milho Em Terras Baixas

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa⁽¹⁾; José Alexandre Freitas Barrigossi⁽²⁾; Fábio König da Silva⁽³⁾; Fabício Oliveira Fernandes⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS; ana.afonso@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Arroz e Feijão; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de Pelotas; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de Pelotas.

RESUMO: *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) é a praga mais importante do milho no Brasil. No Rio Grande do Sul, em ambientes de terras baixas, o pico populacional de lagartas frequentemente ultrapassa o nível de controle. O conhecimento da distribuição e forma de ocupação da praga na lavoura é importante para aprimorar as amostragens em seu manejo. O objetivo deste trabalho foi conhecer distribuição espacial de larvas e injúria da *S. frugiperda* em lavouras de milho. O estudo foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado localizada no município do Capão do Leão. Foi utilizada uma área de milho de 1 ha da cultivar BG 7060 implantada em camalhões de base larga de 10 x 100 m. As plantas encontravam-se no estágio V4-V6. A grade de amostragem foi estabelecida quadriculando-se os campos com 150 pontos de amostragem. A unidade experimental foi de 5 plantas onde foi avaliada a presença de lagartas, sinais de alimentação e dano no cartucho. O software utilizado para a elaboração de mapas de superfície e investigar a variabilidade espacial e temporal da ocupação da área pela praga foi o Surfer Versão 6.01. Os sinais de alimentação foram evidentes em toda área, mas com maior intensidade nas áreas periféricas. A porcentagem de plantas atacadas foi de 28%, valor bem acima do preconizado para o controle. Embora os dados indiquem que as amostragens de lagartas devam ser realizadas em todo o campo, atenção especial deve ser dada às bordas onde as infestações são mais prováveis de iniciar.

Termos de indexação: amostragem, praga, distribuição espacial.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais tradicionais no Brasil, pois pode ser cultivado em

diferentes condições de clima e de solo e, portanto, em todas as regiões do País, sendo explorado tanto em pequenas propriedades para subsistência, utilizando baixa tecnologia, bem como em propriedades onde se emprega alta tecnologia para suprir as indústrias (MARUCCI et al., 2010; SILOTO, 2002). O Rio Grande do Sul é o responsável por 6,6% dessa produção, apresentando importância socioeconômica, em termos de renda e emprego, contribuindo para a economia estadual sob a forma de produto consumido *in natura* pelo homem e animais, ração para aves, suínos e bovinos, e nas indústrias de transformação, para obtenção de centenas de produtos derivados (REUNIÃO, 2013).

No entanto, as pragas constituem-se em elemento relevante, pois atacam a cultura desde a semeadura até a colheita, causando danos nas raízes, colmos, folhas e espigas com isso prejudicando seu desenvolvimento e conseqüentemente diminuindo a produção. A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a mais voraz, pois atinge o nível de dano econômico com frequência, atacando as plantas tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva (AFONSO-ROSA; BARCELOS, 2012). Estima-se que a lagarta do cartucho seja responsável por mais de 25% dos prejuízos e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando no prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL; VILELLA, 2003).

A importância de *S. frugiperda* deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de controle, tornando-se cada vez mais necessário o conhecimento de parâmetros bioecológicos. Desta forma, este trabalho tem como objetivo estudar a dispersão espacial e injúrias de *S. frugiperda* em área de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da dispersão espacial de *Spodoptera frugiperda* foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado localizada no município do Capão do Leão na safra de 2013/2014. Foi utilizada uma área de milho de 1 ha da cultivar BG 7060 implantada em camalhões de base larga de 10 x 100 m. As plantas encontravam-se no estágio V4-V6. As coordenadas geográficas dos vértices foram obtidas com aparelho GPS de navegação e exportadas para computador. A grade de amostragem foi estabelecida quadriculando-se os campos com 150 pontos de amostragem. A unidade experimental foi de 5 plantas onde foi avaliada a presença de lagartas pequenas (< 1,5 cm), lagartas grandes (> 1,5 cm), sinais de alimentação e cartucho danificado por *S. frugiperda*.

O software utilizado foi o Surfer Versão 6.01 (Golden Software, 1995) para elaboração de mapa de superfície e tridimensional para investigação das tendências nos valores de uma para outra parte do campo e verificação da variabilidade espacial e temporal da ocupação da área pela praga.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da elaboração dos mapas (Figuras 1 e 2) observou-se que lagartas pequenas, grandes, sinais de alimentação e cartucho danificado ocorreram em toda área de cultivo de milho. A concentração de lagartas pequenas foi maior na periferia da área, indicando que mariposas migram de outras áreas e realizam posturas nas plantas próximas a bordadura (Figuras 1A e 2A). De acordo com Melo et al. (2014) lagartas de tamanho médio tendem a agregação. A presença mais concentrada de lagartas grandes na periferia da área indica que as infestações se iniciam nas bordas dos campos e que lagartas maiores podem também migrar de áreas adjacentes, assim como os adultos (Figuras 1B e 2B). De acordo com Fernandes; Vilarinho (2008) fêmeas de *S. frugiperda* fertilizadas se movimentam e ovipositam por pelo menos 608 metros em todas as direções e a maioria dos adultos permanece no interior da área de milho.

Os sinais de alimentação foram evidentes em toda área (Figuras 1C e 2C), com maior intensidade nas áreas periféricas, decorrentes da alimentação de lagartas maiores, que podem consumir em média 17,1 cm² de folhas de milho (BUSATO et al., 2004), da mesma forma o maior número de cartuchos danificados foi observado na

periferia da área, decorrente do estabelecimento de lagartas maiores no interior do cartucho (Figuras 1D e 2D).

A porcentagem de plantas atacadas foi de 28%, acima do nível de dano preconizado para a cultura que é de 10%, sendo que, 66,7% dos cartuchos danificados tinham presença de lagartas pequenas e 68,6% continham lagartas grandes (Figura 3), evidenciando que em uma mesma planta estão presentes lagartas de vários instares.

A distribuição espacial tanto dos insetos como dos danos nas plantas tende a aleatoriedade, devido a grande quantidade de insetos presentes na área. O ambiente de terras baixas é caracterizado pela abundância de alimentos favoráveis ao desenvolvimento da praga, faz com que a pressão da praga seja maior do que em vários locais. À medida que se inicia a amostragem observa-se uma distribuição agregada de lagartas grandes oriundas de cultivos adjacentes, evidenciando a ponte verde. No entanto, são observados sintomas de alimentação em toda a área amostrada. Resultados semelhantes foram obtidos por Melo et al. (2006) com observações de distribuição aleatória a medida que aumenta a população da praga.

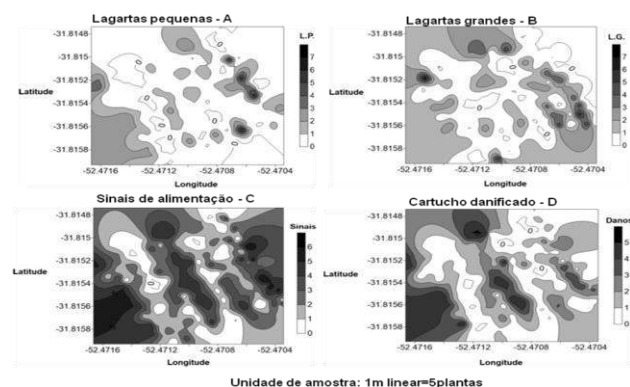


Figura 1. Mapa de superfície indicando a distribuição espacial de lagartas e de injúrias de *Spodoptera frugiperda* em milho BG 7060. Capão do Leão, RS, safra 2013/2014.

Os padrões de dispersão de insetos nas lavouras são muito associados à disponibilidade de alimento. Em lavouras extensas de milho, não é de se esperar que ocorra grande variação na distribuição espacial das lagartas porque as diferenças na qualidade do hospedeiro são pequenas. Contudo, mesmo em campos aparentemente uniformes, alguma heterogeneidade é esperada. Variações na densidade e na fenologia das plantas, por exemplo, são suficientes para interferir na preferência de

oviposição ou de alimentação dos insetos.

Resultados destas análises são úteis para o desenvolvimento de planos de amostragem para *S. frugiperda* em lavouras de milho. Embora os dados indiquem que as amostragens de lagartas devam ser realizadas em todo o campo, atenção especial deve ser dada às bordas onde as infestações são mais prováveis de iniciar. Maiores injúrias nestas áreas são mais prováveis de ocorrer. Como os mapas das distribuições de lagartas e de plantas com injúrias mostram que ambos podem ocorrer em toda a lavoura, os pontos de amostragem podem ser escolhidos ao acaso.

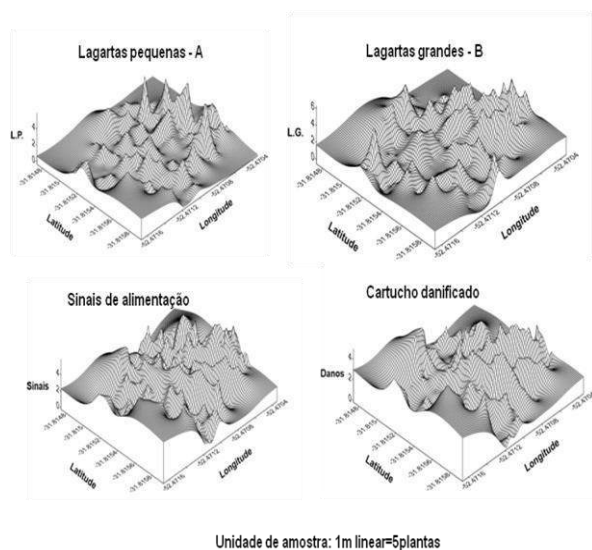


Figura 2. Mapa tridimensional indicando a distribuição espacial de lagartas e de injúrias de *Spodoptera frugiperda* em milho BG 7060. Capão do Leão, RS, safra 2013/2014.

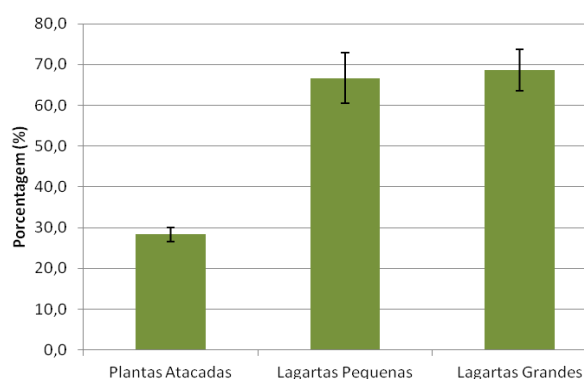


Figura 3. Porcentagem de plantas atacadas, lagartas grandes e lagartas pequenas de *Spodoptera frugiperda* em milho BG 7060. Capão do Leão, RS, safra 2013/2014.

CONCLUSÃO

A distribuição de lagartas e injúrias causadas por *Spodoptera frugiperda* é aleatória em milho cultivado em terras baixas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao fundo Embrapa/Monsanto pelo aporte de recursos.

REFERÊNCIAS

AFONSO-ROSA, A. P. S.; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2012. p. 9-10. (Documentos, 344).

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; STEFANELLO Jr., G. J.; ZOTTI, M. J. Preferência para alimentação de biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por milho, sorgo, arroz e capim-arroz. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.10, p. 215-218, 2004.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Neotropical Entomology, v. 32, p. 107-115, 2003.

FERNANDES, O. A.; VILARINHO, E. C. Dispersão de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em campos de milho. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/dispersao-de-spodoptera-frugiperda-em-campos-de-milho.pdf/1b7268e3-68b8-41c5-9dcb-1b1c11e1cb37> Acesso em 24 de maio de 2016.

MARUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; ARAÚJO, B. H.; MOREIRA, S. G. Levantamento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando armadilha de feromônio em área comercial de milho Bt. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Goiânia. Anais..... Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 490-494, 2010.

MELO, E. P.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho Neotropical Entomology, Londrina, v.35, n.5, p. 689-697, 2006.

MELO, E. P.; DEGRANDE, P. E.; LIMA JUNIOR, I. S.; SUEKANE, R.; CÁSSIO KODAMA, C.; FERNANDES, M. G. Disposição espacial e injúrias da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)



(Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Revista Ceres, Viçosa, v.61, n.3, p. 343-349, 2014.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58^a; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 41^a, 2013, Pelotas, RS. Indicações técnicas para o cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul, Safras: 2013/2014, 2014/2015. Pelotas – Embrapa Clima Temperado, 2013, 125p.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. Revista Cultivar, Pelotas, v. 49, p. 22-26, 2003.



Diversidade da entomofauna em milho consorciado com sorgo e crotalária em diferentes arranjos

Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro⁽¹⁾; Simone Martins Mendes⁽²⁾; Walter José Rodrigues Matrangolo⁽²⁾; Mônica Matoso Campanha⁽²⁾; Paola da Conceição Campos Malta⁽³⁾; João Paulo Dale Costa e Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; paulo.eduardo@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador(a); Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Os plantios diversificados apresentam, dentre outras vantagens, o aumento da diversidade da entomofauna benéfica. A presença de espécies que atuam como agente de controle biológico é desejável, para aumentar a sustentabilidade desses sistemas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade da entomofauna no milho em diferentes arranjos de consórcio com *Sorghum sudanense* e *Crotalaria spectabilis*, comparados ao monocultivo de milho. Plantas inteiras de milho entre os estádios V6 e V7 foram coletadas pelo método do saco plástico e levadas ao laboratório para identificação. Os tratamentos não apresentaram diferença na quantidade total de indivíduos, no número de espécies encontradas no milho e no índice de diversidade. Dentre as espécies com maior número de indivíduos coletados, destaca-se o *Doru luteipes*, predador conhecido como tesourinha. Nos plantios consorciados com crotalária, foi possível verificar efeito do arranjo espacial de plantas sobre o número médio de indivíduos de *D. luteipes* por planta de milho. Enquanto no arranjo em que a crotalária é plantada no perímetro da parcela de milho essa média foi 0,90, com o plantio intercalado de crotalária entre as linhas de milho foram encontrados 1,65 indivíduos de *D. luteipes* por planta de milho em média. Assim, a utilização de plantas como a *C. spectabilis* intercaladas nos plantios de milho demonstra um potencial para auxiliar no controle biológico de pragas.

Termos de indexação: controle biológico, *Doru luteipes*, push-pull

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção, a comunicação química entre plantas e insetos assume um papel fundamental no estabelecimento do equilíbrio do agroecossistema e, conseqüentemente, sobre a dinâmica da população de pragas e de agentes de controle biológico. Nos monocultivos, sob o ponto

de vista químico, os compostos orgânicos voláteis (COV) emitidos pelas plantas formam uma verdadeira “nuvem invisível” e homogênea de semioquímicos sobre a lavoura, em função da grande densidade de plantas de uma mesma espécie e de mesma genética. Esses COV são capazes de atrair um considerável número de pragas à procura de alimento, provenientes de outras lavouras e de plantas hospedeiras encontradas nas imediações da lavoura (UKEH et al., 2012). Somado a isso, a simplificação dos sistemas ao longo da evolução da agricultura, baseada na monocultura, é tida como uma das responsáveis por vários problemas de degradação ambiental como erosão, empobrecimento do solo, contaminação de mananciais e surgimento de resistência de pragas (PEIXOTO, 2005).

Por outro lado, sistemas de produção que utilizam espécies vegetais diversificadas em uma mesma área, como consórcios de culturas e sistemas integrados, geralmente estabelecem um melhor controle na população de pragas (FINCH; COLLIER, 2012), seja pelo confundimento das pragas pela maior variedade de COV, seja pela presença de uma maior diversidade e quantidade de agentes de controle biológico atraídos por esses compostos (BRAASCH et al., 2012; PAULA et al., 2009). Plantios diversificados são muito comuns em propriedades que adotam sistemas agroecológicos ou de produção orgânica e trazem outros benefícios como maior fixação de nitrogênio no caso de consórcio com leguminosas, maior retenção da umidade e de nutrientes no solo (EMBRAPA, 2012), redução na ocorrência de plantas daninhas (PDC, 2012) produção de silagem para uso interno na propriedade e maior formação de palhada para plantio direto. Os benefícios atribuídos aos consórcios possuem, frequentemente, certo grau de empirismo e, dessa forma, acaba-se por não aproveitar todo seu potencial (PEIXOTO, 2005).

O objetivo desse trabalho foi avaliar como a diversidade da entomofauna em plantas de milho é

alterada quando se utiliza sorgo e crotalária consorciados a ele em diferentes arranjos espaciais, em comparação ao monocultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Área Orgânica da fazenda experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas/MG, Lat/Y 7849351 Long/X 587426 no mês de fevereiro. Cada parcela experimental foi constituída por seis linhas de cinco metros de comprimento do cultivar de milho BRS 106 (variedade), no espaçamento de 1,0 m entre linhas e densidade de 50.000 plantas ha⁻¹. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamento e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais.

Os tratamentos avaliados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Plantios de milho em diferentes arranjos espaciais com sorgo e crotalária.

TRAT	MILHO ^a	SORGO ^b	CROTALÁRIA
1	X	X	X ^c
2	X	X	
3	X		X ^c
4	X		
5	X		X ^d

^a seis linhas de cinco metros de comprimento da cultivar de milho BRS 106 (variedade), no espaçamento de 1,0 m entre linhas e densidade de 50.000 plantas ha⁻¹

^b em todo o perímetro da parcela de milho, foram plantadas três linhas de *Sorghum sudanense*, CMS S023, com 50 cm de espaçamento entre linhas, com uma margem (corredor) de 1 m entre a linha mais interna de sorgo e as do milho;

^c entre as linhas de milho, foram intercaladas cinco linhas de *Crotalaria spectabilis*.

^d em todo o perímetro da parcela de milho, foram plantadas três linhas de *Crotalaria spectabilis*, com 50 cm de espaçamento entre linhas, com uma margem (corredor) de 1 m entre a linha mais interna de crotalária e as do milho;

Foi respeitada uma distância de doze metros entre cada parcela, para evitar possíveis interferências dos COV emitidos pelas plantas de cada tratamento. A semeadura do sorgo e da crotalária ocorreu trinta dias antes do plantio do milho, visando o estabelecimento dessas plantas com massa verde suficiente para influenciar a população pela entomofauna a ser encontrada no milho. O controle de outras plantas espontâneas foi feito por capina manual.

Quando as plantas de milho estavam no estágio entre V6 e V7, foram realizadas coletas de insetos pelo método do saco de plástico (WAQUIL et al., 1986). De cada parcela, foram coletadas cinco

plantas de milho, totalizando 100 amostras, sendo todos os resultados expressos em média por planta.

Os parâmetros analisados foram número total de insetos e número de espécies coletados por planta de milho, índice de diversidade $\alpha = (S - 1)/(\text{Log}N)$, onde S é o número de espécies e N o número total de insetos coletados por planta (SILVEIRA NETO et al., 1976), número de indivíduos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Homoptera: Aphididae) e de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) por planta de milho.

As médias dos resultados obtidos foram submetidos a ANOVA, utilizando o software SISVAR versão 5.6, aplicando-se o teste de Tukey com nível de significância de 0,10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 437 insetos, de várias ordens e famílias. As espécies com maior número de indivíduos coletados foram o pulgão do milho, *R. maidis*, com 187 indivíduos, e a tesourinha, *D. luteipes*, com 120 indivíduos.

O número de insetos coletados por planta variou de 0 a 56. A média das repetições de cada tratamento variou de 2,70 a 6,86 indivíduos por planta de milho (Tabela 2). Não houve variação significativa entre os tratamentos, devido à grande variabilidade no total de insetos coletado em cada parcela-repetição. Da mesma forma, o número de espécies identificadas em cada tratamento e o número de indivíduos de *R. maidis* por planta não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Entretanto, a análise de variância revelou diferença significativa entre os tratamentos no que se refere à média de indivíduos de *D. luteipes* entre os Tratamentos 3 e 5. Conhecido popularmente como tesourinha, esse inseto é um importante predador das principais pragas do milho (GUERREIRO et al., 2003). A média entre os tratamentos variou de 0,90 a 1,65 indivíduos por planta, valores equiparáveis aos encontrados por Cruz & Oliveira (1997) na mesma região. Conforme apresentado na Tabela 2, o número médio de indivíduos de *D. luteipes* encontrado no Tratamento 3, milho intercalado com crotalária, foi significativamente maior do que a média encontrada no Tratamento 5, milho com crotalária no perímetro. Assim, pode-se afirmar que o arranjo espacial da crotalária na parcela influenciou na quantidade de tesourinhas encontradas nas plantas de milho, com o aumento de 83% na presença de tesourinhas quando a crotalária foi plantada entre as linhas do milho. A presença da crotalária plantada nas entrelinhas do milho, pode ter proporcionado

condições favoráveis para a permanência desse predador nas plantas de milho, seja pela criação de microclima adequado ao seu estabelecimento, seja pela atração por COV, ou mesmo influenciado pela presença de outros insetos na crotalária que também poderiam servir de alimento para as tesourinhas. Pasini *et al.* (2010) demonstraram a dificuldade de desenvolvimento de tesourinhas em laboratório em temperaturas maiores que 25 °C. Portanto, as temperaturas mais amenas próximas ao solo, geralmente proporcionadas pelos plantios consorciados, pode ser um dos fatores que explica os dados observados.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos no número total de indivíduos coletados por planta de milho (Tabela 2).

Além das tesourinhas, outros predadores identificados nos tratamentos foram *Orius spp*, percevejos, joaninhas e aranhas não identificados por espécie.

O índice de diversidade entre dos diferentes arranjos de consórcio variou entre 1,14 a 1,78, porém sem diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2), demonstrando que os plantios em consórcio não necessariamente aumentam a diversidade da entomofauna em um agroecossistema. A dinâmica dos insetos em sofre diversas interferências do ambiente, sendo importante a continuidade das pesquisas em diferentes safras e condições. As decisões sobre uso de plantas em consórcio devem considerar, ainda, os vários benefícios dos plantios consorciados, mencionados na introdução desse trabalho.

Os sistemas diversificados, de uso cada vez mais frequente, exigem estudos intensos e são fundamentais no Brasil, considerando nossa incomparável diversidade geográfica e biológica.

CONCLUSÕES

Os diferentes arranjos espaciais utilizando sorgo e/ou crotalária consorciados com o milho não alteraram significativamente o número de insetos, o número de espécies e o índice de diversidade da entomofauna encontrada nas plantas de milho nos diferentes arranjos espaciais de consórcio.

Nos plantios contendo milho e *Crotalaria spectabilis*, houve diferença significativa no número médio de indivíduos de *Doru luteipes* encontrados em plantas de milho com um aumento de 83% no plantio com crotalária intercalada ao milho, quando comparada ao plantio com crotalária no perímetro da parcela, demonstrando o potencial do uso dessa planta no auxílio ao controle de pragas na cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, ao CNPq – Projeto CVT/Guayi e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BRAASCH, J.; WIMP, G.M.; KAPLAN, I. Testing for Phytochemical Synergism: Arthropod Community Responses to Induced Plant Volatile Blends Across Crops. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, n. 10, p. 1264-1275, 2012.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, A. C. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* SCUDDER em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n. A, p. 363-368, 1997.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Jornal Eletrônico do ILPF, Ano 03 - Edição 10 - Novembro e Dezembro de 2012, Consórcio de milho com braquiária pode elevar a produtividade em até 10%. Disponível em <<http://boletimilpf.cnpms.embrapa.br/noticia.php?ed=MTA=&id=Mzc=>>>. Acesso em 06 dezembro de 2012.
- FINCH, S.; COLLIER, R.H. The influence of host and non-host companion plants on the behaviour of pest insects in field crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 142, p. 87–96, 2012.
- GUERREIRO, J. C.; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, A. C. Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, n. 70, p. 46-49, 2003.
- PASINI, A.; PARRA, J. R. P.; NAVA, D. E.; BUTNARIU, A. R. Exigências térmicas de *Doru lineare* Eschs. e *Doru luteipes* Scudder em laboratório. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1562-1568, 2010.
- PAULA, C. S.; LEÃO, M. L.; FERREIRA, T. E.; SILVA, I. F.; CRUZ, I.; CASTRO, A. L. G.; MENEZES, A. P. J. Flutuação Populacional de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:Noctuidae) em Milho Solteiro e Consorciado

com Feijão no Sistema Orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3005-3008, 2009.

PDC – Porta Dia de Campo, Diversificação do ambiente reduz infestação de plantas daninhas. Disponível em <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/New_sletter.asp?data=06/10/2012&id=27216&secao=Agrotema_s>. Acesso em 08 de outubro de 2012.

PEIXOTO, R. T. G. Cenários, posições e ações brasileiras na pesquisa federal em agricultura orgânica. In: ARAÚJO, J. B. S.; FONSECA, M. F. A. C (org). **Agroecologia e Agricultura Orgânica: cenários, atores, limites e desafios**. Campinas: CONSEPA, 2005, p. 189-214.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A.; **Manual de Ecologia dos Insetos**, Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1976, p. 342-345.

UKEH, D. A., WOODCOCK, C. M.; PICKETT, J. A.; BIRKETT, M. A. Identification of Host Kairomones from Maize, *Zea mays*, for the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, n. 11, p. 1402-1409, 2012.

WAQUIL, J.M.; TEETES, J. L.; PETERSON, G. C. 1986. Adult sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) nonpreference for a resistant hybrid sorghum. **Journal of Economic Entomology**. n. 79, p. 455-458, 1986.

Tabela 2 – Avaliação da entomofauna coletada em milho entre os estádios V6 e V7 sob diferentes arranjos de consórcio com sorgo e crotalária em Sete Lagoas.

Tratamento	Parâmetro ^{1a}				
	Nº médio de espécimes por planta	Nº médio de espécies por planta	Índice de diversidade	Nº médio de indivíduos de <i>Rhopalosiphum maidis</i> por planta	Nº médio de indivíduos de <i>Doru luteipes</i> por planta
1 – Sorgo no perímetro e crotalária na entrelinha	5,40 a	1,75 a	1,77 a	2,60 a	1,20 ab
2 – Sorgo no perímetro	4,10 a	2,05 a	1,78 a	1,20 a	1,10 ab
3 – Crotalária na entrelinha	2,80 a	1,55 a	1,44 a	0,25 a	1,65 b
4 – Milho solteiro	2,70 a	1,95 a	1,65 a	0,30 a	1,15 ab
5 – Crotalária no perímetro	6,85 a	1,45 a	1,14 a	5,00 a	0,90 a

^{1a} Letras diferentes nas colunas indicam médias diferentes com significância de 10%.

Diversidade de himenópteros parasitoides em milho consorciado com feijão no semiárido do Sudoeste da Bahia em três épocas.

Tânia Gonçalves Barbosa⁽¹⁾; Raquel Perez-Maluf⁽²⁾; Polyana Rocha Santos⁽³⁾; Neuma Gonçalves Barbosa de Lima⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor(a) substituto(a) auxiliar da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-Ba, tania_uesb@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor(a) titular da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia; ⁽³⁾ Professor(a) Bióloga da Escola Municipal Roberto Martins Magno - Mata Verde/MG; ⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia

RESUMO: O cultivo de milho na região do semiárido do sudoeste da Bahia tem como principal limitância as pragas chaves. O presente trabalho tem como objetivo realizar levantamento de parasitoides em cultivos de milho (AG1051) consorciado com feijão no semiárido do Sudoeste da Bahia. O levantamento de parasitoides foi realizado por meio de armadilhas Möerick e as famílias de himenópteros parasitoides encontradas foram identificadas por meio da chave de Goulet e Hubert (1993). Foram determinados os índices faunísticos frequência relativa e constância, conforme metodologia de BODENHEIMER, bem como os índices de diversidade Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade (J') com o programa estatístico Past versão 3.11. As famílias de importância (Scelionidae, Braconidae, Ichneumonidae e Eulophidae) foram constantes, exceto Eulophidae que foi acidental. A época de safra favoreceu a frequência das famílias especialmente Scelionidae. Conclui-se que o levantamento de parasitoides subsidia informação concernentes a presença de famílias de importância para o controle da lagarta do cartucho podendo ser incrementada no manejo integrado de pragas.

Termos de indexação: Scelionidae, Ichneumonidae, Braconidae e Eulophidae.

INTRODUÇÃO

O controle da lagarta do cartucho é realizado por meio de produtos fitossanitários, que do ponto de vista biológico, apresenta como principal desvantagem a eliminação de insetos benéficos à cultura como parasitoides e predadores, além de permitir a contaminação ambiental e humana (Loguercio, 2002). Parasitoides himenópteros tem estratégias de parasitismo que os tornam eficazes no controle de pragas chaves, pois parasitam nas fases de ovo, como por exemplo, *Telenomus remus* Riley, 1879 (Scelionidae) (Ferrer, 2001), larva *Chelonus insularis* Cresson, 1965 (Braconidae) (Cruz, 2007), pupa *Diapetimorpha introita* Cresson, (Ichneumonidae) (Pair e Gross, 1989) e adultos de braconidae (Sharkey, 1993), isto fazem com que os parasitoides da ordem Hymenoptera sejam relevantes nos programas de manejo integrado de pragas, para tanto a utilização desses inimigos naturais, no semiárido do Sudoeste da Bahia é uma alternativa que pode ser incorporada dentro das técnicas de manejo integrado de pragas, já que a maioria dos cultivos de milho são realizados por pequenos agricultores que destinam o produto para a comercialização da espiga verde ou subprodutos para consumo humano.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de parasitoides em cultivo de milho consorciado com feijão no semiárido do Sudoeste da Bahia, destacando as principais famílias de relevância para o controle da lagarta do cartucho quanto a flutuação em três épocas, safrinha, entressafra e safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de abril de 2013 a março de 2014 no semiárido do Sudoeste da Bahia cuja coordenada é de 14°59'21"S; 40°46'18.9"W. A área de cultivo foi de 1ha preparada sob sistema convencional. O milho cultivar AG1051 foi semeado concomitantemente com o feijão (*Phaseolus vulgaris*) na área, de forma rotativa, ou seja após concluir o ciclo do milho, outra gleba de 1ha distante 5m da anterior era submetida ao novo consórcio. Não houve aplicação de produtos fitossanitários, e o controle de plantas companheiras foi realizado nos primeiros quinze dias, da semeadura, somente.

O período do experimento contemplou três épocas de semeadura, a saber 01/04/2013 a 30/06/2013 (safrinha); 02/08/2013 a 30/11/2013 (entressafra) e 01/12/2013 a 30/03/2014 (safra).

Tratamentos e amostragens

Para amostragem de parasitoides, foram realizadas coletas mensais com armadilhas do tipo Moerick, em uma densidade de 10 armadilhas por hectare, duas em cada ponto, ao acaso. As armadilhas foram preparadas utilizando recipientes de coloração amarela cuja discriminação era de 18cm de diâmetro por 4cm de profundidade, contendo solução alcoólica a 70% e 3 gotas de

detergente e alocadas entre as plantas de milho, em estaca de madeira, presas por fio rígido a uma altura de 0,80m do solo, durante 48 horas. Após este período o material foi conduzido ao Laboratório de Biodiversidade do semiárido (Labisa), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para triagem. A triagem foi feita em nível de família de himenópteros com auxílio de chaves de identificação de GOULET e HUBERT (1993).

Delimitação e análise estatística

Foram determinadas a frequência relativa e a constância conforme metodologia de BODENHEIMER, apresentada por Silveira Neto et al. (1976), foram estimados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade (J'), com o programa estatístico Past versão 3.11 (HAMMER et al., 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 316 himenópteros parasitoides, das quais quatro são de importância para o controle biológico de pragas do milho, em especial a lagarta do cartucho, e pragas do feijoeiro, como Scelionidae, Ichneumonidae, Braconidae e Eulophidae. Estas famílias em destaque foram constantes em todo o período avaliado, exceto Eulophidae, que foi acidental (Tabela 1).

Tabela 1. Famílias de himenópteros em milho (AG1051) consorciado com feijão no semiárido do Sudoeste da Bahia de Abril de 2013 a março de 2014.

Família	Quant	Freq.	C
Encyrtidae	114	0,3608	W
Scelionidae	32	0,1013	W
Figitidae	31	0,0981	W
Ichneumonidae	23	0,0728	W
Diapriidae	22	0,0696	Y
Platygasteridae	22	0,0696	Y
Braconidae	21	0,0665	W
Bethylidae	13	0,0411	Y
Eupelmidae	10	0,0316	Y
Ceraphronidae	08	0,0253	Y
Eulophidae	04	0,0127	Y
Evaniidae	04	0,0127	Y
Mymaridae	04	0,0127	Y
Pteromalidae	03	0,0095	Z
Chalcididae	02	0,0063	Z
Tanaostigmatidae	02	0,0063	Z
Perilampidae	01	0,0032	Z
Total	316		
H'	2,19		
J'	0,77		

Freq. (frequência); C (constância); W (constante); Y (acessória); Z (acidental) H' Índice de Shannon-Wiener; J' Equitabilidade

A família Eulophidae por se tratar de uma família voltada para o controle de moscas minadoras do feijoeiro e neste consórcio o feijoeiro é uma cultura secundária, o fato de ser acidental não compromete as práticas de controle de pragas na cultura do milho, uma vez que as famílias de

importância para o controle biológico da cultura primária, o milho, estiveram presentes na maior parte do tempo.

A diversidade estimada pelo índice de Shannon-Wiener (H') foi de 2,19 e o índice de equitabilidade de 0,77. Tal valor para o índice de diversidade revela a riqueza de 17 famílias, enquanto o índice de equitabilidade é um componente do índice de Shannon-Wiener que reflete a forma pela qual as famílias encontram-se distribuídas entre as diferentes famílias presentes. Observa-se que só a família Encyrtidae compõe mais de 35% do total isso denota que as famílias não estão igualmente distribuídas, mas sim tendo a dominância da família Encyrtidae.

A flutuação mensal das famílias Scelionidae, Ichneumonidae, Braconidae e Eulophidae na safrinha, entressafra e safra, encontra-se representada na Figura 1.

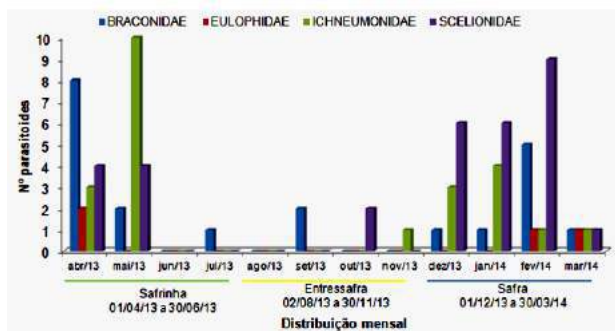


Figura 1. Flutuação de famílias de parasitoides em milho (AG1051) consorciado com feijão, de abril de 2013 a março de 2014 no semiárido do Sudoeste da Bahia.

Na safra houve maior frequência das famílias de parasitoides, especialmente a Scelionidae. Tal período corresponde ao final da primavera e início do verão, momento de melhores condições climáticas para o desenvolvimento do milho, oferecendo abundância de néctar e pólen a esses indivíduos, bem como tempo favorável para melhor desenvolvimento dos hospedeiros, aumentando a oferta de recursos alimentar e de reprodução para esses parasitoides durante seus estágios de desenvolvimento.

Scelionidae é um endoparasitoide de ovo (AUSTIN, 2005) de classificação idiobionte, e representa a estratégia mais eficaz de controle de pragas por não permitir que o hospedeiro se desenvolva provocando dano.

Na safrinha as famílias ichneumonidae e Braconidae se destacaram das demais. Estas famílias parasitam diversas ordens de hospedeiros tais como Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera, Neuroptera e Symphyta (Gauld, 2006). Ichneumonidae são ectoparasitoide e endoparasitoides, idiobiontes e coinobiontes, olígofos e polífagos, solitários e gregários, (Townes, 1972) enquanto que Braconidae parasita larva de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, ninfas de hemiptera e até adultos de coleoptera (Sharkey, 1993) e podem ser úteis no manejo integrado de pragas pela versatilidade dessas famílias.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o levantamento de parasitoides no semiárido do Sudoeste da Bahia em três épocas subsidia informação para melhor adequar as práticas de manejo integrado de pragas. É notável a época de safra por ser constantes as famílias de parasitoides como Scelionidae, Braconidae, Ichneumonidae e Eulophidae nos ciclo de desenvolvimento do milho.

AGRADECIMENTOS

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Itapetinga.

REFERÊNCIAS

AUSTIN, A.D, JOHNSON, N.F; DOWTON, M. Systematics, evolution, and biology of scelionid and platygastriid wasps. **Annual Review Entomology**.. 50:553–82, 2005

CRUZ, I. Controle Biológico de Pragas na Cultura de Milho para Produção de Conservas (Minimilho), por Meio de Parasitoides e Predadores. **Circular Técnica** (91), Sete Lagoas – MG, Agosto 2007

FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela; advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol News and Information**. v.22, n.3, p. 67-74. 2001.

GAULD, I. D. Familia Ichneumonidae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. (Ed.). Hymenoptera de la Región Neotropical. **Memoirs of the American Entomological Institute**, Gainesville, v. 77, p. 446-486, 2006.

GOULET, H. and HUBERT, J. F: **Hymenoptera of the world**. an identification guide to families. — research branch, agricultural Canada publication. Canada communication group-publishing, Ottawa. 668 Seiten. Preis: ff 412, 1993

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. E RYAN, P. D. Paleontological Statistics - PAST. 2016. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 16.02.2016.

HUBER (eds), **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Agriculture Canada. (1993)

LOGUERCIO, L.L.; CARNEIRO, N.P.; CARNEIRO, A.A. Milho Bt. **Revista Biotecnologia**. 24. Ed. Sete Lagoas, 2002. v.4, p.46-52. SHARKEY M.J: Family Braconidae, pp. 362-395 — In: GOULET H. & J.T. PAIR, S.D. & H.R. GROSS. Seasonal incidence of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupal parasitism in corn by *Diapetimorpha introita* and *Cryptus albitarsis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Journal Entomology Science**, Tifton, 24 (3): 339-343. 1989.

SHARKEY M.J: Family Braconidae, pp. 362-395 — In: GOULET H. & J.T. HUBER (eds), **Hymenoptera of the world: An identification guide to families**. Agriculture Canada. (1993)

SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN & N.A. Villa Nova. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 419p 1976.

TOWNES H. Ichneumonidae as biological control agents. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management 3**: 235-248, 1972.

Efeito da concentração de CO₂ atmosférico sobre o desenvolvimento e biologia de *Chrysoperla externa* tendo como presa ovos frescos de *Anagasta kuehniella*

Paula Camila Ribeiro⁽¹⁾; Ivan Cruz⁽²⁾; Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo⁽³⁾; Ana Carolina Maciel Redoan⁽⁴⁾; Debora Ferreira de Araújo de Albuquerque⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental; Universidade Santo Agostinho; Sete Lagoas, MG; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo. ⁽³⁾ Fiscal Agropecuário, Defesa Vegetal, Instituto Mineiro de Agropecuária; ⁽⁴⁾ Doutoranda; Universidade Federal de São Carlos; ⁽⁵⁾ Graduanda; Centro Universitário de Sete Lagoas.

RESUMO: O trabalho foi realizado com o predador *Chrysoperla externa* tendo como alimento ovos frescos da traça das farinhas, *Anagasta kuehniella* por ser um inseto tradicionalmente utilizado em criações de laboratório. O inseto foi mantido confinado durante o seu período larval na folha de milho, no interior de uma câmara de topo aberto (OTC) sob condição diferenciada de CO₂. Não houve influência da elevação da concentração de CO₂ sobre o ciclo biológico do inseto.

Termos de indexação: Mudanças climáticas; controle biológico, inimigos naturais.

INTRODUÇÃO

Sem nenhuma dúvida há um consenso generalizado de que as alterações climáticas vão afetar cada vez mais tanto as plantas como os animais e o impacto direto destas alterações tem sido documentado em todos os continentes e na maioria dos principais grupos taxonômicos (Parmesan, 2006). Como consequência das atividades humanas recentes e seus efeitos sobre o clima global, as plantas com certeza estarão sendo cultivadas em novas condições ambientais, como por exemplo, em ambientes alterados em relação aos atuais, especialmente com concentrações mais elevadas de CO₂, O₃, (especialmente a noturna) e radiação UV. É de se esperar também mudanças nos padrões de precipitação ao longo das estações (Cornelissen, 2011).

Os efeitos diretos das mudanças climáticas globais na interação inseto-planta podem ocorrer por provocar mudanças na fisiologia, comportamento e história de vida do inseto. E indiretamente pela

mudança da planta hospedeira atuando na morfologia (Barnes et al 1988, Morrison & Morecroft 2006, Lake & Wade 2009), na bioquímica (Yuan et al 2009), na fisiologia (Gifford et al 1996, Yadugiri 2010) e nos padrões de riqueza, diversidade e abundância (Thuiller et al 2005, Kazakis et al 2007). Como os insetos desempenham papéis importantes em serviços ambientais, atuando como herbívoros, polinizadores, predadores e parasitoides, qualquer fator que possa provocar mudanças em sua abundância e diversidade pode alterar os serviços que prestam (Hillstrom & Lindroth 2008).

Segundo Cornelissen (2011) a concentração de CO₂ aumentou cerca de 30% desde a época pré-industrial e o seu nível é continua a crescer por causa das atividades antrópicas. A concentração prevista de CO₂ no ano de 2100 está na faixa de 540-970 ppm em comparação com cerca de 280 ppm na era pré-industrial (Stiling et al 1999). Para Cornelissen (2011) as alterações na qualidade da planta devido ao aumento de CO₂ podem afetar padrões de herbivoria e riqueza, abundância e/ou diversidade de insetos. O aumento de CO₂ atmosférico influencia a fisiologia da planta, com consequências diretas sobre a sua produtividade e composição bioquímica. A composição química da planta por outro lado, pode influenciar positiva ou negativamente as interações tróficas (Lindroth 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Embrapa Milho e Sorgo em três repetições e três tratamentos (1, concentração natural de CO₂ na ausência de OTC/ Open-Top Chambers (Figura 1); 2, concentração natural de CO₂ dentro da OTC e 3, concentração de

500 ppm de CO₂ dentro da OTC.

A injeção de CO₂ foi controlada automaticamente até atingir a concentração de 550 ppm do gás em três câmaras, comparando-se com as condições naturais de CO₂ em mais três câmaras e condições naturais na ausência das câmaras. As câmaras possuem 1,9 m de diâmetro e 2 m de altura, equipadas com um redutor de abertura do topo para deflexionar o ar e prevenir a diluição da concentração desejada de CO₂ dentro da OTC.

As OTCs foram construídas com estrutura de tubo de ferro fosfatizado esmaltado (um cm de diâmetro e 1,2 mm de espessura de parede) e laterais de filme de polietileno transparente, espessura de 150 µm, com tratamento contra raios ultravioleta. Tubos (cinco mm de diâmetro) enterrados na profundidade de 15 cm, com a extremidade instalada no centro da parcela na altura de 50 cm do solo, irão conduzir as amostras de ar para análise.

O CO₂ puro foi injetado contra um ventilador para assegurar uma mistura adequada até a altura de 50 cm do solo. O monitoramento da concentração de CO₂ foi efetuado com o auxílio de um Analisador Infravermelho de Gás (IRGA, marca P. P. Systems, modelo WMA-4, 0 a 2000 ppm), que fornece as informações para um multiplexador de corrente (marca Campbell Scientific, modelo SDM CD16AC) que regula a abertura de válvulas para injeção de CO₂ na câmara com injeção de CO₂ (Figura 1).



Figura 1. Vista das estruturas para estudo com CO₂

Cada OTC e local sem câmara ficaram distantes um do outro a 8,0 m, para evitar contaminação entre as parcelas. Câmaras semelhantes à descrita, sem injeção de CO₂, foram utilizadas para comparações em condições de atmosfera atual. As parcelas testemunhas sem a estufa forneceram dados para verificação dos efeitos da estrutura das OTCs. O

CO₂ é injetado de forma controlada e o ambiente é monitorado por 24 horas/dia.

Foram utilizadas larvas recém-nascidas de *C. externa* provenientes da criação de laboratório. Para cada parcela experimental (9) os insetos foram distribuídos nas plantas de milho de aproximadamente 60 centímetros de altura, utilizando uma gaiola própria para manter os insetos confinados (Figura 2). Os insetos ficaram confinados na gaiola por 15 dias até próximo a emergência dos insetos adultos. A fonte de alimento foi trocada a cada dois dias. Cada repetição foi representada por 10 insetos.



Figura 1. Gaiola para confinamento do predador *Chrysoperla externa* em plantas de milho sob diferentes concentrações de CO₂.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de significância (Scott e Knott, 1974), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2007).

RESULTADOS

A exceção do período de larva do predador (mais alongado), não houve diferença significativa para o período de larva, de pupa e conseqüentemente, o período de larva a adulto (Tabela 1). Além de não

haver efeito do CO₂ sobre o ciclo do inseto, também não houve sobre a sua taxa de sobrevivência. Deve ser lembrado, porém, que o experimento foi conduzido por uma geração apenas. Entretanto, mesmo com o dobro da dose de CO₂ mantida constante por quase todo o período larval, não houve praticamente efeito sobre o inseto.

Tabela 1. Efeito da emissão do CO₂ sobre o desenvolvimento do predador *Chrysoperla externa* tendo ovos de *Anagasta kuehniella* como fonte de alimento.

Parâmetros Avaliados	Tratamentos ²		
	CO ₂ ambiente sem OTC	CO ₂ ambiente + OTC	CO ₂ ¹ + OTC
Período larval (dias)	12,0A	11,34B	11,4B
Viabilidade larval (%)	93,3A	90,0A	100A
Período pupal (dias)	11,7B	12,18A	11,98A
Viabilidade pupal (%)	100A	81,9A	93,3A
Ciclo larva-adulto (dias)	23,8A	23,5A	23,4A
Viabilidade larva-adulto (%)	93,3A	73,3A	93,3A

¹ CO₂ - 500 ppm emitidos/parcela

² Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, não diferem entre si. Scott-Knott ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

O aumento da concentração de CO₂ não afetou a fase larval do inseto benéfico, *Chrysoperla externa* quando mantido em folhas de milho alimentando-se de ovos de *Anagasta kuehniella*

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

REFERÊNCIAS

CORNELISSEN, T. Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. **Neotropical Entomology**, v.40, n.2, p.155-163, 2011.

BARNES, P. W.; JORDAN, P.W.; GOLD, W. G.; FLINT, S. D.; CALDWELL, M. M. Competition, morphology, and canopy structure in wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild

oat (*Avena fatua* L.) exposed to enhanced ultraviolet-B radiation. **Functional Ecology**, v. 2, p. 319-330, 1988.

FERREIRA, D. F. SISVAR: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software. Paris, v.26, n.1, p.445-451.

GIFFORD, R. M.; BARRETT, D. J.; LUTZE, F. L.; SAMARAKOON, A. B. Agriculture and global change: scaling direct carbon dioxide impacts and feedbacks through time, p. 229-259. In WALKER, B.; STEFFEN, W. (eds). **Global change and terrestrial ecosystems**. Cambridge, Cambridge University Press, 637p.1996.

HILLSTROM, M. L.; LINDROTH, R. L. Elevated atmospheric carbon dioxide and ozone alter forest insect abundance and community composition. **Insect Conservation and Diversity**, v.1, p. 233-241, 2008.

LAKE J. A.; WADE, N. Plant-pathogen interactions and elevated CO₂: morphological changes in favor of pathogens. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, p. 3123-3131. 2009.

LINDROTH, R. L. Impacts of elevated CO₂ and O₃ on forests: phytochemistry, trophic interactions, and ecosystem dynamics. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, p.2-21, 2010.

MORRISON, J. I.; MORECROFT, M. D. **Plant growth and climate change**. New York, Wiley-Blackwell, 232p.,2006.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.37, p. 637-669, 2006.

STILING, P.; ROSSI, A. M.; HUNGATE, B.; DIJKSTRA, P.; HINKLE, C. R.; KNOTT, W. M.; DRAKE, B. Decreased leaf-miner abundance in elevated CO₂: reduced leaf quality and increased parasitoid attack. **Ecological Applications**, v.9, p. 240-244. 1999.

THUILLER, W.; LAVOREL, S.; ARAUJO, M. B.; SYKES, M. T.; PRENTICE, C. Climate change threats to plant diversity in Europe. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, p. 8245-8250, 2005.

YADUGIRI, V. T. Climate change: the role of plant physiology. **Current Science**, v.99, p.423-425, 2010.



Efeito da temperatura noturna sobre desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

Debora Ferreira de Araújo de Albuquerque⁽¹⁾; Ivan Cruz⁽²⁾; Ana Carolina Maciel Redoan⁽³⁾; Mariana Bonifácio Amancio⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Ciências Biológicas; Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM); ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo. ⁽³⁾ Doutoranda; Universidade Federal de São Carlos. ⁽⁴⁾ Mestranda; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

RESUMO: Os crisopídeos são importantes predadores encontrados em vários sistemas agrícolas associados a diversas pragas como larvas de lepidópteros, ácaros, pulgões, cochonilhas, moscas-branca. Vários fatores abióticos podem interferir no seu desempenho, sendo a temperatura fundamental no seu desenvolvimento. Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes temperaturas noturnas sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *Chrysoperla externa* em laboratório. Conclui-se que a temperatura influenciou a duração dos estágios imaturos de *C. externa*, ocorrendo melhor desenvolvimento e produção de ovos sob condições térmicas mais elevadas.

Termos de indexação: Controle biológico, inimigos naturais, mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

Encontradas em diferentes agroecossistemas a família Chrysopidae contém um grande número de espécies que são capazes de se alimentar de várias pragas como pulgões, cochonilhas, ácaros, mosca-branca, psilídeos, ovos de Lepidoptera e Coleoptera (Freitas, 2002). A maioria dos representantes dessa família faz parte desse grupo por serem predadores responsáveis pelo controle biológico de várias pragas podendo reduzir perdas em produtividade (Tauber et al., 2000). Como o ambiente influencia diretamente na ocorrência de doenças, de pragas ou de insetos benéficos, as alterações no clima poderão causar modificações na incidência e severidade desses problemas. Os microrganismos e os insetos estão entre os primeiros organismos a evidenciar os efeitos dessas alterações devido às

numerosas populações, facilidade de multiplicação, dispersão e o curto tempo entre gerações. Dessa forma, constituem um grupo de indicadores fundamental, que precisa ser avaliado quanto aos impactos das mudanças climáticas. Para minimizar o efeito das mudanças climáticas nas próximas décadas, o fomento a linhas de pesquisa que favoreçam a utilização de parâmetros climáticos que abordem as características regionais, como localização, umidade, pluviosidade e histórico de temperaturas e relacioná-las às pragas e seus inimigos naturais, com intuito de elaborar sistemas de manejo que minimizem danos ao sistema produtivo (Ghini, 2005), torna-se extremamente importante para o futuro do Manejo Integrado de Pragas.

OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar a influência do aumento da temperatura noturna sobre alguns aspectos biológicos do predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em quatro salas climatizadas do Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. Ovos de *C. externa*, foram individualizados em recipientes de plástico, num total de 20 repetições para cada tratamento, representado por diferentes temperaturas noturnas (17,5; 20,5; 23,5; 26,5°C), mantendo-se em todas as salas, a temperatura diurna constante de 25°C, umidade relativa de 70±10% e fotoperíodo de 12 horas. Após a eclosão, as larvas foram

alimentadas, ad libitum, com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) durante todo o ciclo larval, anotando-se o número e a duração de cada instar e a duração de período de pupa. Logo após a emergência dos adultos, foram estabelecidos casais para se determinar a fecundidade, fertilidade e longevidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de significância (Scott & Knott, 1974), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período larval do inseto quando sujeito as temperaturas 17,5; 20,5, 23,5 e 26,5°C foi de 9,1; 11,4; 11,3 e 9,3 dias, respectivamente. O período de pupa nas mesmas temperaturas citadas acima foi de 11,9; 13,4; 13,55 e 10,05 dias e a produção de ovos de *C. externa* foi de 90,9; 75,6; 133,6 e 113,5 por fêmea (Tabela 1).

Tabela 1- Duração do período de desenvolvimento larval e pupal e produção de ovos de *Chrysoperla externa* em função da temperatura noturna.

Temp noturna (°C)	Período larval (dias)	Período pupal (dias)	Período larva-adulto (dias)	Produção de ovos/ fêmea
17,5	9,1 B	11,9 B	21,0B	90,9 C
20,5	11,4 A	13,4 A	24,8A	75,6 C
23,5	11,3 A	13,6 A	24,9A	133,6 A
26,5	9,3 B	10,0 C	19,3C	113,5 B
CV (%)	4,57	3,07	3,01	17,38

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Scott e Knott ($P < 0,05$).

Como pode ser observado na Tabela 1, houve uma tendência a ser melhor desempenho do inseto predador na temperatura noturna de 23,5°C, especialmente no que diz respeito à produção de ovos, embora com um alongamento tanto no ciclo larval como pupal. Nas duas temperaturas mais baixas a produção de ovos do inseto foi significativamente inferior à produção verificada nas demais temperaturas. O mesmo resultado foi

relatado por Pappas et al., (2008), porém, sob a influência de uma temperatura mais alta (30°C). Portanto, no caso específico de *C. externa* a elevação da temperatura noturna não afetou negativamente o seu desempenho biológico.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostram a importância de estudos com oscilação de temperatura, devido à preocupação mundial com a elevação, especialmente da temperatura. É possível que haja comportamento diferenciado entre espécies de inseto, notadamente em relação à cadeia alimentar. Neste trabalho aparentemente a elevação da temperatura noturna propiciou um aumento da fecundidade de um agente de controle biológico, sugerindo que o inseto possa ser teoricamente beneficiado em relação às suas presas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), ao CNPq e à parceria Embrapa Milho e Sorgo e Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM).

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. SISVAR: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. p. 209-224 In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. C.; BENTO, J. M. S. (eds). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Manole, Barueri, 2002. 609 p.

GHINI, R. Mudanças climáticas globais e doenças de plantas. 104p. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 2005.

PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Effect of temperature on survival, development and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Ephestia kuehniella* eggs (Lepidoptera: Pyralidae). **Biological Control**, n. 45, p. 396-403, 2008.



TAUBER M. J.; TAUBER C. A.; DAANE K. M.;
HAGEN, K. S. 2000. Commercialization of
predators: recent lessons from green lacewings
(Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla).
American Entomologist v.46, p.26 – 38.



Efeito de diferentes toxinas *Bt* no desenvolvimento da Lagarta-do- Cartucho do Milho

Andrea Rocha Almeida de Moraes⁽¹⁾; André Luiz Lourenção⁽²⁾; Maria Elisa A. G. Zagatto Paterniani⁽³⁾; José Djair Vendramim⁽⁴⁾

⁽¹⁾Pesquisadora Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, SP, Brasil, andrea@iac.sp.gov.br; ⁽²⁾Pesquisador Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, SP, Brasil, andre@iac.sp.gov.br; ⁽³⁾Pesquisadora Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, SP, Brasil, elisa@iac.sp.gov.br; ⁽⁴⁾Professor Doutor Universidade de São Paulo - USP/ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil, jdendra@usp.br

RESUMO: Dentre as principais pragas da cultura do milho, destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), pelo dano causado às lavouras, pela frequência de ocorrência ou dificuldade de controle. A estratégia para seu controle tem sido a utilização de híbridos de milho que expressam a proteína inseticida *Bt*. Assim, esta pesquisa avaliou o desenvolvimento de *S. frugiperda* em híbridos de milho na versão convencional e transgênica, com diferentes eventos *Bt*, em teste de antibiose, para identificar toxinas *Bt* mais eficientes e que reflitam em um menor nível de injúria da praga. Conduziu-se em laboratório, experimentação com os híbridos DAS2B710 HX, P30F35 YG, DKB390 PRO e Impacto Viptera, com distintos eventos *Bt*, e os híbridos convencionais DAS2B710 e Impacto. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e 60 repetições. Avaliaram-se biomassa e comprimento das lagartas e sobrevivência da fase larval. Verificou-se que a biomassa e o comprimento das lagartas desenvolvidas em milho *Bt* foram menores do que as desenvolvidas em milho não *Bt*. Lagartas alimentadas com milho *Bt* apresentaram expressiva redução em sua população 24 horas após alimentação, destacando-se o Impacto Viptera com sobrevivência de 52% de lagartas, ante 73% para 'P30F35 YG' e 72% para os híbridos 'DAS2B710 HX' e 'DKB390 PRO'; nos convencionais a sobrevivência atingida foi de 93%. Os resultados confirmam que os eventos *Bt* causam resistência do tipo antibiose às lagartas de *S. frugiperda* e que a presença da toxina Viptera® no híbrido Impacto Viptera torna a tecnologia *Bt* mais eficiente.

Termos de indexação: *Zea mays* L., *Spodoptera frugiperda*, antibiose.

INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é a mais importante praga da cultura do milho no Brasil, alimentando-se das folhas, reduzindo a área fotossintética, e principalmente os cartuchos das plantas jovens, causando perdas de até 60% da produção (Cruz, 2008).

O uso de variedades resistentes a insetos é um método de controle que reduz as perdas causadas por pragas, sendo os tipos de resistência antibiose e não preferência para alimentação encontrados em diferentes genótipos de milho.

A resistência do tipo antibiose ocorre quando o inseto se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a sua biologia, afetando direta ou indiretamente seu potencial de reprodução. Geralmente, essa influência negativa ocorre devido à presença de compostos químicos que dificultam o crescimento e o desenvolvimento do inseto, provocando alterações como prolongamento do ciclo biológico, deformações e mortalidade em diferentes fases de desenvolvimento, redução de peso e tamanho dos indivíduos, entre outros (Chrispim & Ramos, 2007; Boiça Junior et al., 2013).

Nas últimas décadas a engenharia genética possibilitou, com a técnica do DNA recombinante, a combinação de genes entre espécies de organismos, surgindo assim o milho geneticamente modificado com alto padrão de resistência a lepidópteros-pragas, pela introdução de um gene de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (*Bt*) em plantas de milho (Huang et al., 2002).

Proteínas *Bt* têm sido efetivas no controle de lepidópteros-pragas da cultura do milho. As proteínas Cry1F, Cry1Ab, e Cry1Ac, expressas em híbridos de milho *Bt*, foram, em ordem decrescente, mais efetivas no controle de *S. frugiperda* (Waquil et al., 2002; Lourenção & Fernandes, 2013).

Considerando-se a importância de *S. frugiperda* como praga de milho no Brasil, esta

pesquisa teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda* em milho com diferentes eventos *Bt*, em teste de antibiose, para identificar toxinas *Bt* mais eficientes e que reflitam em um menor nível de injúria da praga, nas condições do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2013, sob condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($60\% \pm 10\%$) e fotofase (14h), no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba, SP.

Foram utilizados quatro híbridos simples de milho com distintos eventos *Bt*: DAS2B710 HX (evento TC1505 e toxina *Bt* Cry 1F); P30F35 YG (evento MON 810 e toxina *Bt* Cry 1Ab); DKB390 PRO (evento MON 89034 e toxina *Bt* Cry 1A105 (1Ab, 1Ac, 1F) + Cry2Ab2) e Impacto Viptera (evento MIR 162 e toxina *Bt* VIP3Aa20); e dois híbridos simples convencionais de milho, DAS2B710 e Impacto.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos. Em cada repetição utilizou-se uma lagarta recém-eclodida, isolada em frasco de vidro, sendo cada lagarta considerada uma repetição, perfazendo 60 repetições por tratamento.

As lagartas de *S. frugiperda* utilizadas no experimento foram obtidas de criação de manutenção em dieta artificial, a qual, periodicamente, recebe introduções de insetos do campo para evitar a degeneração da população.

Os híbridos utilizados foram semeados em vasos plásticos com capacidade de 20 kg, preenchidos com composto, com adubação de acordo com as recomendações para a cultura do milho, deixando-se duas plantas por vaso. Esses vasos foram mantidos em casa de vegetação durante o período da experimentação. Utilizaram-se 20 vasos por tratamento, de modo a se ter disponibilidade de folhas durante o período de experimentação.

As folhas dos híbridos foram coletadas quando atingiram a idade de 16 até 27 dias, quando as lagartas recém-eclodidas "raspam" as folhas de milho, pois é nessa fase de desenvolvimento da planta onde ocorre maior discriminação em testes de resistência.

Lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) tampados com algodão

hidrófugo e alimentadas com folhas dos híbridos de milho. Foram fornecidas às lagartas aproximadamente 12 cm^2 de folhas de milho, cortados em retângulos, com a maior dimensão no sentido longitudinal e paralelo à nervura central, onde se concentram cerca de 99% das lagartas em estádios iniciais de alimentação. Diariamente substituíram-se as folhas de milho nos tubos de vidro, independentemente do consumo pela lagarta e, registrou-se o número de lagartas sobreviventes.

Avaliaram-se biomassa das lagartas aos quatro e nove dias, comprimento das lagartas aos nove dias e viabilidade da fase larval. Para a obtenção da biomassa das lagartas foi utilizada balança de precisão analítica da marca Mettler AC100. Cada repetição, quando possível, foi pesada individualmente e, em repetições onde a biomassa da lagarta não era detectada pela balança, pesou-se mais de uma lagarta por vez até se obter um valor detectável. O comprimento de lagartas foi obtido através de utilização de régua graduada em cm. Para obtenção da sobrevivência larval, contou-se diariamente o número de lagartas vivas em cada tratamento, a partir da instalação do experimento em laboratório, até a mortalidade total em todos os tratamentos com tecnologia *Bt*.

Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas, sendo as médias transformadas em arco seno $\sqrt{x/100}$ e comparadas pelos testes de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software SAS. As curvas de sobrevivência das lagartas foram estimadas para cada híbrido de milho, utilizando-se o teste de Kaplan-Meier, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software BioEstat 3.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os seis híbridos de milho avaliados com relação à biomassa de lagartas, alimentadas durante quatro dias com folhas de milho *Bt* e não *Bt*. Lagartas alimentadas com híbridos transgênicos apresentaram menor ganho de biomassa aos quatro dias de alimentação em relação aos híbridos convencionais, mostrando o efeito direto das toxinas *Bt* sobre a praga (**Tabela 1**). Dutton et al. (2005) relataram que as toxinas *Bt* são deterrentes para as larvas de lepidópteros e que essa característica de deterrência do milho *Bt* acarreta em baixo ganho de peso das larvas alimentadas com esse tipo de milho. Não foram detectadas diferenças na biomassa das lagartas alimentadas em híbridos com diferentes tecnologias *Bt*, aos quatro dias de alimentação, ou seja, as tecnologias *Bt* afetaram o ganho de biomassa da *S. frugiperda* de maneira semelhante nesse período

(Tabela 1). Esse fato pode ser devido à toxina *Bt* num primeiro momento agir de maneira semelhante sobre as lagartas recém-ecloídas, independentemente do tipo de ação e atuação da toxina no intestino dessas lagartas. Também não se verificaram diferenças de biomassa entre as lagartas alimentadas com os dois híbridos convencionais de milho aos quatro dias de alimentação.

TABELA 1. Biomassa e comprimento médio de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas durante quatro e nove dias, com híbridos de milho convencional e transgênico.

Híbrido	Biomassa aos 4 dias (mg) ⁽¹⁾	Biomassa aos 9 dias (mg) ⁽¹⁾	Comprimento (cm) ⁽¹⁾
DKB390 PRO	0,04 b	-	-
Impacto Vipt.	0,05 b	-	-
DAS2B710 HX	0,06 b	-	-
P30F35 YG	0,07 b	5,49 b	0,7 c
DAS2B710	0,19 a	20,31 a	1,4 a
Impacto	0,23 a	19,01 a	1,2 b
Média	0,11	14,9	1,1
DMS	0,18	0,83	1,04
F (5%)	41,7	7,1	14,8
CV (%)	25,6	35,5	14,6

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Mendes et al. (2009) relatam que os insetos que sobrevivem após serem alimentados com milho transgênico apresentam menor acúmulo de biomassa, reduzindo sua competitividade no ambiente, comprometendo o desempenho dessa população de insetos. Verifica-se, portanto, efeito de antibiose dos híbridos transgênicos sobre a lagarta-do-cartucho, evidenciado pela redução de peso.

Após nove dias de de alimentação nas folhas de milho, apenas as lagartas alimentadas em híbridos convencionais e no híbrido transgênico contendo a proteína toxina *Bt* Cry 1A(b) estavam ativas e se alimentando (**Tabela 1**), as demais lagartas alimentadas com outros milhos *Bt* já haviam morrido. Constatou-se ainda que as lagartas alimentadas com o híbrido de milho não *Bt* apresentaram média de biomassa superior quando comparadas com as lagartas alimentadas por folhas do milho *Bt*, estas apresentando perda significativa de seu peso. Essa redução de biomassa no híbrido transgênico P30F35 YG foi da ordem de 73,0% em relação ao híbrido convencional DAS2B710 e da ordem de 71,1% em relação ao híbrido convencional Impacto (**Tabela 1**).

A proteção oferecida pela toxina Cry 1A(b) ao milho *Bt* contra a infestação por *S. frugiperda* é consequência da redução do consumo foliar, fato

importante para o manejo de insetos no campo, pois, com menor biomassa e consumo alimentar, haverá menor dano do inseto à produção (Lynch et al., 1999).

Houve diferença significativa entre os híbridos para comprimento de lagarta aos nove dias de alimentação nas folhas de milho. O desenvolvimento da lagarta foi influenciado pelos híbridos estudados, de modo que o híbrido transgênico P30F35 YG apresentou maior redução no comprimento da praga em comparação aos demais híbridos avaliados (**Tabela 1**).

Buntin et al. (2001), ao avaliarem a eficiência dos milhos geneticamente modificados MON810 e BT11 (proteína Cry1Ab) no controle de *H. zea*, observaram atraso no desenvolvimento das lagartas infestantes do milho contendo tecnologia *Bt*, o que se refletiu na redução do tamanho delas. Outros trabalhos mostram que populações remanescentes de insetos que se desenvolveram em plantas resistentes passam a produzir indivíduos menos vigorosos e mais suscetíveis aos inseticidas, promovendo a possibilidade do uso mais racional dos produtos químicos (Viana & Potenza, 2000).

A sobrevivência de lagartas recém-ecloídas alimentadas com híbridos de milho com diferentes toxinas *Bt* foi sempre menor que a encontrada nas lagartas alimentadas em híbridos não-*Bt* (**Figura 1**), demonstrando o efeito antibiótico da toxina *Bt* sobre o ciclo biológico da lagarta-do-cartucho.

Lynch et al. (1999) verificaram que a sobrevivência de larvas de *S. frugiperda*, avaliadas quatro dias após a eclosão em diferentes híbridos de milho que expressam a toxina Cry 1A(b) variou de 45% para o material Btk 0906 a 54% para o Btk 0907. Segundo Dutton et al. (2005), larvas nos primeiros instares são mais sensíveis às toxinas *Bt* em razão das alterações na atividade específica de proteases em seu suco intestinal.

A mortalidade das formas jovens de insetos criadas sobre plantas resistentes geralmente é observada durante os primeiros dias de vida do inseto e é uma das variáveis mais características da ocorrência de antibiose, aliada à redução do tamanho e peso dos indivíduos (Panda & Khush, 1995).

Verificou-se que o híbrido Impacto Viptera provocou alta mortalidade de lagarta-do-cartucho já 24 horas após a instalação do experimento, resultando em 52% de sobrevivência de lagartas, ante 73% para o híbrido transgênico P30F35 YG e 72% para os híbridos transgênicos DAS2B710 HX e DKB390 PRO, evidenciando a eficiência dessa tecnologia na redução da sobrevivência da lagarta-do-cartucho (**Figura 1**). O híbrido *Bt* Impacto Viptera continuou a apresentar maior mortalidade em

relação aos demais *Bt* até os três dias de avaliação, quando se detectou mortalidade de 100% das lagartas nesse tratamento.

Os híbridos DAS2B710 HX e DKB390 PRO foram semelhantes no que se refere à mortalidade larval até o terceiro dia de avaliação, dia em que a mortalidade em DKB390 PRO atingiu 100%, enquanto no tratamento DAS2B710 HX algumas lagartas ainda conseguiram sobreviver até o sexto dia de avaliação (**Figura 1**).

Observou-se que no híbrido transgênico P30F35 YG as lagartas foram morrendo no decorrer dos dias de alimentação, apesar de esse nível de mortalidade ser bem inferior aos demais milhos *Bt*, tanto que 100% de mortalidade de *S. frugiperda* só foi alcançada nove dias após o início da alimentação das lagartas com as folhas desse híbrido (**Figura 1**).

Essa diferença de sobrevivência em híbridos de milho com tecnologia *Bt* aponta para uma evolução da resistência em populações de insetos-praga à prática de controle com determinados eventos *Bt*. Com relação aos híbridos convencionais, notou-se pleno desenvolvimento das lagartas alimentadas com esses híbridos e uma sobrevivência natural pouco menor no híbrido DAS2B710 do que no híbrido Impacto (**Figura 1**). Essas lagartas alimentadas nesses híbridos conseguiriam terminar seu ciclo biológico, mas nesse estudo decidiu-se encerrar as avaliações quando o último evento *Bt* apresentasse 100% de mortalidade, uma vez que já é sabido o ciclo biológico de *S. frugiperda* alimentada com folhas de milho convencionais.

CONCLUSÕES

Os eventos dos híbridos transgênicos DKB390 PRO, DAS2B710 HX, Impacto Viptera e P30F35 YG causam resistência por antibiose às lagartas de *S. frugiperda*.

A presença de toxina Viptera® no híbrido Impacto Viptera torna a tecnologia *Bt* mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- BOIÇA JUNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; LOPES, G.S.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I. **Atualidades em resistência de plantas a insetos**. In: Tópicos em Entomologia Agrícola. Ed. Antonio Carlos Busoli...[et al.]. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, p. 207- 224, 2013.
- BUNTIN, G. D.; LEE, D.; WILSON, D. M.; McPHERSON, R. M. Evaluation of YieldGard transgenic resistance for control of fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 1, p. 37-42, 2001.
- CHRISPIM, T. P. & RAMOS J. M. Revisão de literatura: Resistência de plantas a insetos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, 2007, 10p.
- CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 12, p.303-362.
- DUTTON, A.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Effects of *Bt* maize expressing Cry1Ab and *Bt* spray on *Spodoptera littoralis*. **Entomologia Experimentalis Applicata**, v.114, p.161-169, 2005.
- HUANG, F.; BUSCHMAN, L. L.; HIGGINS, R. A.; LI, H. Survival of Kansas dipel-resistant European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on *Bt* and non-*Bt* corn hybrids. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 95, n. 3, p. 614-621, 2002.
- LOURENÇÃO, A. L. F. & FERNANDES, M. G. Avaliação do milho *Bt* Cry1A(b) e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo. **Científica**, v.41, p.164-188, 2013.
- LYNCH, R. E.; WISEMAN, B. R.; PLAINSTED, D.; WARNIK, D. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry1A(b) toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 1, p. 246-252, 1999.
- MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; FERMINO, T. C.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M.; COSA, M. C. A.; MARUCCI, R. C.; WAQUIL, J. M. Efeito da interação entre genótipos de milho e evento geneticamente modificado contendo a toxina Cry 1A(b) nas variáveis biológicas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 10., **Anais...** Rio Verde, GO, p. 368-374, 2009.
- PANDA, N. & KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford, CAB International. 1995. 431 p.
- VIANA, P. A. & POTENZA, M. R. Non-preference and antibiosis of fall armyworm for selected corn genotypes. **Bragantia**, v.59, n.1, p. 27-33, 2000.
- WAQUIL, J. M. L.; VILLELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.1-11, 2002.

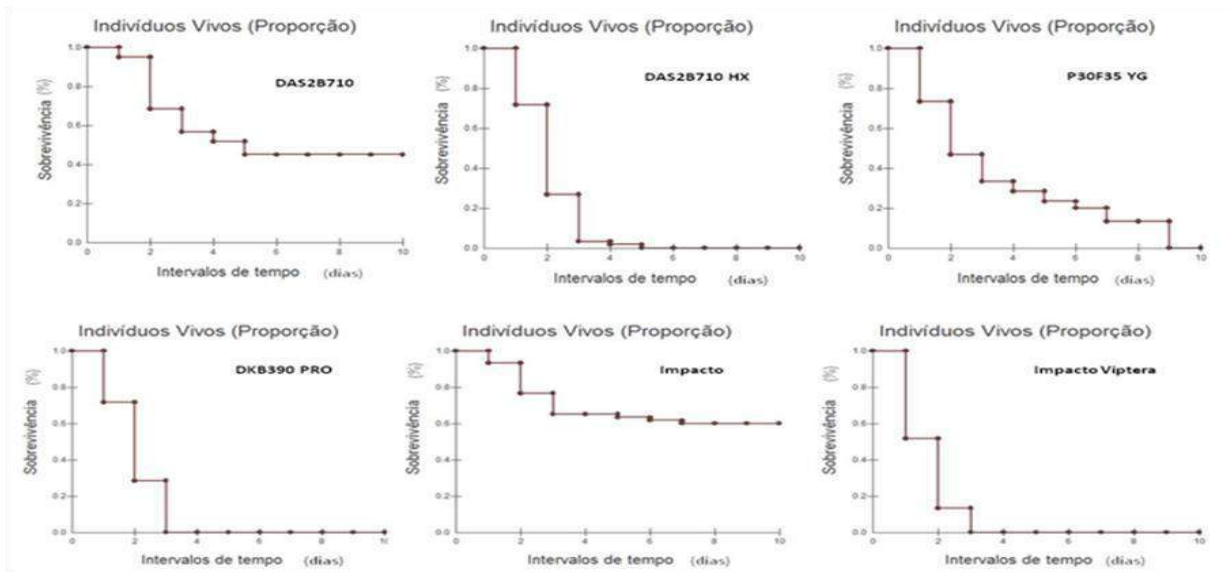


FIGURA 1. Sobrevivência de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de híbridos de milho *Bt* e não *Bt*, em laboratório.

Efeito do adensamento de plantio na incidência de insetos fitófagos em milho Bt e milho convencional

Sabrina Fraga Ferreira ⁽¹⁾, Ivan Cruz ⁽²⁾; Ana Carolina Maciel Redoan ⁽³⁾; Mariana Bonifácio Amancio ⁽⁴⁾; Débora Ferreira de Araújo Albuquerque ⁽⁵⁾; Isamara Maria Silva Costa ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Santo Agostinho, Sete Lagoas; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, ivan.cruz@embrapa.br; ⁽³⁾ Doutoranda; Universidade Federal de São Carlos; ; ⁽⁴⁾ Mestranda; Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho"; ⁽⁵⁾ Graduanda; Centro Universitário de Sete Lagoas; ⁽⁶⁾ Graduanda; Universidade Federal de São João del Rei.

RESUMO: Atualmente há uma tendência de se utilizar cada vez mais um espaçamento entre fileiras de milho mais próximas com o objetivo de facilitar o uso de máquinas e implementos agrícolas dentro da propriedade rural. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito do adensamento de plantio sobre a incidência de insetos fitófagos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a presença de pragas em milho cultivado em diferentes arranjos de plantas. Os resultados indicaram interações envolvendo cultivares, densidade de planta e presença de insetos sugadores, especialmente *Dalbulus maidis* e *Frankliniella williamsi*.

Termos de indexação: Pragas de milho; espaçamento e densidade;

INTRODUÇÃO

Apesar de ser uma prática relativamente rotineira especialmente no Centro Oeste do Brasil, pouco se sabe sobre a incidência de insetos pragas quando há modificação no arranjo de plantas. Até mesmo informações básicas sobre a eficiência dos métodos de controle aplicados em plantas de milho no sistema adensado ainda não está definida. Portanto, o objetivo deste trabalho foi iniciar estudos para verificar a relação entre o

adensamento de plantas e a incidência de insetos fitófagos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas, MG no ano de 2016, utilizando duas cultivares de milho (milho Bt, DKB 390 YG e milho convencional DKB 390), dois espaçamentos entre linhas (45 e 80 cm) com diferentes densidades de plantas (60000, 70000, 80000 e 100000 plantas por hectare). Cada parcela foi composta por seis linhas de cinco metros de comprimento, sendo considerada como área útil, aquela ocupada pelas duas linhas centrais. O delineamento experimental foi em fatorial com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número médio de plantas emergidas não diferiu entre as cultivares, com média de 143,3 e 146,2 plantas por parcela nas cultivares DKB 390 YG (Bt) e DKB 390 (convencional).

Como esperado, houve diferença significativa em relação ao arranjo de plantas (Tabela 1). Analisando os resultados obtidos para a cultivar Bt, que não houve diferença significativa no número de plantas emergidas quando o espaçamento entre linhas foi de 45 cm, para uma população de plantas de 60000 a 80000. No entanto, o número de plantas emergidos foi significativamente maior quando a população de

plantas era de 100000 plantas. E este número não diferiu daquele obtido nas parcelas cujas fileiras estavam espaçadas de 80 cm e uma população esperada de 60000 plantas por hectare. Já no espaçamento de 80 cm entre fileira, o número de plantas emergidas foi significativamente maior à medida que aumentava a população esperada de plantas na colheita. Esta mesma tendência pode ser observada com o milho convencional.

Houve relativamente pouca mudança no número de plantas entre a avaliação inicial e a avaliação intermediária, efetuada próxima à colheita. E nesta avaliação onde não se espera mais perdas de plantas, considerando a média das duas cultivares, o número de plantas obtidos na parcela com arranjos de plantas envolvendo espaçamento de 45 cm e densidade de plantas entre 60000 e 80000 foi semelhante. Já com os arranjos com espaçamento de 80 cm, houve diferença significativa entre todas as densidades de planta.

Tabela 1. Número médio de plantas em milho Bt e convencional sob diferentes arranjos de planta.

E (cm)	1000 pl/ha	Número de plantas ¹					
		Inicial			Intermediário		
		DKB 390 YG	DKB 390	Média	DKB 390 YG	DKB 390	Média
45	60	84Ea	84Ea	84,0F	83,0Ea	84,0Ea	83,5F
45	70	96Eb	120Da	108,0E	94,0Eb	119,7Da	106,8E
45	80	108Ea	104Ea	106,0E	105,0Ea	101,0Ea	103,0E
45	100	138Da	128Da	133,0D	137,3Da	120,7Da	129,0D
80	60	142Da	142Ca	142,0D	135,0Da	131,0Da	133,0D
80	70	163,3Ca	160Ca	161,7C	159,7Ca	153,0aC	156,3C
80	80	192Ba	192Ba	192,0B	187,0Ba	183,0Ba	185,0B
80	100	239,3Aa	240Aa	239,7A	227,3Aa	220,0aA	223,7A
Média		145,3a	146,2a		139,0a	141,0a	

¹ Médias seguidas pela esma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (5%). E = Espaçamento

Apenas duas espécies tiveram ocorrência significativa durante a fase experimental. De acordo com a análise dos resultados houve interação cultivar e arranjo de plantas em relação à ocorrência do trips, *F. williamsi* (Tabela 2). Maior número de insetos por parcela foi verificado na cultivar de milho convencional (16,75) em relação ao milho Bt (22,29). Analisando o efeito principal das cultivares, não houve influência do arranjo de plantas na incidência do inseto no milho Bt. Este efeito, no entanto, foi verificado no milho convencional. Número significativamente maior de insetos foi observado na parcela com 45 cm entre

fileira e densidade de 100000 plantas por hectare e na parcela com 80 cm entre fileira e 80000 plantas por hectare. Com O número de cigarrinhas não variou entre tratamentos, com uma média de 7,35 insetos para cada 10 plantas amostradas (Tabela 2).

Com relação ao rendimento de grãos, houve efeito principal tanto para cultivar como para arranjo de planta. Não houve interação entre tais parâmetros (Tabela 3).

Tabela 2. Número médio de trips (*Frankliniella williamsi*) e de cigarrinhas (*Dalbulus maidis*) em plantas de milho Bt e convencional sob diferentes arranjos de planta

E (cm)	1000 pl/ha	Trips/10 plantas ¹			Cigarrinhas/10 plantas ¹		
		DKB	DKB	Média	DKB	DKB	Média
		390 YG	390		390 YG	390	
45	60	18,0Aa	19,0Ba	18,5B	9,7A	9,33A	9,5A
45	70	14,3Aa	21,0Ba	17,7B	9,7A	7,33A	8,5A
45	80	20,0Aa	16,0Ba	10,0B	7,3A	5,33A	6,3A
45	100	14,3Ab	28,7Aa	21,5B	6,0A	5,33A	5,7A
80	60	13,0Ab	22,0Ba	17,5B	7,0A	5,67A	6,3A
80	70	17,3Aa	20,0Ba	18,7B	10,7A	8,33A	9,5A
80	80	20,7Ab	32,0Aa	26,3A	4,3A	8,67A	6,5A
80	100	16,3Aa	19,7Ba	18,0B	5,3A	7,67A	6,5A
Média		16,75b	22,29		7,50a	7,21a	

¹ Médias seguidas pela esma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (5%). E = Espaçamento

Tabela 3. Parâmetros de produção de milho (DKB 390 Yg e DKB 390) sob diferentes arranjos de planta

E	1000 (cm)	Peso de grãos (g/duas fileiras de 5 metros de fileira) ¹			Peso Relativo		
		DKB 390 YG	DKB 390	Média	DKB 390 YG	DKB 390	Méd
45	60	3190,0Ca	3863,3Ca	3527C	45,4	56,7	51,
45	70	3916,7Cb	5366,7Ba	4642B	55,8	78,8	67,
45	80	3483,3Ca	4516,7Ca	4000C	49,6	66,3	57,
45	100	3736,7Ca	3776,7Ca	3757C	53,2	55,5	54,
80	60	4820,0Ba	5453,3Ba	5137B	68,6	80,1	74,
80	70	6050,0Aa	6770,0Aa	6410A	86,1	99,4	92,
80	80	6416,7Aa	6533,3Aa	6475A	91,4	95,9	93,
80	100	7023,3Aa	6810,0Aa	6917A	100,0	100,0	100,
Média		4829,6b	5386,2a				

¹ Médias seguidas pela esma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (5%). E = Espaçamento

Considerando os resultados dentro de cada cultivar houve influência negativa do espaçamento sobre o rendimento de grãos, significativamente inferior nas parcelas onde o espaçamento de 45 cm entre fileiras de milho. No espaçamento de 80 cm entre fileiras foi obtido o maior rendimento de grãos, exceto na densidade de 60000 plantas por hectare. O rendimento mais alto deste arranjo de plantas corresponde a 8779 kg/ha.

Apenas para facilitar as comparações, igualando o maior rendimento de grãos ao índice 100, dentro de cada cultivar, no milho Bt a menor produtividade foi apenas 45,5% do maior valor obtido. A cultivar convencional foi de 51%. No geral, nitidamente o melhor arranjo de plantio, independente da cultivar, foi o de espaçamento de 80 cm com densidade igual ou superior a 80000 plantas por hectare.

Além do efeito do arranjo de plantas não se pode descartar também o efeito da injúria provocada pelos insetos, notadamente o trips e a cigarrinha, sobre o rendimento de grãos.

CONCLUSÕES

Há diferenças populacionais de insetos em função de cultivar e espaçamento utilizado.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. SISVAR: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software. Paris, v.26, n.1, p.445-451.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). A cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 12, p. 303-362.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Eficácia dos ingredientes ativos Acetamiprido + Fenpropatrina no controle do pulgão (*Rhopalosiphum maidis*) na cultura do milho

Silvio Aparecido Marcussi⁽¹⁾; Felipe Alves Nunes⁽²⁾; Samuel Alessander Teles Correa⁽³⁾; Carolina Ruv Lemes Gonçalves Mendes⁽⁴⁾; Ramon Voss⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Iharabras Indústrias Químicas SA; Sorocaba, SP; silvio.marcussi@ihara.com.br; ⁽²⁾ Estudante; Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara; ⁽³⁾ Técnico Agrícola; Iharabras indústrias Químicas SA; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade do Estado de Santa Catarina.

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é o cereal de maior volume de produção no mundo, com aproximadamente 960 milhões de toneladas. Estados Unidos, China, Brasil e Argentina são os maiores produtores, representando 70% da produção. Diante de um cenário comercial competitivo, a busca por melhorias nos milharais do nosso país tem sido intensificada principalmente pela incidência de pragas que nos últimos anos eram consideradas secundárias, como o pulgão do milho (*Rhopalosiphum maidis*). O objetivo do presente trabalho foi comprovar a eficiência e funcionalidade agrônômica do inseticida (ACETAMIPRIDO, 75 g.i.a L⁻¹ + FENPROPATRINA, 112,5 g.i.a L⁻¹), em 2 aplicações visando o controle do pulgão na cultura do milho. O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos inteiramente casualizados (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições. Para as avaliações a campo foram considerados os fatores: fitotoxicidade, controle (%) e produtividade. As informações foram obtidas através de avaliações prévias e visuais. A produtividade foi estimada após colheita e pesagem da área útil de cada parcela. Em seguida os dados foram submetidos a análise estatística. Analisando os resultados concluiu-se que o inseticida, não causou fitotoxicidade na cultura do milho, sendo eficaz e podendo ser recomendado para manejo e controle pulgão do milho nas doses de 300, 400, 500, 600 e 700 ml p.c.ha⁻¹ apresentando controle superior a 80% e efeito positivo de redução populacional da praga.

Termos de indexação: Inseticida, *Zea mays* L., *Rhopalosiphum maidis*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal com maior volume de produção no mundo, sendo esta aproximadamente 960 milhões de toneladas. No Brasil a cultura possui área cultivada de 15,12 milhões de hectares. A produção estimada para safra atual é de 80 milhões de toneladas que possuem como principal destino a fabricação de ração (CONAB, 2016).

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais. Diante de uma produção acelerada e um cenário comercial competitivo, a busca por melhorias nos milharais do nosso país tem sido intensificada, principalmente pela incidência de pragas, que antes consideradas secundárias passaram a atacar a cultura com mais frequência e intensidade, tornando-se um problema real para os produtores (CONAB, 2015).

O pulgão do milho (*Rhopalosiphum maidis*), possui forma esférica com tamanho de 0,9 a 2,6 mm de comprimento, pode apresentar cor verde claro, verde azulado ou acinzentado. As fêmeas se reproduzem por partenogênese (CRUZ et al, 1997). A rapidez de desenvolvimento das ninfas, o número da progênie e a longevidade do adulto são grandemente influenciados pela temperatura (MAIA et al., 2004).

Os pulgões são vetores de diversos vírus que podem afetar a cultura do milho. O vírus do Mosaico comum é caracterizado por

sintomas típicos que manifestam-se pela presença de manchas verdes entremeadas por manchas amareladas nas folhas. Esses sintomas são claramente visíveis em plantas jovens, possuindo tendências a desaparecer, tornando os sintomas de difícil identificação após o florescimento (OLIVEIRA et al., 2003). Em casos severos, o complexo pulgão-virose pode acarretar a morte de plantas, ou causar perfilhamento de espigas, espigas atrofiadas e granação deficiente. Esses sintomas, muitas vezes, são confundidos no campo com problemas de polinização (Santos, 2013).

As consequências mais prováveis dos danos são as falhas na polinização e o aparecimento de espigas estéreis e incompletas. As plantas mais atacadas ganham aspecto seco e também são acometidas por encarquilhamento do pendão e perda de cor nas folhas (CRUZ et al., 1983).

Para evitar a infestação do pulgão, algumas práticas devem ser observadas, como por exemplo, o monitoramento da população. O controle pode ser feito com defensivos agrícolas à base de neonicotinóides (CRUZ et al., 1983).

De maneira geral, o monitoramento contínuo da lavoura, o acesso às tecnologias e o manejo correto são medidas que os produtores devem tomar para amenizar os efeitos desta praga.

O objetivo do presente trabalho foi comprovar a eficiência e funcionalidade agrônômica da associação dos produtos Acetamiprido e Fenpropratrina no controle de *Rhopalosiphum maidis* na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 na *Estação Experimental da IHARABRAS S.A* – Indústrias Químicas, localizada no município de Sorocaba- SP.

Utilizou-se a variedade de milho DKB390, por apresentar suscetibilidade ao inseto na região. O experimento foi semeado a 5 cm de profundidade em área de plantio direto. O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 45 cm, adotando-se a densidade de 4 plantas por metro linear. A parcela experimental foi composta por 7 linhas de plantio com 10 metros de comprimento. Cada tratamento foi composto por quatro repetições.

Tratamentos e aplicação

Os tratamentos submetidos à avaliação tiveram como alvo o inseto *Rhopalosiphum maidis*. Os tratamentos testados correspondem as doses crescentes dos ingredientes ativos Acetamiprido (75 g.L⁻¹) e Fenpropratrina (112,5 g.L⁻¹) e tratamento testemunha, constituído das parcelas não pulverizadas (Tabela 1).

Tomando-se como referência para o momento de aplicação o trabalho de Santos (2013), o manejo com inseticidas para controle de pulgões no milho deve ocorrer, principalmente, nos estádios de V4 a VT, quando 10 a 20% das plantas amostradas acusarem a presença da população ativa da espécie.

Foi realizada avaliação prévia para tomada de decisão do início da aplicação. No momento da avaliação houve a constatação da presença média inicial de 924 insetos, através da amostragem de 10 plantas, posicionadas nas 3 linhas centrais da parcela nas 4 repetições. Com o apontamento deste número médio de insetos, baseado na referência de Santos (2013), definiu-se o início das aplicações.

Foram realizadas duas aplicações com intervalo de dez dias, o volume de calda utilizado foi de 200 L/ha. Para realizar a aplicação, foi utilizado o pulverizador costal pressurizado com CO₂ na pressão constante de 40 PSI. Foi utilizado a barra de dois bocais com bicos tipo leque espaçados 50 cm entre si.

Na primeira aplicação as plantas se encontravam no estádio de desenvolvimento V8 e a segunda quando 80% das plantas apresentavam início de pendramento VT, segundo da escala de desenvolvimento referenciada por Ritchie et al. (1993).

Delineamento experimental

O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos inteiramente casualizados (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições.

Avaliações realizadas e análise estatística

Foi realizada avaliação de fitotoxicidade aos três dias após a aplicação A (DAA) e três dias após a aplicação B (DAB), somente com intuito de identificar se houve problemas pela associação dos ingredientes ativos. Tomou-se como critério a observação da parcela como um todo e determinação de nota pela escala

EWRC (1964), do Comitê de Métodos do Conselho Europeu de Pesquisa em Plantas Daninhas, representando diferentes níveis de lesões em notas de um a nove (Tabela 2).

Foram coletados dados de porcentagem de controle do pulgão, observando-se o número de insetos vivos presentes na superfície superior de cada folha, sendo avaliadas duas plantas por parcela.

As avaliações de controle foram realizadas aos 3 DAA, 5 DAA, 10 DAA, 1 DAB, 3 DAB, 7 DAB, 10 DAB e 15 DAB.

Em todas as avaliações foram feitos cálculo de porcentagem de controle usando a fórmula proposta por ABBOT (1925) de acordo com a equação.

$$E\% = \left(1 - \frac{n \text{ no } T \text{ após tratamento}}{n \text{ no } Co \text{ após tratamento}}\right) \times 100$$

Equação 1:

n= População do inseto;

T= Tratamento com inseticida;

Co= Controle.

A produtividade foi estimada através da pesagem dos grãos provenientes da colheita e trilha de 4 plantas por parcela. Os dados foram submetidos a análise de médias, onde foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as avaliações realizadas, não foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas de milho dos tratamentos com diferentes doses dos ingredientes ativos Acetamiprido e Fenpropatrina e em duas aplicações na cultura do milho.

Controle de *Rhopalosiphum maidis*

Pode-se observar que o produto exerce efeito satisfatório sobre a redução no número de pulgões presentes na face superior e inferior das folhas. Todas as doses testadas apresentaram controle com valores significativos a partir de 5 DAA, com resultados predominantes de 85 a 90% (Tabela 3). Ressalta-se que estes percentuais comprovam a eficácia do produto.

A partir da avaliação de 1 DAB não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. A dose de 700 ml.ha⁻¹ apresentou o maior controle, superior a 90% mantendo controle satisfatórios até 7 DAB.

Produtividade

Referente à produtividade obtida nos tratamentos, observa-se que as doses de 300 e 400 ml.ha⁻¹ não apresentaram diferenças estatísticas quando comparados a testemunha, entretanto para todas as doses dos ingredientes ativos testados, os valores encontrados foram superiores, havendo incremento na produção com o uso do produto, que pode estar relacionado à redução nos níveis populacionais.

Segundo Pereira et al. (2006), a redução na produção causada pela incidência de *Rhopalosiphum maidis*, é uma resposta fisiológica da planta e está associada com a interação dos efeitos dos pulgões com alguns fatores como alta população, viroses, possível ação tóxica da saliva, compactação dos grãos de pólen e cobertura dos estilo-estigmas pela excreção de honeydew.

As doses de 600 e 700 ml.ha⁻¹ se destacaram devido ao incremento de produtividade equivalente a 400 kg.ha⁻¹ em relação a testemunha (Tabela 4).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a associação dos ingredientes ativos Acetamiprido e Fenpropatrina não causa fitotoxicidade na cultura do milho, independente da dose.

A associação dos ingredientes ativos nas concentrações de Acetamiprido 75 g.i.a.L⁻¹ e Fenpropatrina 112,5 g.i.a.L⁻¹, pode ser recomendada para o controle de *Rhopalosiphum maidis* na cultura do milho, em duas aplicações com intervalo de 7 a 10 dias.

Deve-se realizar o monitoramento durante a fase vegetativa da cultura, a partir de V4 até o início do florescimento, fazendo a amostragem de 100 plantas a cada 10 hectares. Considerar 20% de infestação com mais de 100 pulgões por planta para efetuar a aplicação (SANTOS, 2013).

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of economic entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

CONAB - **Companhia nacional de abastecimento**. Safra 2015/2016. Disponível

em <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maio_2016_-_final.pdf>. Acesso em 27 maio de 2016.

CRUZ, I. et al. **Pragas da cultura do milho em condições de campo**. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 1983, 75p.

CRUZ, I. et al. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 1997, 67p.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3rd, and 4th meetings of EWRC. Comittee of methods in Weed Research. **Weed Res.**, v. 4, p. 88, 1964.

MAIA, W.J.M. et al. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciênc. Agrotec.** V.28, n.3, Lavras, 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura. **Agrofit**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 19 maio de 2016.

OLIVEIRA, E. et al. **Enfezamentos, viroses e insetos vetores em milho: Identificação e controle**. Circular Técnica 26. Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

PEREIRA, P.R.V.S.; SALVADORI, J.R.; FURIATTI, R.S. **Ocorrência do pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856):**

Tratamentos	Doses		Formulação
	g i.a/ha ¹	mL p.c/ha ²	
1 (um)	-	-	-
2 (dois)	56	300	SC
3 (três)	75	400	SC
4 (quatro)	93,5	500	SC
5 (cinco)	114	600	SC
6 (seis)	131	700	SC

¹ i.a: ingrediente ativo

² p.c.: produto comercial

Identificação, biologia e danos. Comunicado Técnico 2006. Passo Fundo, 2006.

SANTOS, U.: **Manejo de viroses transmitidas por pulgões na cultura do milho**. Informativo Sementes Agroceres. 2013.

RITCHIE, S. W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Special Report, v. 48, 1993. 26 p.

Tabela 1 – Tratamentos aplicados em forma de pulverização visando o controle de *Rhopalosiphum maidis*. Sorocaba, 2015.

Tabela 2 – Escala fitotoxicidade EWRC (1964).

Escala de Notas	Descrição dos Sintomas
1	Nulo
2	Muito Leve
3	Leve
4	Baixa
5	Média
6	Quase Forte
7	Forte
8	Muito Forte
9	Total/ Destruição Completa

Tabela 3 – Porcentagem de controle do pulgão na cultura do milho referente aos tratamentos testados com diferentes doses e em duas épocas de aplicação. Sorocaba, 2015.

Tratamentos ¹	% Controle				
	5 DAA	10 DAA	1 DAB	3 DAB	7 DAB
1 (um)	0 b	0 c	0 b	0 b	0 c
2 (dois)	86 a	86 b	99 a	94 a	100 a
3 (três)	91 a	85 b	99 a	96 a	100 a
4 (quatro)	91 a	92 b	98 a	96 a	100 a
5 (cinco)	90 a	90 b	99 a	95 a	100 a
6 (seis)	92 a	96 a	97 a	98 a	100 a

¹Ativos Acetamiprido e Fenpropratrina testados em diferentes doses.

Tabela 4 –Produtividade de milho em função dos diferentes tratamentos para o controle de *Rhopalosiphum maidis* na cultura do milho. Sorocaba, 2015.

Tratamentos	Doses ml p.c. ha ⁻¹	Produção e Produtividade ⁽¹⁾	
		Kg / Parcela	Kg / Ha
1 (um)	-	258 bc ⁽²⁾	1.291 bc
2 (dois)	300	273 bc	1.363 bc
3 (três)	400	275 bc	1.375 bc
4 (quatro)	500	298 abc	1.489 abc
5 (cinco)	600	335 ab	1.673 ab
6 (seis)	700	360 a	1.798 a
CV (%)	-	12,11	12,11

(1) Média da produção em cada tratamento, dias após aplicação (DAA).

(2) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Estratégias de controle químico do percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de sucessão soja e milho safrinha.

José Fernando Jurca Grigolli⁽¹⁾; Mirian Maristela Kubota Grigolli^(2,3); André Luís Faleiros Lourenção⁽³⁾; Douglas de Castilho Gitti⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador de Proteção de Plantas; Fundação MS; Maracaju, MS; fernando@fundacaoms.org.br; ⁽²⁾ Estudante de Pós-graduação; Universidade Estadual Paulista; Jaboticabal, SP; ⁽³⁾ Fundação MS; Maracaju, MS.

RESUMO: O percevejo barriga verde é uma praga severa do milho safrinha em Mato Grosso do Sul. O controle desta praga é considerado difícil pela localização do alvo na área, baixa eficiência dos inseticidas disponíveis no mercado e capacidade migratória da praga. O objetivo deste trabalho foi verificar a importância da aplicação de inseticidas na dessecação pré-colheita da soja, dessecação pré-semeadura do milho e imediatamente após a semeadura do milho. Foram realizados três experimentos na Estação Experimental da Fundação MS, em Maracaju, MS. As parcelas foram constituídas de 18 linhas espaçadas entre si de 50 cm e com 10 m de comprimento, com cinco repetições e o híbrido de milho utilizado foi DKB 177 Pro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial. No primeiro experimento, avaliaram-se diferentes épocas de aplicação de inseticidas no milho sem e com o uso de inseticidas na dessecação pré-colheita de milho. No segundo experimento avaliaram-se diferentes épocas de aplicação de inseticidas no milho sem e com o uso de inseticidas na dessecação pré-semeadura do milho. No terceiro experimento avaliaram-se diferentes épocas de aplicação de inseticida no milho safrinha sem e com a aplicação imediatamente após a semeadura do milho. Os resultados obtidos indicaram que a aplicação de inseticidas na dessecação pré-colheita de soja e imediatamente após a semeadura do milho reduziu o ataque de *Dichelops melacanthus* em plantas de milho, enquanto que a aplicação de inseticidas na dessecação pré-semeadura do milho não reduziu o ataque de *D. melacanthus* em plantas de milho.

Termos de indexação: Sistema de produção, MIP, Sucessão de cultura.

INTRODUÇÃO

Com a adoção do sistema plantio direto e com o aumento da semeadura de milho em segunda safra, o percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) se tornou uma praga-chave no início do desenvolvimento das plantas de milho (Chocorosqui & Panizzi, 2004).

Além disso, a adoção de biotecnologias em híbridos de milho Bt, houve redução do número de aplicações de inseticida de amplo espectro, o que possibilitou o maior desenvolvimento desta população de insetos. Esse cenário também foi observado em outras regiões do mundo, conforme relatado pelo aumento do percevejo *Euschistus servus* no sudeste dos Estados Unidos (Greene et al., 2001).

Os danos causados por *D. melacanthus* no milho são maiores no início do desenvolvimento das plantas, em função da sucção de seiva e injeção de enzimas salivares tóxicas nas sementes e na base do colmo das plântulas, prejudicando as folhas do milho e, em algumas situações, a planta toda (Gallo et al., 2002).

Além disso, no início de seu desenvolvimento, as plantas de milho são mais afetadas caso haja ataque de *D. melacanthus* (Bianco, 2004), e até a sexta folha completamente expandida, as plantas de milho definem sua produtividade (Fancelli & Dourado Neto, 2000), ressaltando a importância deste inseto nas plantas de milho.

Alguns estudos abordaram a questão do nível de controle de *D. melacanthus* nas plantas de milho, mas ainda não há uma definição clara no Brasil. Valores como 2 percevejos por metro quadrado foram observados por Gassen (1996) e por

Chocorosqui (2001) para cultivos de verão no Brasil, enquanto Bianco (2004) observou o mesmo nível de controle para cultivos de safrinha e 1 percevejo por metro quadrado para cultivos de verão. Duarte (2009) verificou o nível de controle de 0,58 percevejo por metro quadrado.

Em função do elevado dano causado por esta praga no início do desenvolvimento das plantas de milho, Panizzi (2000) recomenda o uso de tratamento de sementes e de aplicações foliares de inseticidas em plantas recém-emergidas para minimizar os danos causados à lavoura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar estratégias de controle químico do percevejo barriga verde no sistema de produção soja e milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Fundação MS, em Maracaju, MS, no final da safra 2014/15 e safrinha 2015. Foram realizados três experimentos para verificar o efeito de épocas de aplicação de inseticidas no manejo do percevejo barriga-verde.

Experimento 1: Aplicação de inseticida na dessecação da cultura da soja e seu efeito em plantas de milho de segunda safra

Uma área cultivada com a cultivar de soja BMX Potência RR foi utilizada para executar o experimento. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4 (épocas de aplicação de inseticida no milho de segunda safra) x 2 (sem e com o uso de inseticida na dessecação da soja 21 dias antes da colheita). As parcelas foram constituídas de 18 linhas de milho com 10 m de comprimento (9,0 x 10,0 m).

As épocas de aplicação de inseticidas no milho de segunda safra foram: imediatamente após a semeadura e na emergência das plântulas; na emergência das plântulas e em V2; imediatamente após a semeadura e em V2; testemunha sem aplicação.

Aos 114 dias após a emergência das plantas foi realizada a aplicação do herbicida para dessecação da soja (paraquate na dosagem de 400 g ha⁻¹) e, após sete dias foi realizado a colheita das plantas de soja (03 de fevereiro de 2015) e posterior semeadura do milho (10 de fevereiro de 2015) com o material DKB 177 Pro, espaçado com 50 cm entre linhas, com tratamento de sementes a base de tiodicarbe + imidacloprido (157,5 + 52,5 gi.a. ha⁻¹ respectivamente) e cultivado da forma recomendada para a região. O inseticida utilizado foi a base de bifentrina + imidacloprido, na dosagem de 20 + 100 gi.a. ha⁻¹ respectivamente.

Experimento 2: Aplicação de inseticida na dessecação pré-semeadura de milho e seu efeito em plantas de milho de segunda safra

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4 (épocas de aplicação de inseticida no milho de segunda safra) x 2 (sem e com o uso de inseticida na dessecação de plantas daninhas em pré-semeadura do milho). As parcelas foram constituídas de 18 linhas de milho com 10 m de comprimento (9,0 x 10,0 m).

As épocas de aplicação de inseticidas no milho de segunda safra foram: imediatamente após a semeadura e na emergência das plântulas; na emergência das plântulas e em V2; imediatamente após a semeadura e em V2; testemunha sem aplicação.

A dessecação foi realizada cinco dias antes da semeadura com o herbicida glifosato na dosagem de 1440 ge.a. ha⁻¹, com e sem a utilização de inseticida A semeadura do milho (10 de fevereiro de 2015) foi realizada com o material DKB 177 Pro, espaçado com 50 cm entre linhas e cultivado da forma recomendada para a região. O inseticida utilizado foi a base de bifentrina + imidacloprido, na dosagem de 20 + 100 gi.a. ha⁻¹ respectivamente.

Experimento 3: Aplicação de inseticida imediatamente após a semeadura de milho de segunda safra e seu efeito nas plantas

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4 (épocas de aplicação de inseticida no milho de segunda safra) x 2 (sem e com o uso de inseticida imediatamente após a semeadura do milho). As parcelas foram constituídas de 18 linhas de milho com 10 m de comprimento (9,0 x 10,0 m).

As épocas de aplicação de inseticidas no milho de segunda safra foram: emergência das plântulas; V2; emergência das plântulas e V2; testemunha sem aplicação. Foi realizada uma dessecação cinco dias antes da semeadura com o herbicida glifosato na dosagem de 1440 ge.a. ha⁻¹. A semeadura do milho (10 de fevereiro de 2015) foi realizada com o material DKB 177 Pro, espaçado com 50 cm entre linhas e cultivado da forma recomendada para a região. O segundo fator foi constituída da aplicação ou não do inseticida imediatamente após a semeadura das parcelas. O inseticida utilizado foi a base de bifentrina + imidacloprido, na dosagem de 20 + 100 gi.a. ha⁻¹ respectivamente.

Coleta e análise dos dados

Os experimentos foram avaliados registrando-se a porcentagem de plantas atacadas com redução de porte aos 35 dias após a emergência das plantas. Para tanto, foram avaliadas 200 plantas por parcela, analisadas visualmente e registradas a

porcentagem de plantas atacadas pelo percevejo e com sintomas de subdesenvolvimento em relação às plantas sadias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para as análises estatísticas, os dados foram transformados em $\arcsen(x+0,5)^{1/2}$ (Taylor, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, verificou-se que em todas as épocas de aplicação de inseticidas, a aplicação de inseticidas na dessecação pré-colheita de soja reduziu significativamente a porcentagem de plantas atacadas por *D. melacanthus* quando comparados à não utilização do inseticida neste momento. O resultado foi observado inclusive na Testemunha, evidenciando a importância do manejo do percevejo barriga verde ainda no final do ciclo da soja (Tabela 1).

Tabela 1 – Plantas de milho atacadas (%) pelo percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* e com redução do crescimento sem e com o uso de inseticidas na dessecação pré-colheita de soja no Experimento 1. Maracaju, MS, Safrinha 2015.

Época de Aplicação	Inset. na Dessec.		Média
	Sem	Com	
Plantio => Emergência	9,8 bA	4,5 bB	7,2 b
Emergência => V2	12,7 bA	6,2 bB	9,5 b
Plantio => V2	9,4 bA	4,1 bB	6,8 b
Testemunha	51,4 aA	40,7 aB	46,1 a
Média	20,8 A	13,9 B	

Teste F (Época Aplicação) = 19,43**

Teste F (Inseticida na Dessecação) = 10,02**

Teste F (Época*Inseticida na Dessecação) = 15,00**

CV(%) = 28,30%

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente. Dados originais, para as análises estatísticas os dados foram transformados em $\arcsen(x+0,5)^{1/2}$.

O resultado obtido deve-se provavelmente pela menor quantidade de área foliar da cultura da soja e alimento abundante, o que propicia maior exposição da população de percevejos como um todo e maior controle dos mesmos pela aplicação do inseticida. Ressalta-se que a utilização de inseticidas na dessecação pré-colheita da soja em áreas comerciais deve respeitar o período de carência do produto fitossanitário selecionado e indicado na bula.

Quanto ao experimento 2, não foi observado efeito significativo sem e com o uso do inseticida na

dessecação pré-semeadura do milho de segunda safra (Tabela 2).

Na dessecação pré-semeadura, a quantidade de palha remanescente da colheita de soja é relativamente grande. Além disso, os grãos de soja que ficam após a passada da colhedoura - recurso alimentar para os percevejos - ficam em sua maioria abaixo desta camada de palha. Assim, a aplicação de inseticidas nesta fase não apresenta efeito significativo provavelmente por não atingir o alvo da aplicação, visto que os insetos concentram-se em sua maioria abaixo da palhada.

Tabela 2 – Plantas de milho atacadas (%) pelo percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* e com redução do crescimento sem e com o uso de inseticidas na dessecação pré-semeadura do milho no Experimento 2. Maracaju, MS, Safrinha 2015.

Época de Aplicação	Inset. na Dessec.		Média
	Sem	Com	
Plantio => Emergência	11,4 bA	12,1 bA	11,8 b
Emergência => V2	14,1 bA	12,6 bA	13,4 b
Plantio => V2	9,6 bA	10,7 bA	10,2 b
Testemunha	62,0 aA	58,4 aA	60,2 a
Média	24,3 A	23,5 A	

Teste F (Época Aplicação) = 3,78*

Teste F (Inseticida na Dessecação) = 1,29^{ns}

Teste F (Época*Inseticida na Dessecação) = 2,67*

CV(%) = 25,41%

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente. Dados originais, para as análises estatísticas os dados foram transformados em $\arcsen(x+0,5)^{1/2}$.

No Experimento 3, verificou-se em todas as épocas de aplicação que o uso de inseticidas imediatamente após a semeadura do milho reduziu significativamente a porcentagem de plantas atacadas pelo percevejo barriga verde e com redução do crescimento. Este resultado foi inclusive observado na Testemunha sem aplicação adicional, indicando a importância desta aplicação no manejo da população da praga (Tabela 3).

Tabela 3 – Plantas de milho atacadas (%) pelo percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* e com redução do crescimento sem e com o uso de inseticidas imediatamente após a semeadura do milho no Experimento 3. Maracaju, MS, Safrinha 2015.

Época de Aplicação	Inset. Após Plantio		Média
	Sem	Com	
Emergência	17,2 cA	10,1 bB	13,7 c
V2	26,4 bA	13,4 bB	19,9 b
Emergência => V2	14,5 cA	9,3 bB	11,9 c
Testemunha	50,7 aA	38,6 aB	44,7 a

Média	27,2 A	17,9 B
Teste F (Época Aplicação) = 17,09**		
Teste F (Inseticida Após Plantio) = 10,77**		
Teste F (Época*Inseticida Após Plantio) = 13,00**		
CV(%) = 21,74%		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente. Dados originais, para as análises estatísticas os dados foram transformados em $\arcsen(x+0,5)^{1/2}$.

Após a colheita da soja os percevejos geralmente se abrigam e buscam alimento em baixo da camada de palhada remanescente que se encontra na área. Com a semeadura do milho, o disco de corte da semeadeira resulta em agitação dos insetos, os quais passam a se movimentar para cima da camada de palha. Desta forma, a aplicação de inseticidas imediatamente após a semeadura provavelmente implica em maior quantidade de inseticida atingindo os insetos e, conseqüentemente, redução da população da praga, resultando no menor ataque das plantas de milho observado no presente trabalho.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram que a aplicação de inseticidas em pré-colheita da soja e imediatamente após o a semeadura do milho reduziram de forma significativa a quantidade de plantas de milho com sintomas de subdesenvolvimento em função do ataque do percevejo barriga verde. Além disso, evidenciou a importância de considerar pragas como o complexo de percevejos no sistema soja e milho safrinha, e não de forma isolada. Assim, novos trabalhos devem ser conduzidos para reiterar as informações obtidas no presente trabalho.

CONCLUSÕES

A aplicação de inseticidas na dessecação pré-colheita de soja e imediatamente após a semeadura do milho reduz o ataque de *Dichelops melacanthus* em plantas de milho;

A aplicação de inseticidas na dessecação pré-semeadura do milho não reduz o ataque de *Dichelops melacanthus* em plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

À Fundação MS pela infraestrutura fornecida e aos colaboradores Aldo Araújo da Silva e Laércio Barbosa Trindade pelo auxílio na instalação e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

BIANCO, R. Nível de dano e período crítico do milho ao ataque do percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus*). In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo,

2004, Cuiabá, **Anais...** Cuiabá: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2004. p. 172.

CHOCOROSQUI, V. R. **Bioecologia de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Homoptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no norte do Paraná.** 2001. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

DUARTE, M. M. **Danos causados pelo percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) nas culturas do milho, *Zea mays* L. e do trigo, *Triticum aestivum* L.** 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALGO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ Press, 2002, 649 p.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 127 p.

GREENE, J. K.; TURNIPSEED, S. G.; SULLIVAN, M. J.; MAY, O. L. Treatment thresholds for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 403-409. 2001.

PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 1-12. 2000.

TAYLOR, R. L. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 29, n. 1, p. 321-357, 1984



Estudo da Antixenose da Lagarta-do-Cartucho em Sorgo.

Michele Silva Rocha⁽¹⁾; Adriano Jorge Nunes dos Santos⁽²⁾; Joao Paulo Dale Costa e Silva⁽³⁾; Lorena de Oliveira Martins⁽⁴⁾; Jose Avelino Santos Rodrigues⁽⁵⁾; Simone Martins Mendes⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Meio Ambiente Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas, Minas Gerais michelehp220@gmail.com; ⁽²⁾ Bolsista pós-doutorado Embrapa Milho e Sorgo adrianojnsantos@gmail.com ⁽³⁾ Graduando Engenharia Agronomica Universidade Federal Sao Joao del Rei Sete Lagoas Minas Gerais, joaopaulo.dale@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Graduanda Ciências Biológicas Centro Universitario de Sete Lagoas, Minas Gerais, Lorena-7l@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas Minas Gerais, avelino.rodrigues@embrapa.br; ⁽⁶⁾ Pesquisadora/Orientadora Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas Minas Gerais, simone.mendes@embrapa.br.

RESUMO O presente estudo teve por objetivo avaliar diferentes genótipos de sorgo com aptidões distintas, quanto a não-preferência para alimentação de *Spodoptera frugiperda*. Os ensaios foram realizados no laboratório de Ecotoxicologia de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (MG) em ambiente climatizado 26±2°C, UR 70±10 e fotofase de 12 horas. Os genótipos de sorgo avaliados foram híbridos de sorgo granífero BRS373 e BRS380, variedade de sorgo sacarino BRS511, híbridos de sorgo forrageiro BRS658 e BRS659, variedade de sorgo biomassa BRS716 e variedade de milho como testemunha Milho DKB390. O sorgo granífero BRS373 e BRS380 e Sorgo forrageiro BRS658 e BRS659 não apresentaram diferenças estatísticas. Quando se comparou o sorgo forrageiro BRS658 com as demais cultivares, não se observou diferença significativa na porcentagem de lagartas presentes nas seções foliares. Porém, quando comparado ao sorgo granífero BRS380, todos os genótipos apresentaram maior percentual de lagartas que esse. A porcentagem de *S. frugiperda* recém-eclodidas observadas no sorgo BRS373 apresentou diferença significativa em relação ao milho e ao sorgo sacarino BRS511. Diferenças significativas não foram observadas nos testes envolvendo as combinações entre o sorgo BRS716, BRS511 e o milho DKB390. Assim as cultivares de sorgo forrageiro BRS659 e BRS658, apresentaram menor preferência alimentar para lagartas de *S. frugiperda*.

Termos de indexação: *Spodoptera frugiperda*, resistência de plantas, genótipos de sorgo.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo, possui tolerância a estresses abióticos ocasionados por temperaturas elevadas e irregularidade das chuvas, com isso, tem proporcionado avanço nos biomas de Cerrado e Semiárido. Existem tipos distintos de sorgo para fins de grãos, silagem, pastejo, energia e produção de vassoura. Essa variabilidade tem permitido atender a diversos mercados (Franco, 2014).

Todos os tipos de sorgo estão sujeitos a ataques de diferentes pragas que podem afetar o rendimento da cultura, seja pela redução na produção de grãos na de forragens, na qualidade do caldo usado para a produção de etanol seja no rendimento de massa verde. Além de danos diretos ainda podem causar danos secundários como o tombamento de plantas, em consequência do enfraquecimento dos colmos atacados pragas que podem causar podridão e por patógenos que levam ao acúmulo de micotoxinas produzidos por fungos (SILVA, et. al., 2014).

A resistência genética natural é a uma estratégia de manejo de pragas desejável, pois combina as vantagens de ser mais sustentável e compatível com outras estratégias de MIP. Assim, a reação da planta frente ao ataque de um inseto na maioria das vezes implica em uma resposta que reflete na alteração do seu comportamento ou na sua biologia, que pode ou não afetar o inseto (BUENO, 2006)

O presente estudo teve por objetivo avaliar diferentes genótipos de sorgo com aptidões

distintas, silagem, granífero e energia, quanto a não preferência para alimentação da principal praga da cultura, *S. frugiperda* em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no laboratório de Ecotoxicologia de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (MG), em ambiente climatizado com temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR 70 ± 10 e fotofase de 12 horas. As lagartas utilizadas foram oriundas de criação de manutenção mantida no mesmo laboratório. O plantio desses cultivares foi realizado no campo, com tratamentos culturais convencionais. Quando as plantas apresentavam entre os estádios de V6 e V8 as folhas foram cortadas e em laboratório foram limpas, secas e preparadas para os ensaios.

A não preferência do primeiro ínstar da lagarta-do-cartucho foi avaliada pelo teste de livre escolha para alimentação. Duas seções de folhas de sorgo distintos, com 16 cm^2 , foram dispostas em uma arena, formada por placa de Petri (15 cm de diâmetro x 2cm altura), contendo 50 mL de solução de ágar (2,5%). No centro de cada arena, foram liberadas dez lagartas recém-eclodidas, em seguida, a placa foi fechada e vedada com filme PVC na lateral, para evitar fuga de lagartas. Para evitar o efeito do fototropismo das lagartas nos resultados, as placas de Petri foram cobertas com tecido preto.

Tratamentos e amostragens

Os genótipos de sorgo avaliados foram selecionados entre variedades e híbridos comerciais com diferentes aptidões: Dois híbridos de sorgo granífero BRS373 e BRS380, uma variedade de sorgo sacarino BRS511, dois híbridos de sorgo forrageiro BRS658 e BRS659, uma variedade de sorgo biomassa BRS716 e uma variedade de milho como testemunha Milho DKB390.

O Experimento foi conduzido com 21 tratamentos formado por todas combinações possíveis de cultivares distintas citadas acima e 10 repetições.

Delineamento e análise estatística

Para condução do bioensaio foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e a não preferência foi avaliada após 24 horas de alimentação das lagartas nas seções. Para isso, avaliou-se o número de lagarta e raspagem, presentes em cada seção foliar. As análises estatísticas foram realizadas pela análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral observa-se que não há diferenças significativas entre as cultivares de sorgo de mesma aptidão, ou seja, entre as cultivares híbridas de sorgo granífero BRS373 e BRS380, do mesmo modo entre as cultivares híbridas de sorgo forrageiro BRS658 e BRS659. Acredita-se que nos dois casos, esta característica de não preferência parece ser conferida pelo parental comum que possuem (**Figura 1 A, B, C, D e E**).

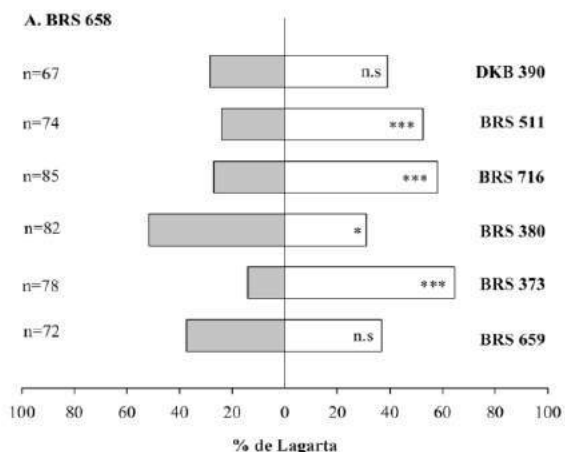
Diferenças significativas não foram observadas nos testes envolvendo as combinações entre o sorgo BRS716, BRS511 e o milho DKB390. Indicando que além de características herdáveis, existem outros componentes que podem influenciar a não preferência de lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda*. Diante disso, há necessidade de realizar análises bioquímicas dos materiais estudados para entender melhor os mecanismos da não preferência de lagartas recém-eclodidas pelas cultivares estudadas.

Diferenças significativas foram observadas entre as cultivares, quanto ao número de raspagens por lagarta e seção foliar. O sorgo forrageiro BRS658 apresentou menor número de raspagem por lagarta, diferindo estatisticamente das duas cultivares de sorgo granífero, que apresentaram maior número de raspagem por lagarta e seção foliar. Entretanto, não diferiu estatisticamente das demais cultivares. Embora a cultivar BRS658 tenha apresentado menor média de raspagem por lagarta quando comparada a cultivar BRS659, o número total de raspagem foi maior, devido à maior quantidade de lagartas sobreviventes (**Figura 1 A e B**), influenciando na média final. Isso indica haver uma influência do genótipo BRS659, na mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* nas primeiras 24 horas de alimentação, havendo, portanto, necessidade de estudos sobre antibiose para as cultivares estudadas.

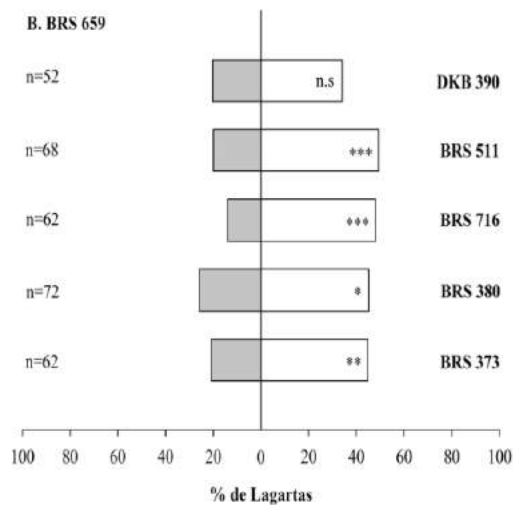
As cultivares de sorgo BRS658, BRS659 e o milho DKB390 apresentaram menor número de raspagem, não diferindo estatisticamente entre si. Todavia, as cultivares de sorgo granífero apresentaram maior número de raspagem por seção foliar, não diferindo estatisticamente entre si (**Tabela 1**). As cultivares de sorgo sacarino e biomassa apresentaram médias intermediárias entre os tipos de sorgo granífero e forrageiro e não diferindo entre si, em relação as variáveis analisadas. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Cortez e Waquil (1997), que não encontraram diferenças no nível de resistência de sorgo granífero BRS300 e milho.

CONCLUSÕES

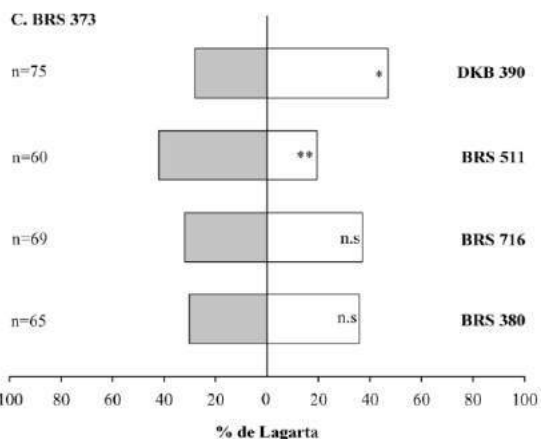
As cultivares de sorgo forrageiro BRS659 e BRS658, apresentaram menor preferência alimentar para lagartas de *S. frugiperda* recém-eclodidas.



1(A).

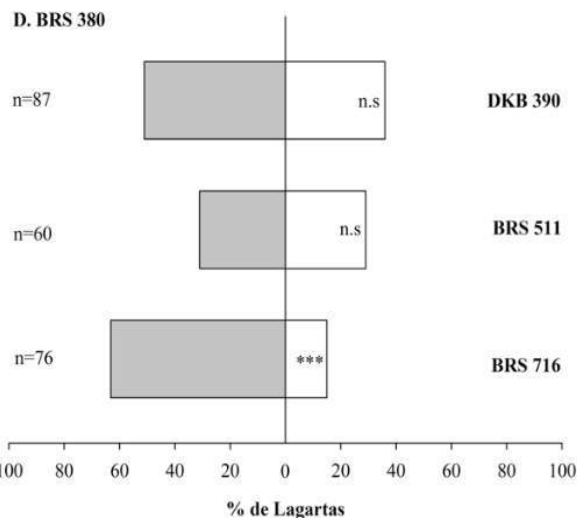


1(B).

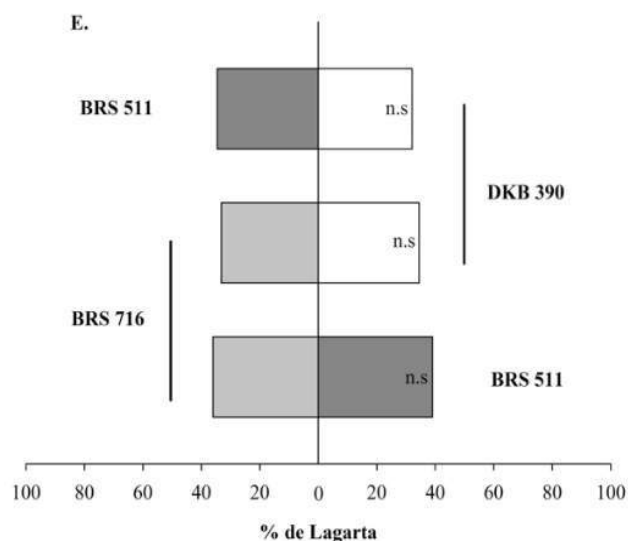


1(C).

Figura 1. (A, B, C, D) – Número de larvas de *Spodoptera frugiperda*, presente em secções foliares de sorgo e milho, avaliados 24 horas após liberação, em teste com chance de escolha. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2015.



1(D).



1(E).

múltiplas utilizações. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278,

FRANCO, M. L. Sorgo: resistência a seca e múltiplas utilizações. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. , jan./fev. 2014.MENDES, S. M. p. , jan./fev. 2014.MENDES, S. M.

LIMA, F.W.N et al. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório¹. Acta Amazonica, v. 36, n. 2, 2006.

SILVA, D. D.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; PEREIRA, D. F. Principais doenças do Sorgo et. al., Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 102-111, jan./fev. 2014.

WAQUIL, J. M.; RODRIGUES, J. A. S; SAMPAIO, M. V.; VIANA, P. A. Manejo de pragas na cultura do sorgo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 89-99, jan./fev. 2014.

WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M. Mechanisms and bases of resistance in maize to southwestern corn borer and fall

Tabela 1. Número total e média (\pm EP) de raspagem ocasionadas por lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda*, no período de 24 horas em cultivares de sorgo e milho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, 2015.

Cultivares	Total de raspagem	Média \pm EP ^{1,2}	
		Raspagem/lagarta	Raspagem/folículo
Sorgo BRS373	657	3,04 \pm 0,14 a	11,17 \pm 0,44a
Sorgo BRS380	687	3,09 \pm 0,15 a	11,23 \pm 0,45a
Sorgo BRS716	534	2,59 \pm 0,21ab	8,90 \pm 0,36ab
Sorgo BRS511	477	1,63 \pm 0,08ab	7,95 \pm 0,39ab
Sorgo BRS658	373	1,34 \pm 0,08b	6,22 \pm 0,36b
Sorgo BRS659	343	2,47 \pm 0,19ab	5,65 \pm 0,19b
Milho DKB390	337	1,56 \pm 0,09ab	5,63 \pm 0,24b
C.V.(%)³		36,14	28,30

¹Erro padrão.

²Médias seguidas de letras diferentes, indica diferença significativa ($\alpha=0,05$), pelo teste de Tukey.

³Coefficiente de variação.

REFERÊNCIAS

BUENO, L.C.S.; MENDES, A. N.; CARVALHO, S. P. Melhoramento genético de plantas: princípios e conceitos. 2° Ed. UFLA. 213-219. 2006.

BONALDO, S. M. Introdução a Resistencia: Noções básicas e perspectivas. IN; CAVALCANTI, L. S.; Di Pietro, FRANCO, M. L. Sorgo: resistência a seca e

armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD AT THE INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT

IMPROVEMENT CENTER. 1994, Mexico. *Proceedings*. Mexico: CIMMYT. p.29-36. 1997.



VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (ed.). Bioecologia e nutrição de insetos – base para o manejo integrado de pragas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, 1.164p. 2009.



Flutuação populacional de *Euxesta* spp. (Diptera: Ulidiidae) na cultura do milho (*Zea mays* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.)

Mariana Bonifácio Amancio⁽¹⁾; Ivan Cruz⁽²⁾; Ana Carolina Maciel Redoan⁽³⁾; Isamara Maria Silva Costa⁽⁴⁾; Debora Ferreira de Araújo Albuquerque⁽⁵⁾; Sabrina Fraga Ferreira⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Estadual Paulista (UNESP-FCAV); Jaboticabal; SP; bonifacioamancio@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de São Carlos; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁵⁾ Estudante; Centro Universitário de Sete Lagoas; ⁽⁶⁾ Estudante; Faculdade Santo Agostinho.

RESUMO: Atualmente no Brasil há grande preocupação com o aumento da incidência de insetos pragas em órgãos reprodutivos como a espiga de milho (*Zea mays* L.), vagem de soja (*Glycine max* L.), maçã do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), entre outros. Particularmente em milho tem sido verificado um aumento significativo da mosca *Euxesta* (Diptera: Ulidiidae) causando severos danos especialmente em milho doce, tornando a espiga imprópria tanto para o consumo humano "in natura" ou via industrializada. Em outros tipos de milho a mosca também tem sido observada. Apesar dos danos serem mais visíveis nos estilo-estigmas e nos grãos em desenvolvimento, a presença dos insetos adultos pode ser verificada em diferentes fases de desenvolvimento da planta. Quando o ataque é na espiga a praga fica protegida pela palha, impedindo que haja sucesso no controle através de pulverizações convencionais. Tem-se pouco conhecimento sobre os aspectos bioecológicos da praga, incluindo seus agentes de controle biológico e hospedeiros, o que dificulta o desenvolvimento de táticas de manejo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença da praga em dois potenciais hospedeiros, o milho branco de alta qualidade proteica e o trigo (*Triticum aestivum* L.) semeado em área de cerrado. Através do uso de armadilhas McPhail iscada com proteína hidrolisada de milho, distribuídas aleatoriamente nos dois campos, avaliou-se até o final do cultivo, duas vezes por semana, a captura dos insetos. Os resultados mostraram a presença das espécies *Euxesta eluta* Loew, e *Euxesta mazorca* Steyskal, (Diptera: Ulidiidae) em praticamente todo o período de amostragem. O número de indivíduos coletados na área em que a cultura do milho foi implantada apresentou-se em maior quantidade que nas áreas destinadas a cultura do trigo. A proporção de fêmeas encontradas em ambas as culturas se

apresentou significativamente superior ao número de machos capturados.

Termos de indexação: monitoramento; mosca-da-espiga; atrativo alimentar.

INTRODUÇÃO

O milho doce apresenta uma grande diversidade de usos. Podendo ser usado em conservas, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como "baby corn" ou minimilho, após a colheita, a palhada da cultura pode ser utilizada para ensilagem (Pedrotti et al., 2003).

A mosca-da-espiga, sem dúvida tem maior importância para milho, notadamente para o milho doce. Neste contexto, há o agravante pela alta suscetibilidade das cultivares comerciais. Mesmo as cultivares utilizadas para a produção de sementes é igualmente suscetíveis à praga. Mas nestas cultivares, por não ser destinado ao consumo, o controle da praga tem sido feito por aplicações de produtos químicos. Para as cultivares comerciais destinadas primordialmente à indústria, além do risco de contaminação do produto enlatado, há uma rejeição por parte do consumidor, pelo consumo de milho Bt. Infelizmente no Brasil, pouco se conhece sobre a praga, incluindo nesta abordagem, as espécies existentes, os hospedeiros que poderiam servir de alimento e/ou abrigo e até mesmo os aspectos relacionados à flutuação populacional ao longo de período de desenvolvimento da planta hospedeira (Cruz et al., 2011). Neste caso em especial, foi demonstrado por Cruz et al. (2011) que o inseto pode estar presente em áreas agrícolas mesmo quando a planta não está na fase preferencial para a alimentação das larvas.

Duas espécies ocorrem no milho no Brasil, *Euxesta eluta* Loew, e *Euxesta mazorca* Steyskal. Essas espécies podem ser separadas pelo padrão de coloração da asa (Cruz et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença da mosca-da-espiga, em duas áreas comerciais, uma de trigo e outra de milho branco de qualidade proteica (milho QPM), durante todo o ciclo da planta, utilizando armadilha de tipo McPhail, de acordo com a metodologia utilizada por Cruz et al. (2011). Embora não ainda quantificado, o milho branco aparentemente também é bem suscetível a praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos entre agosto e novembro de 2014, em região de Cerrado, nos campos experimentais e no Laboratório de Criação de Insetos (LACRI) da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, (19° 28' 00" S e 44° 15' 00" W).

O trabalho foi realizado em duas áreas: uma área de 5,5 ha onde há produção de milho branco (BR 451), com densidade de plantio de 5 sem/m, espaçamento de 0,70 m e adubação de 500 kg ha⁻¹ 08-28-16+Zn e outra de produção de trigo (BRS 264), totalizando 2,5 ha, com densidade de plantio de 80 sem/m, espaçamento de 0,22 m, com adubação de plantio de 300 kg ha⁻¹ 08-28-16+Zn. O plantio das duas cultivares foi feito de forma simultânea.

Para atração de *Euxesta* spp. foi utilizado o atrativo alimentar BioAnastrepha® (proteína hidrolisada de milho), que é uma fonte de proteína especificamente utilizada em conjunto com as armadilhas para monitorar mosca-das-fruta. Os atrativos foram utilizados na concentração de 5% (300 ml de solução/armadilha) e colocados dentro de uma armadilha Mc Phail (Steyskal, 1965).

As armadilhas foram instaladas um metro acima da superfície do solo e distribuídas no centro do campo experimental e espaçadas a 50 m de distância. Quando as plantas atingiam a altura da armadilha, esta era de maneira dinâmica, levantada, permanecendo sempre na altura do dossel da planta. Cada tratamento foi composto por oito armadilhas.

As armadilhas foram instaladas no campo quando a cultura tinha aproximadamente 30 dias de germinação.

As avaliações foram realizadas quatro dias após a implantação da armadilha e depois duas vezes

por semana. Após cada período de avaliação as armadilhas foram reabastecidas com uma nova solução de proteína bruta e reorganizadas no campo, seguindo sempre um padrão de blocos ao acaso.

Após a coleta, com o auxílio de uma tela de malha fina, os insetos foram removidos das armadilhas e em seguida, acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70%.

Os insetos capturados foram triados de acordo com a espécie e o sexo, no LACRI, com auxílio de um pincel de cerdas finas.

Em ambos os experimentos, os insetos foram devidamente identificados, sexados e armazenados em frascos de plástico contendo álcool 70%, etiquetados de acordo com a espécie e o sexo.

A identificação entre *E. eluta* e *E. mazorca* foi baseada nas diferenças morfológicas bem descritas entre espécies, tais como padrão de cor e distribuição das manchas nas asas, estrutura de cabeça e oviduto. A razão sexual (rs) foi calculada através da fórmula:

$$rs = \frac{n^{\circ} \text{ de fêmeas}}{n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}}$$

Ao final das avaliações, os frascos contendo os espécimes foram depositados no Museu Entomológico da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas.

Delineamento e análise estatística

Os dados obtidos foram analisados através do programa Microsoft Office Excel® Versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as áreas de cultivo foram encontradas apenas duas espécies de *Euxesta*: *E. eluta* e *E. mazorca*.

O número de insetos capturados nas armadilhas na área plantada com milho foi significativamente superior ao número de insetos capturados na área em que o trigo foi implantado. A razão entre *E. eluta* capturadas nas armadilhas implantadas na área em que a cultura do milho foi estabelecida, foi 3,7 vezes superior a mesma espécie capturada na área destinada a cultura do trigo. Já *E. mazorca* apresentou valores ainda superiores entre as duas culturas, já que a mesma apresentou-se em quantidade 7 vezes superior na cultura do milho em comparação com a cultura do trigo (**Figura 1**).

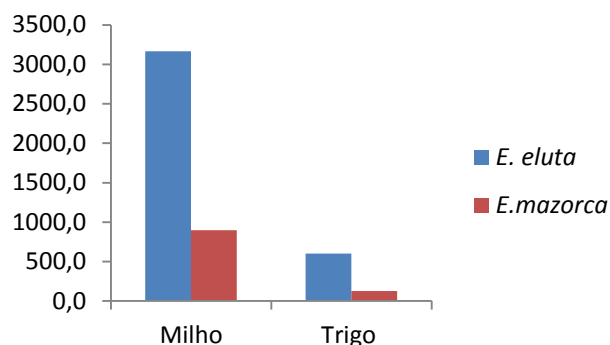


Figura 1. Numero médio de *E. eluta* e *E. mazorca* coletadas nas armadilhas implantadas nas áreas destinadas a cultura do trigo e do milho.

Na cultura do milho, *E. eluta* apresentou seu pico populacional no dia 16 de setembro com uma média de 683 indivíduos coletados no dia, já *E. mazorca* apresentou maior numero de indivíduos no dia 25 de setembro, com média de 138,1 indivíduos coletados na mesma situação.

As datas de pico populacional foram coincidentes com a data de pico produtivo da cultura do milho. Apesar das duas espécies se caracterizarem por serem pragas da espiga, as mesmas foram encontradas na cultura mesmo antes do período de produção e enchimento dos grãos (Figura 2).

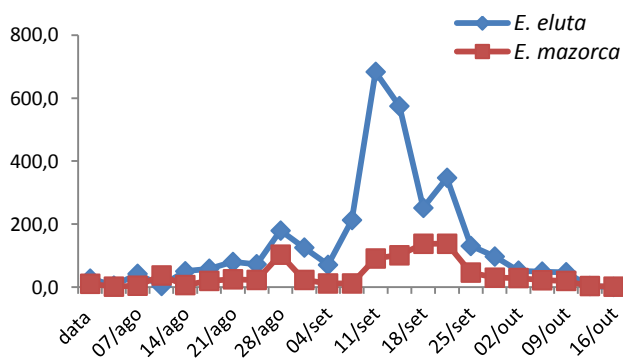


Figura 2. Pico populacional das duas espécies de *Euxesta* em armadilhas implantadas na cultura do milho.

Aproximadamente 78% de *Euxesta* coletadas no milho durante o experimento pertenciam à espécie *E. eluta*, e 22% pertenciam a espécie *E. mazorca*.

Euxesta eluta apresentou uma relação sexual de aproximadamente 1 macho para cada 4,05 fêmeas.

A razão sexual encontrada para *E. mazorca* foi levemente superior a razão sexual encontrada para *E. eluta*. A mesma apresentou uma proporção de 1 macho para 5,2 fêmeas encontradas no campo (Figura 3).

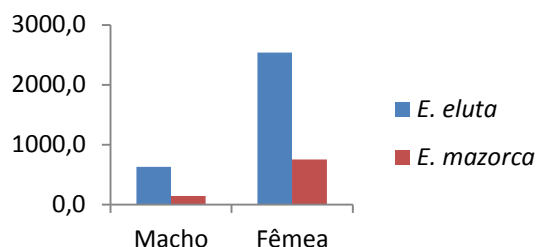


Figura 3. Proporção de machos e fêmeas de *E. eluta* e *E. mazorca* capturadas em armadilhas implantadas na cultura do milho.

Já na cultura do trigo, as duas espécies apresentaram picos populacionais em datas distintas, *E. eluta* apresentou-se em maior quantidade no dia 04 de setembro com um valor médio de 97,75 indivíduos coletados; entretanto, essa mesma espécie apresentou um segundo pico populacional no dia 16 de setembro, com aproximadamente 84,26 indivíduos coletados. *Euxesta mazorca* apresentou o seu pico populacional no dia 16 de setembro com uma média de 23,38 adultos coletados nas armadilhas (Figura 4).

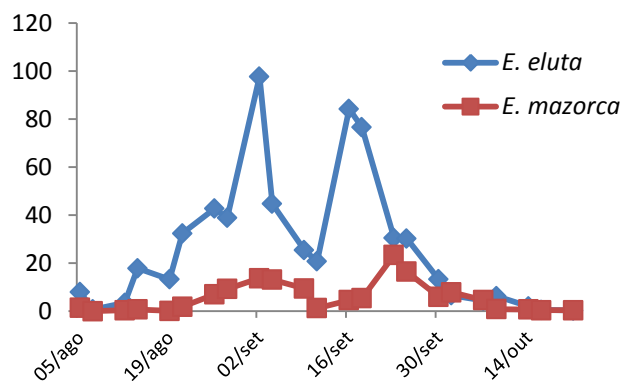


Figura 4. Pico populacional das duas espécies de *Euxesta* em armadilhas implantadas na cultura do trigo.

O número médio de *E. eluta* capturadas nas armadilhas foi fortemente superior ao numero de *E. mazorca* coletadas nas mesmas. Os 601,11 adultos de *E. eluta* capturados, correspondem a 82%, já os

18% restantes dos insetos capturados referem aos 129,35 adultos de *E. mazorca*.

Euxesta eluta mostrou-se com valores significativamente superiores de fêmeas em relação a machos, em uma razão sexual de 1:7,5 adultos. O número de *E. mazorca* machos encontrados foi de 5,3 vezes inferior ao número de fêmeas da mesma espécie (Figura 5).

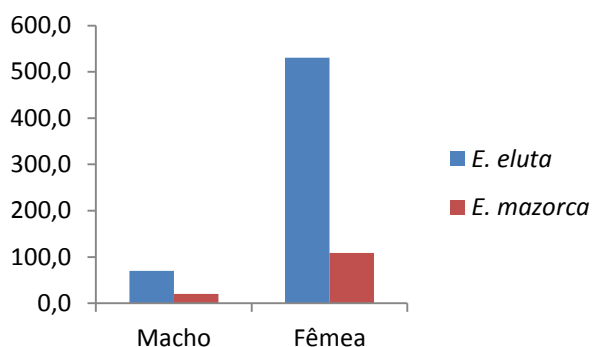


Figura 5. Proporção de machos e fêmeas de *E. eluta* e *E. mazorca* capturadas em armadilhas implantadas na cultura do trigo.

Em ambas as culturas foram encontradas apenas *E. eluta* e *E. mazorca*. O número de indivíduos coletados nas armadilhas encontradas nas áreas destinadas ao plantio de milho apresentaram-se superiores ao número de indivíduos coletados na área destinada ao trigo.

O número de indivíduos coletados em ambos os casos teve sua proporção diretamente relacionada ao estágio fenológico que as plantas apresentavam que ocorreu entre agosto e setembro, tanto na área plantada com o trigo como na área plantada com milho.

De acordo com Cruz et al. (2011), a suscetibilidade do milho e do trigo que se encontram no pico de sua fase produtiva, associada a atratividade da proteína usada no teste, podem explicar os picos populacionais em determinadas épocas.

Em ambas as culturas, o número de fêmeas coletadas nas armadilhas, foi superior ao número de machos.

No caso do milho, por se tratar de uma espécie oportunista, outro fator que deve ser considerado na justificativa da grande quantidade de *Euxesta* durante o pico produtivo, é a presença em quantidade significativa de *H. zea*, que é uma praga primária da espiga, facilitando, portanto a entrada e a oviposição da *Euxesta*, que aproveita dos danos causados por outras pragas para se estabelecer (Cruz et al., 2011). Além disso os plantios do milho se sucedem durante todo o ano na mesma área de

estudo. Fornecendo condições para o desenvolvimento de *Euxesta* spp.

Apesar da *Euxesta* não ser uma praga de trigo, a mesma é frequentemente vista nas áreas em que o trigo se encontra plantado.

Este trabalho não objetivou analisar os danos nas duas culturas, mas novos trabalhos devem ser feitos com a finalidade do conhecimento da alimentação dessas duas espécies na cultura do milho, e em especial, a fonte de alimentação usada quando o milho se encontra em estágios anteriores a produção da espiga, ou seja, antes do estágio de ataque dessa praga.

CONCLUSÕES

O atrativo Bio Anastrepha, utilizado mostrou-se de grande eficiência para atração de *E. eluta* e *E. mazorca*. O surgimento dos estilo-estigmas e enchimento dos grãos levam ao aumento da densidade populacional de *E. eluta* e *E. mazorca*.

A presença relativamente alta, especialmente de *E. eluta* na cultura do milho, sugere que a praga pode vir a ser uma praga chave em áreas de produção comercial. No entanto, não se pode desconsiderar a espécie *E. mazorca* antes de avaliar o potencial de cada uma em causar danos à planta

REFERÊNCIAS

CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; DIAS, A. M. P.; SARTO, M. C. L. D.; NUSSLY, G. S. Survey of ear flies (Diptera, Ulidiidae) in maize (*Zea mays* L.) and a new record of *Euxesta mazorca* Steyskal in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55 p. 102-108, 2011.

PEDROTTI, A., PAULETTO, E.A., GOMES, A.S., TURATTI, A.L. & CRESTANA, S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 709-715, 2003.

Injúrias causadas pela Broca-da-Cana em sorgo comercial e selvagem

Amanda Fernandes Guimarães⁽¹⁾; Nathalia C. Ramos Damasceno⁽²⁾; Lorena de O. Martins⁽²⁾; Simone M. Mendes⁽³⁾; José A. Santos Rodrigues⁽³⁾; Camila da S. Fernandes Souza⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Graduanda em Ciências Biológicas; Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM); Sete Lagoas; MG; amandafernandesg@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estagiárias; Embrapa Milho e Sorgo; nathalia-damasceno07@hotmail.com; lorena-71@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; simone.mendes@embrapa.br; avelino.rodrigues@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Mestranda em Entomologia; Universidade Federal de Lavras (UFLA); camilasfs4@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de variedades sorgo comerciais e selvagens quanto à infestação da *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) e subsidiar programas de melhoramento e estudos em biossegurança do sorgo. Para tanto, foram avaliados os genótipos com diferentes aptidões: BR007B, CMSS042, SP1096, BRS506, *Sorghum verticilliflorum* e CMSXS 912. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação e os parâmetros observados avaliados foram: intensidade de infestação, números de perfilhos, tamanho da galeria, na planta, além de biomassa e sobrevivência das lagartas. Os genótipos *Sorghum sudanense* (CMSXS 912) e *Sorgo verticilliflorum* apresentaram maior intensidade de infestação. O genótipo *S. verticilliflorum* apresentou maior número de perfilhos. No genótipo de *S. sudanense* (CMSX 912) observou-se maior tamanho de galeria e biomassa de larvas que nos demais genótipos.

Palavra chave: *Diatraea saccharalis*, pragas do sorgo, genótipos de sorgo, resistência de plantas

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma cultura de grande importância econômica, podendo ser utilizado como fonte de alimento humano e animal, na produção de bebidas alcoólicas, colas, tintas, extração de açúcar de seus colmos, forragem na nutrição de ruminantes, e também na produção de vassouras (RIBAS, 2003).

Diatraea saccharalis Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) é uma espécie de inseto-praga polífaga, cujos registros de ocorrência abrangem mais de 65 plantas hospedeiras (MENDES et al., 2012). Dentre as essas espécies, as gramíneas cultivadas, como milho, cana, cana-de-açúcar e sorgo são as culturas preferidas para oviposição (QUINTANA-MUNIZ & WALKER, 1970).

Esse inseto causa galerias no interior do colmo das plantas, o que dificulta a translocação de fotoassimilados e predispõe as plantas ao tombamento e acamamento. Na cana-de-açúcar a praga pode afetar diretamente na quantidade e pureza do caldo extraído, sendo que o rendimento de sacarose pode ser reduzido em 10 a 20% (CRUZ, 2007). No milho, a praga reduz o tamanho da planta, da espiga e do grão, interferindo diretamente na colheita mecânica (CRUZ, 2007). No sorgo, os principais prejuízos causados pela praga, vão desde o quebramento das plantas, devido às galerias causadas dentro dos colmos, ao consumo dos tecidos da planta diminuindo seu peso, encurtamento do entrenó ou morte da panícula, quando a infestação ocorre na região do pedúnculo (MENDES et al., 2012).

A ocorrência de *D. saccharalis* em sorgo é considerada como limitante para a cultura. Segundo WAQUIL (2008), é comum essa praga em tipos comerciais de sorgo com diferentes aptidões, sendo que o aumento de sua incidência pode ser consequência do crescimento das áreas com plantio direto. No sorgo sacarino, sua importância é destacada, pois além das injúrias supracitadas, causa redução da qualidade do caldo extraído da planta.

O intuito deste trabalho é fornecer subsídios aos programas de melhoramento e aos estudos em biossegurança do sorgo, através da compreensão do comportamento de diferentes variedades comerciais e selvagens quanto à infestação desse inseto praga. Para tanto, foram avaliados os genótipos com diferentes aptidões: BR007B, CMSS042, SP1096, BRS506, *Sorghum verticilliflorum* e CMSXS 912.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 19°28' latitude sul e longitude 44°15'08" W GrW. Foram utilizados seis

tratamentos com 13 repetições cada, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram os diferentes genótipos de sorgo: granífero (BR007B, CMSS042), vassoura (SP1096), sacarino (BRS506), sorgo selvagem (*Sorghum verticilliflorum*) e *Sorghum sudanense* (CMSXS 912). Em cada tratamento, sete vasos foram selecionados ao acaso e infectados artificialmente com *D. saccharalis*. O plantio foi realizado no dia 18 de março de 2016, sendo o início da germinação quatro dias após. O desbaste das plantas ocorreu nove dias após o plantio mantendo-se três plantas por vaso, já a infestação artificial com larvas recém-eclodidas de *D. saccharalis* ocorreu 15 dias após o plantio. As plantas estavam no estágio de EC-1, entre quatro e seis folhas desenvolvidas. As larvas recém-eclodidas foram obtidas através de colônia mantida no laboratório de entomologia. A infestação de duas larvas por planta foi realizada em sete vasos de cada genótipo avaliado, distribuídos aleatoriamente na casa de vegetação, totalizando seis larvas por vaso.

Semanalmente avaliou-se o número de perfilhos. A avaliação de injúrias ocorreu após sete semanas do início do experimento, quando as plantas encontravam-se no estágio EC-2, entre oito a nove folhas desenvolvidas. Para isso, as plantas foram cortadas rente ao solo, abertas longitudinalmente para se detectar e quantificar o dano da praga, anotando-se os seguintes parâmetros: número total de internódios; número de internódios brocados; tamanho da galeria (cm); número de galerias; tamanho da planta (cm); número de lagartas encontradas. A intensidade de infestação foi calculada pela fórmula $II (\%) = (100 \times N^\circ \text{ de internódios brocados}) / N^\circ \text{ total de internódios}$. Após análise de variância as médias foram comparadas entre si por teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da intensidade de infestação apontou diferença significativa entre os genótipos (Figura 1). O genótipo de *Sorghum sudanense* (CMSXS 912) apresentou maior intensidade de infestação, seguido do *Sorghum verticilliflorum*, vassoura (SP1096) e sacarino (BRS506), o que indica que essas cultivares são mais suscetíveis a esse inseto praga. Os genótipos de sorgo granífero (BR007B, CMSS042) apresentaram menor intensidade de infestação.

O genótipo de *S. sudanense* (CMSXS 912) apresentou maior tamanho de galeria do que os demais genótipos (Figura 2), sendo 1,7 vezes

maior que o tamanho médio da galeria em sorgo selvagem (*S. verticilliflorum*) e 5,5 vezes maior que em sorgo sacarino. Segundo Mendes et al, (2014) a galeria causada pelo inseto dificulta o transporte de fotoassimilados. Assim, em condições de infestação natural desse inseto-praga, pode-se inferir que os genótipos *S. sudanense* e sorgo selvagem foram menos tolerantes que os demais, uma vez que além de maior intensidade de infestação, apresentaram galerias maiores. Além disso, evidenciou-se que o sorgo sacarino (BRS 506) apresentou medidas contraditórias, pois apesar de grande intensidade de infestação (Figura 1), apresentou menores galerias que os demais genótipos avaliados (Figura 2).

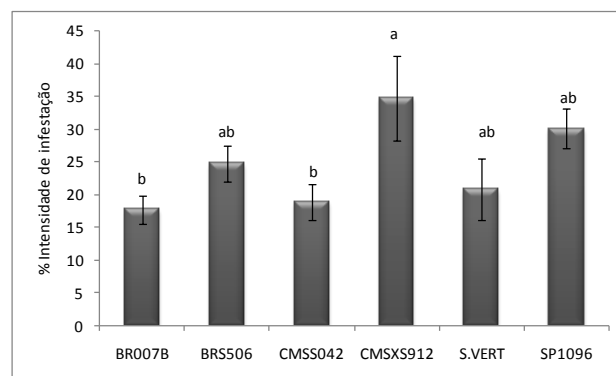


Figura 1 – Intensidade de infestação (II) média de *Diatraea saccharalis* (\pm ep) em diferentes genótipos de sorgo. Sete Lagoas, maio de 2016. Médias ($P=0.0029$), seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

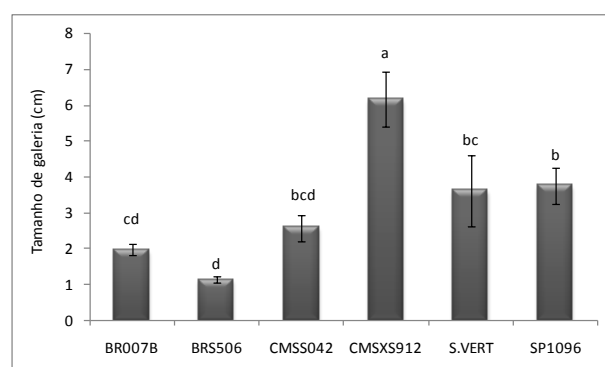


Figura 2 – Tamanho de galeria média (\pm ep) em diferentes genótipos de sorgo. Sete Lagoas, maio de 2016. Médias ($P=0.0029$), seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Houve diferença significativa para sobrevivência das larvas *D. saccharalis* nos

diferentes genótipos de sorgo avaliados, sendo que o sorgo sacarino (BRS506) proporcionou menor percentual de sobrevivência e o granífero (BR007B) o maior percentual de sobrevivência das lagartas, seguido do *S. verticilliflorum*. Novamente indicando uma elevada suscetibilidade do sorgo selvagem à praga (Figura 3).

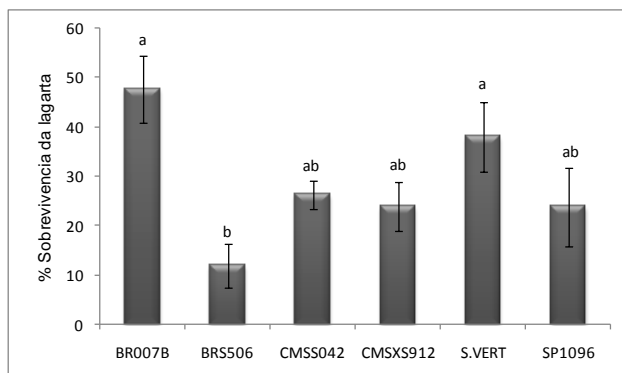


Figura 3 – Sobrevivência da lagarta (\pm erro padrão) em diferentes genótipos de sorgo. Sete Lagoas, maio de 2016. Médias ($P=0.0029$), seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A biomassa das larvas também apresentou diferença significativa. Os genótipos *S. sudanense* (CMSXS 912) e *S. verticilliflorum* apresentaram maior biomassa que os demais (Figura 4). Já os genótipos BRS506 e BR007 apresentaram menor biomassa. Assim, de maneira análoga aos demais parâmetros observados, o *S. verticilliflorum* mostrou-se mais sensível a praga, resultando larvas de maior biomassa que os demais.

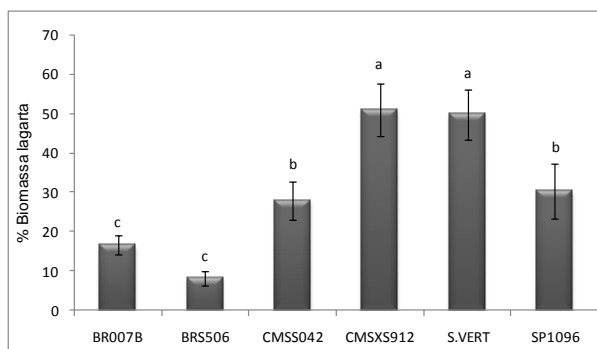


Figura 4 – Biomassa da lagarta (\pm erro padrão) em diferentes genótipos de sorgo. Sete Lagoas maio de 2016. Médias ($P=0.0029$), seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Quando avaliado o número de perfilhos dos diferentes genótipos, com e sem infestação da praga, constatou-se que aqueles genótipos com maior aptidão para o perfilhamento, CMSXS912 e

S. verticilliflorum, mantiveram a mesma expressão fenotípica de perfilhamento independentemente da infestação da praga. O único genótipo que aumentou o perfilhamento na presença da praga foi o SP1096, nesse caso as larvas quebraram a dominância apical, forçando o perfilhamento da planta (Figura 5).

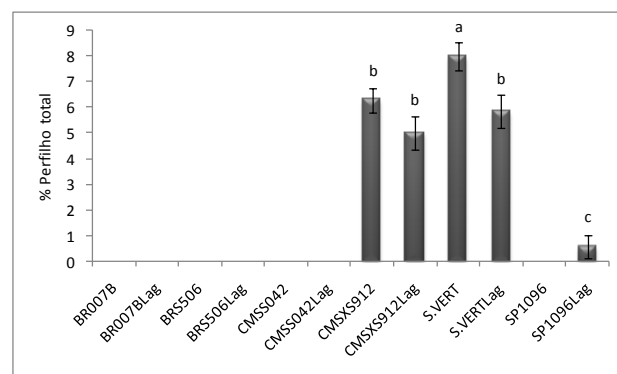


Figura 5 – Total de perfilho em diferentes genótipos de sorgo, com (Lag) e sem lagarta. Dados em média de perfilhamento (\pm erro padrão) avaliados em Sete Lagoas, maio de 2016. Médias ($P=0.0029$), seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Conhecer o comportamento dos diferentes tipos de sorgo, frente à infestação de *D. saccharalis* é importante não apenas para aplicação em programas de melhoramento, como subsidia a questão da biossegurança dessa cultura. Apesar de o sorgo ser uma planta autógama, ocorrem muitas vezes altas taxas de fecundação cruzada (SCHAFFERT e RODRIGUES, 2014), podendo receber pólen de indivíduos "selvagens", como o *S. sudanense* ou o *S. verticilliflorum*, e outros genótipos melhorados. Assim, caso seja geneticamente modificado por transgenia, o pólen pode migrar e fecundar os diferentes tipos de sorgo. Os resultados de MUTEGI et al. (2012) indicaram que o fluxo gênico em sorgo é assimétrico, com maiores taxas de fluxo do sorgo cultivado para o sorgo selvagem do que o contrário. Portanto, em teoria, o pólen de um sorgo geneticamente modificado (GM) poderá fluir para um parente "não cultivado" do sorgo, como no caso do *S. verticilliflorum* e isso conferirá uma vantagem adaptativa ao sorgo selvagem e dano, em relação ao que não recebeu o pólen (GM), sobretudo se o pólen conferir resistência a lepidopteros- praga.

CONCLUSÃO

O genótipo da espécie selvagem *S. sudanense* (CMSXS 912) apresenta maior tamanho de galeria, maior intensidade de infestação e maior biomassa larval que os demais genótipos avaliados, sendo, portanto, mais suscetível à *D. saccharalis*.

REFERÊNCIAS

CRUZ Ivan, 2007: **A Broca da Cana-de-Açúcar, *Diatraea saccharalis*, em Milho, no Brasil**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/476711/1/Circ90.pdf>>. Acessado em: 5 jun. 2016.

MENDES Simone Martins; VIANA Paulo Afonso; WAQUIL José Magid, et al. 2012: **Manejo Integrado de Pragas em Sorgo Sacarino**. Disponível em <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/951338/1/Manejointegrado7.pdf>>. Acessado em: 11 jun. 2016.

MENDES Simone Martins; VIANA Paulo Afonso; CRUZ Ivan et al.; 2014: **Controle de Pragas**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/940429/1/Doc139Controlepragas.pdf>>. Acessado em: 5 jun. 2016.

MUTEGI, E.; SAGNARD, F.; LABUSCHAGNE, M.; HERSELMAN, L.; SEMAGN, K.; DEU, M.; VILLIERS, S.; KANYENJI, B.; MWONGERA, C.; TRAORE, P.; KIAMBI, D. Local scale patterns of gene flow and genetic diversity in a crop-wild-weedy complex of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under traditional agricultural field conditions in Kenya. *Conservation Genetics*, v. 13, n. 4, p.1059-1071, 2012.

QUINTANA-MUNIZ, . WALKER, D. W., **Oviposition preference by gravid sugarcane borer moths in Puerto Rico. (completar a citação)**

RIBAS Paulo Motta, 2003: **Sorgo: Introdução e Importância Econômica**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>>. Acessado em: 5 jun. 2016.

SCHAFFERT, R.E., RODRIGUES, J.A.S. **Fluxo gênico em sorgo**. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). *Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global*. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. cap. 26, p. 279-299

WALQUIL José Magid, 2008: **Manejo de pragas na cultura do sorgo**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491922/4/pragas.pdf>>. Acessado em: 5 jun. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Monitoramento da *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho Bt

Caio Leão Dantas¹; Cleidiane Rodrigues de Oliveira²; Priscila Marques de Paiva²; Fernando Hercos Valicente²;

¹Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; email: caioleao94@hotmail.com;

²Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ²Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei;

²Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; email: fernando.valicente@embrapa.br

RESUMO: A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é a principal praga da cultura do milho (*Zea mays*), atacando a planta desde sua emergência até espigas em formação, causando severos prejuízos. Este experimento teve como objetivo monitorar a ocorrência da lagarta do cartucho e seus parasitoides em milho Bt, expressando diferentes proteínas. O experimento ocorreu na safra 2015/2016, em Janaúba – MG. O delineamento foi de blocos casualizados, com 18 tratamentos e quatro repetições, sendo utilizados sete híbridos de milho Bt (DKB 390 YG (Cry1Ab), Impacto TL(Cry1Ab), Herculex(Cry1F), VTPRO(Cry1A.105 e Cry2Ab2), VTPROII(Cry1A.105 e Cry2Ab2), PowerCore(Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1F) e Impacto Viptera(Vip3Aa2), suas respectivas isolinhas não Bt e, isolinhas pulverizadas com inseticida químico. Foram realizadas duas amostragens, sendo a primeira 20 dias após a emergência do milho e a segunda 40 dias após, sendo amostradas 25 plantas de cada parcela perfazendo um total de 50 plantas/tratamento. As lagartas encontradas nas plantas foram criadas em laboratório. Cada lagarta foi individualizada em recipientes plásticos de 50ml com dieta artificial, sendo monitoradas durante todo seu ciclo ou emergência de parasitoides. No total foram coletadas 4366 lagartas de *S. frugiperda* em Janaúba. A lagarta do cartucho ocorreu mais frequentemente nos híbridos Herculex (12,23%) e Impacto TL (10,70%), e menos frequentemente no Impacto Viptera (0,53%). Os híbridos DKB390 YIELDGARD, PowerCore, VTPROII e VTPRO

apresentaram uma incidência de lagartas de 2,57%, 2,77%, 2,95% e 3,14%, respectivamente. Foi observada a incidência de 569 parasitoides, sendo que 310 não emergiram. Os híbridos transgênicos apresentaram 34,9% do total de lagartas, enquanto as isolinhas não pulverizadas 65,1%. Nas isolinhas pulverizadas com químico não foram encontradas lagartas. Nos transgênicos o percentual de parasitismo foi de 13,3% e nas isolinhas 12,8%. Os resultados demonstram a ocorrência de possíveis lagartas resistentes aos híbridos de milho Bt, e seus inimigos naturais, grandes aliados para um manejo integrado (MIP) de sucesso da lagarta do cartucho.

Termos de indexação: lagarta do cartucho, milho Bt, parasitoides

INTRODUÇÃO

A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é a principal praga da cultura do milho no Brasil, atacando a planta desde sua emergência até a formação das espigas, causando severos prejuízos. O milho Bt é uma planta transgênica, que expressa proteínas do *Bacillus thuringiensis*, que possui atividade inseticida que visa minimizar os danos causados por pragas em lavouras de milho. O objetivo deste trabalho foi monitorar a ocorrência da lagarta-do-cartucho e a incidência de parasitoides em milho Bt expressando diferentes proteínas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi plantado em Janaúba-MG, na safra 2015/2016, com dezoito tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados sete híbridos de milho Bt (DKB 390 YG (Cry1Ab), Impacto TL(Cry1Ab), Herculex(Cry1F), VTPRO(Cry1A.105 e Cry2Ab2), VTPROII(Cry1A.105 e Cry2Ab2), PowerCore(Cry1A.105,Cry2Ab2 e Cry1F) e Impacto Viptera(Vip3Aa2), expressando diferentes proteínas, suas respectivas isolinhas e suas isolinhas pulverizadas com inseticida químico. Foram realizadas duas amostragens no campo, sendo coletadas 25 plantas por parcela. Cada lagarta coletada (**Figura 1**) foi individualizada em recipientes plásticos de 50ml com dieta artificial e criadas em laboratório, sendo observadas durante todo seu ciclo ou emergência de parasitoides (**Figura 2**).



Figura 1. *Spodoptera frugiperda* e dano na folha de milho.



Figura 2. Monitoramento das lagartas coletadas.

Nas isolinhas não Bts foram encontradas 65,1% do total das lagartas de *S. frugiperda* amostradas, enquanto nos milhos Bts foram encontradas 34,9%. No total foram coletadas 4366 lagartas de *S. frugiperda* em Janaúba (**Figura 3**). A lagarta do cartucho ocorreu mais frequentemente nos híbridos Herculex (12,23%) e Impacto TL (10,70%), e menos frequentemente no Impacto Viptera (0,53%). Os híbridos DKB390 YIELDGARD, PowerCore, VTPROII e VTPRO apresentaram uma incidência de lagartas de 2,57%, 2,77%, 2,95% e 3,14%, respectivamente. Foi observada a incidência de 569 parasitoides. Nas isolinhas pulverizadas com químico não foram encontradas lagartas. Parasitoides encontrados foram *Archytas* sp., *Campoletis* sp., *Chelonus* sp., *Eiphosoma* sp., *Cotesia* sp. e parasitoides da ordem Diptera e Hymenoptera não identificados quanto à espécie, sendo que 310 parasitoides não atingiram a fase adulta. No milho Bt o parasitismo foi de 13,3%, e nas isolinhas foi de 12,8%. Os parasitoides *Eiphosoma* sp., *Chelonus* sp., *Cotesia* sp., e *Archytas* sp. foram os mais frequentes com 33,8%, 30%, 17,3% e 14,2%, respectivamente, sendo que o *Campoletis* sp. causou 1,9% de parasitismo. Já os parasitoides das ordens Diptera e Hymenoptera (1 e 2), foram os menos frequentes, apresentando um percentual de incidência de 0,4%, 0,8% e 1,2%.

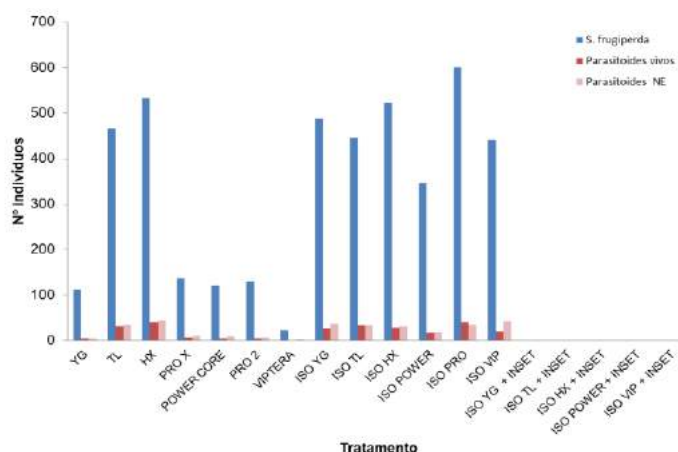


Figura 3. Ocorrência da lagarta do cartucho e seus parasitoides em milho Bt, em Janaúba –MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram a ocorrência de possíveis lagartas resistentes à atividade inseticida dos híbridos de milho Bt. Os híbridos Herculex (Cry1F) e Impacto TL (Cry1Ab) foram os que apresentaram o maior número de lagartas, e o Impacto Viptera (Vip3Aa2) o que apresentou menor frequência de lagartas. O parasitismo comprovou ser um grande aliado no manejo da *S. frugiperda* tanto nos híbridos de milho Bt, quanto em suas isolinhas.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

SILOTO, R. C. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH,1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM GENÓTIPOS DE MILHO. 2002. 105 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R.; VASCONCELOS, M. J. V.; FIGUEIREDO, J. E. F.; PAIVA, E. Identificação através de PCR dos genes *CryI* de cepas de *Bacillus thuringiensis* Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 29, n. 1, p. 147-153, .2000



Monitoramento de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho Bt

Cleidiane Rodrigues de Oliveira⁽¹⁾; Caio Leão Dantas⁽²⁾; Priscila Marques de Paiva⁽³⁾; Dalila Dominique Duarte Rocha⁽⁴⁾; Fernando Hercos Valicente⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del – Rey (UFSJ) *campus* Sete Lagoas; MG; cle.oliveira06@gmail.com;

⁽²⁾ Estudante; (UFSJ) *campus* Sete Lagoas, MG; caioleao94@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante; (UFSJ) *campus* Sete Lagoas, MG; primarques11@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduada em Biotecnologia; Faculdade Ciências da Vida; Sete Lagoas-MG ⁽⁵⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; fernando.valicente@embrapa.br.

RESUMO: A lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* é uma das principais pragas do milho. O trabalho teve como objetivo monitorar a ocorrência de lagartas *H. zea* no milho expressando diferentes proteínas de *Bacillus thuringiensis* (milho Bt). O experimento ocorreu na safra agrícola de 2015/2016, na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas e Nova Porteirinha Minas Gerais, em delineamento de blocos casualizados com 18 tratamentos e 4 repetições, sendo utilizados híbridos de milho Bt (DKB 390 YG, Fórmula TL, MORGAN 20A 78 Herculex, DKB 390 VTPRO, DKB 390 VTPRO2, Impacto Viptera e 2B587 Power Core), suas respectivas isolinhas não-Bt e, isolinhas pulverizadas com inseticida químico. Foi realizada uma coleta na fase de grão leitoso, em 10 plantas de cada parcela. No milho Impacto Viptera não foram encontradas lagartas em Sete Lagoas e Nova Porteirinha, e no DKB VTPRO2 em Nova Porteirinha não foram encontradas lagartas, no entanto, em Sete Lagoas coletadas 27 lagartas (4,19%). Os milhos transgênicos que mais apresentaram lagartas foram os Impacto com 67 lagartas, e DKB 390 com 57 lagartas na cidade de Sete Lagoas. Em Nova Porteirinha o Herculex com 10 lagartas. Todas as isolinhas com inseticida química apresentaram lagartas. Não foram encontrados parasitoides nessa safra agrícola. A ocorrência da lagarta da espiga foi maior em Sete Lagoas do que em Nova Porteirinha na safra 2015/2016. Não foi encontrada nenhuma lagarta no milho Bt Viptera, em Sete Lagoas e nem em Nova Porteirinha.

Termos de indexação: Lagarta-da-espiga, incidência, milho Bt.

INTRODUÇÃO

A lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada uma das pragas de maior importância econômica para a agricultura mundial. No Brasil, Carvalho (1980) constatou que as infestações de *H. zea* são de até 96,3% das espigas de milho.

Helicoverpa zea inicia seu dano alimentando-se dos estigmas, quando os cabelos do milho começam a secar, inicia-se o ataque nos grãos de milho. Se o ataque for intenso nos estigmas, a fertilização pode ser comprometida, causando falhas de grãos dentro da espiga. A lagarta quando se alimenta dos grãos leitosos, deixa orifícios, facilitando a entrada de microrganismos. (Valicente, 2015).

O controle da *H. zea* é feito exclusivamente com a utilização de inseticidas, sendo a eficiência deste método, muito baixa. Isto se deve ao fato das lagartas, encontrarem-se protegidas no interior das espigas. Além disso, provoca um efeito negativo no equilíbrio biológico existente entre o inseto-praga e seus inimigos naturais. (Cruz, 2002).

O controle biológico para esta praga se dá pelo uso de inimigos naturais como a tesourinha *Doru* spp., que é o predador de ovos e lagartas, além do parasitoide de ovos *Trichogramma* spp.

O trabalho teve como objetivo monitorar a ocorrência de lagartas *H. zea* no milho Bt, expressando diferentes proteínas de *Bacillus thuringiensis*.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento ocorreu na safra agrícola de 2015/2016, na Embrapa Milho e Sorgo em Sete

Lagoas e Nova Porteirinha – MG, com distância de 75 Km e 561 Km de Belo Horizonte respectivamente, em delineamento de blocos casualizados com 18 tratamentos e 4 repetições, sendo utilizados os híbridos de milho Bt: DKB 390 YG® (Cry1Ab), Fórmula TL® (Cry1Ab), MORGAN 20A 78 Herculex® (Cry1F), DKB 390 VTPRO (Cry1A.105 e Cry2Ab2), DKB 390 VTPRO2® (Cry1A.105 e Cry2Ab2), Impacto Viptera® (Vip3Aa20) e 2B587 Power Core® (Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F), suas respectivas isolinhas não-Bt e, isolinhas pulverizados com inseticida químico. A coleta de lagartas foi realizada na fase de grão leitoso, em 10 plantas de cada parcela, num total de 40 espigas. Todas as lagartas encontradas foram criadas em bandejas plásticas com dieta artificial e monitoradas em laboratório até o aparecimento de parasitoides e/ou dos adultos para confirmação da espécie (**Figura 1 a e b**).



Fonte: Priscila M. Paiva

Figura 1. (a) Dano na espiga pela lagarta *Helicoverpa zea* **(b)** *Helicoverpa zea* com dieta artificial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 722 lagartas de *H. zea* nas duas cidades. Em Sete lagoas foram encontradas 645 lagartas e em Nova Porteirinha 77 lagartas.

Em Sete Lagoas (**Figura 2**), dentre os transgênicos, não foi encontrada nenhuma lagarta no Viptera, no TL foi registrado o maior número de lagartas um total de 29 (4,50%), seguido do Herculex e YG com 26 lagartas (4,03%). Nas isolinhas não Bt o que apresentou o maior número de lagartas foi a isolinha do Viptera com de 64 (9,92%), seguido pelo DKB 390 que é a isolinha dos VTPROs, o 2B587 e a isolinha do YG, apresentaram 57 (8,84%), 49 (7,60%), 48 (7,44%) lagartas, respectivamente.

Na cidade de Nova Porteirinha (**Figura 3**), os

transgênicos VTPRO 2 e Viptera não apresentaram lagartas em suas espigas, porém foram coletadas 10 lagartas (12,99%) no Herculex. A isolinha DKB 390 apresentou 8 lagartas (10,39%), seguido do Fórmula e Impacto, com 6 lagartas (7,79). Ainda há proteção de determinadas proteínas Bt para a lagarta da espiga do milho, como a proteína Cry1Ab e Vip.

Foram encontradas lagartas em todos os isolinhas com aplicação de inseticida químico, isto pode ser devido ao fato da lagarta se encontrar no interior da espiga ficando protegida.

A **Figura 4** mostra que foram encontradas 283 lagartas em Sete Lagoas e 32 em Nova Porteirinha nas isolinhas não Bt. Deste modo as parcelas testemunhas com isolinhas funcionam como uma área de refúgio.

Durante a safra avaliada não foi encontrado nenhum parasitoide nas lagartas amostradas.

CONCLUSÕES

A ocorrência da lagarta da espiga (*H. zea*) é maior em Sete Lagoas do que em Nova Porteirinha na safra 2015/2016.

Nas duas localidades, o híbrido Bt Viptera não apresenta ocorrência de lagartas.

AGRADECIMENTOS



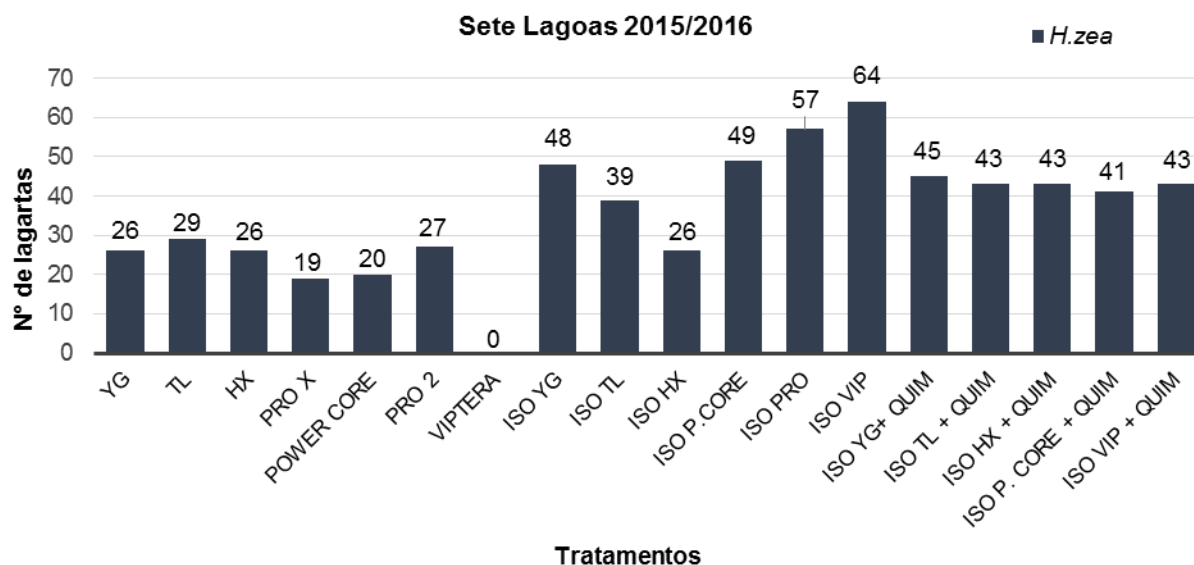
REFERÊNCIAS

- CARVALHO, R. L. P. **Pragas do milho:** Melhoramento e produção de milho no Brasil. In Paterniani, ed. Piracicaba: Fundação Cargill, 1980. p. 505-570.
- CRUZ, I. *Lepidoptera como praga de milho*. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p.
- CRUZ, I. *Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico*. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2008. 192 p.
- VALICENTE, F. H. *Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho*. **Circular Técnica**, 208. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo, 2015. p. 1-13.



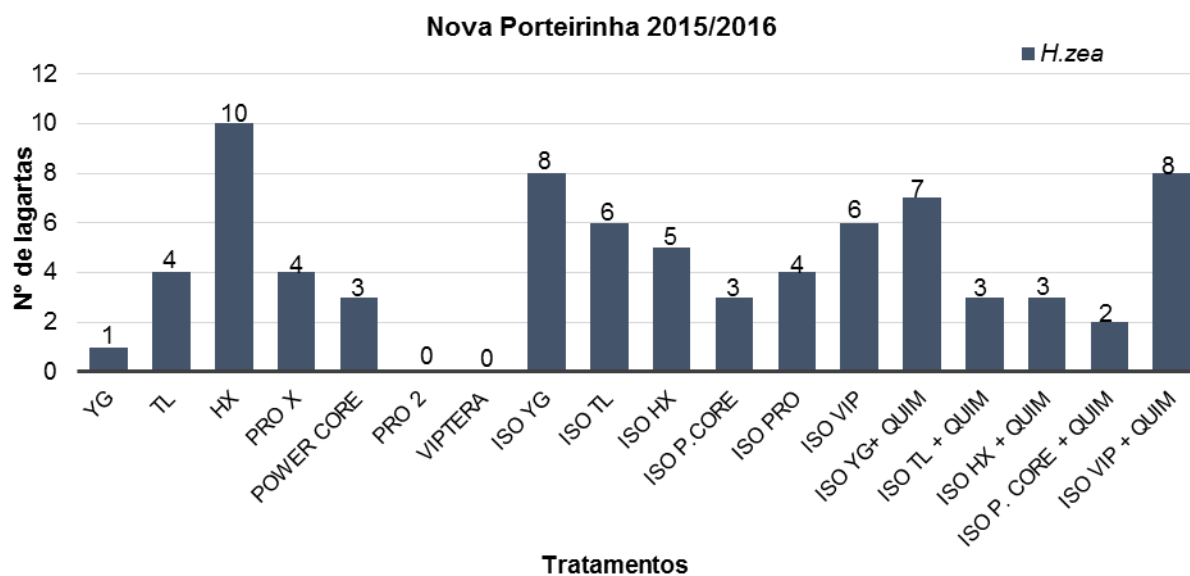
XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"



Tratamentos

Figura 2. Número de lagartas *Helicoverpa zea* encontradas em cada tratamento de milhos transgênicos, isolinhas não Bt e isolinhas com inseticida químico na safra 2015/2016 em Sete Lagoas.



Tratamentos

Figura 3. Número de lagartas *Helicoverpa zea* encontradas em cada tratamento de milhos transgênicos, isolinhas não Bt e isolinhas com inseticida químico na safra 2015/2016 em Nova Porteirinha.

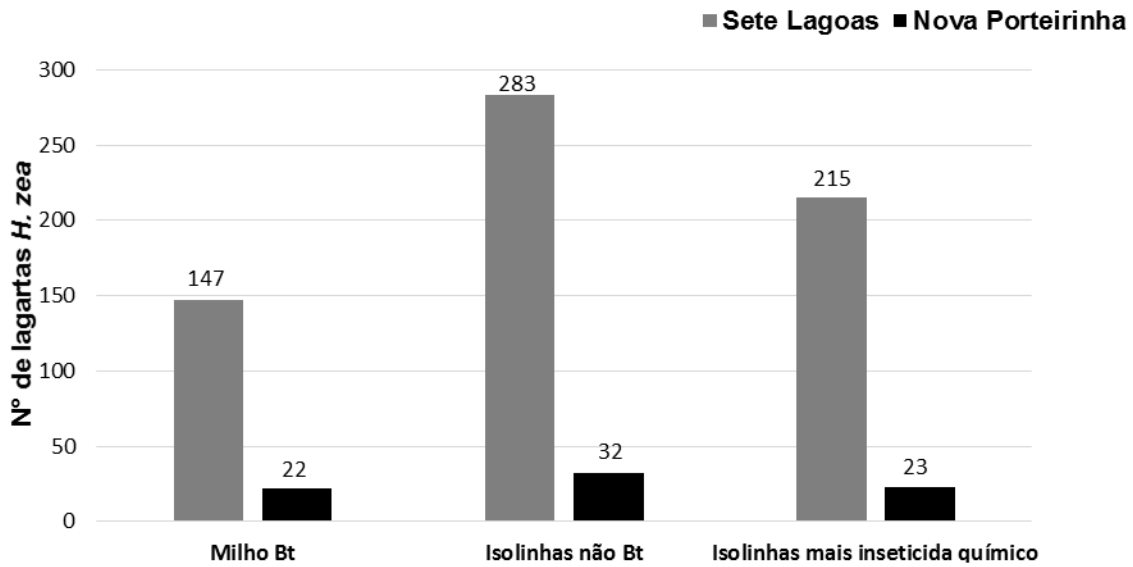


Figura 4. Número de lagartas *Helicoverpa zea* nos tratamentos na safra 2015/2016.

Monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em área de refúgio e ocorrência de parasitoides

Cleidiane Rodrigues de Oliveira⁽¹⁾; Caio Leão Dantas⁽²⁾; Priscila Marques de Paiva⁽³⁾; Dalila Dominique Duarte Rocha⁽⁴⁾; Fernando Hercos Valicente⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del – Rey (UFSJ) *campus* Sete Lagoas; MG; cle.oliveira06@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante; (UFSJ) *campus* Sete Lagoas, MG; caioleao94@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante; (UFSJ) *campus* Sete Lagoas, MG; primarques11@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduada em Biotecnologia; Faculdade Ciências da Vida; Sete Lagoas-MG ⁽⁵⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; fernando.valicente@embrapa.br.

RESUMO: A lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, é uma das principais pragas da cultura do milho, e pode reduzir a produção entre 34 e 52%. O objetivo foi monitorar a ocorrência de *S. frugiperda* no milho Bt e na área de refúgio com milho isolinha, avaliando os parasitoides naturais dessa praga. O experimento ocorreu em campo, na safra 2015/2016 em Sete Lagoas-MG, com o plantio em blocos casualizados, sendo 2 tratamentos e 4 repetições. No primeiro tratamento utilizou-se o híbrido Bt DKB 390 VTPRO e sua isolinha não – Bt, enquanto o segundo, o 2B587 HX e isolinha. Foram feitas duas coletas de plantas de milho no 30º e 45º dia após o plantio em 25 plantas de cada parcela. As lagartas de *S. frugiperda* foram levadas para o laboratório e monitoradas até a emergência dos parasitoides e/ou adultos. Do total de lagartas coletadas (1154), o híbrido Bt HX apresentou maior número de *S. frugiperda* (25%) em relação ao Bt VTPRO (12%). Suas isolinhas obtiveram 32,8% e 30,2% de lagartas, respectivamente. Os parasitoides de maior ocorrência foram *Archytas* sp. (42,3%), *Eiphosoma* sp. (12,4%) e *Chelonus* sp. (6,2%). O híbrido Bt Hx (Cry 1 F) apresenta maior número de lagartas coletadas em relação ao VTPRO (Cry1A.105e Cry2Ab2). De todos os tratamentos, há maior número de *S. frugiperda* nas isolinhas não-Bt, o que demonstra a eficiência da utilização da área de refúgio. Observa-se ocorrência de parasitoides nos híbridos Bt e suas respectivas isolinhas.

Termos de indexação: lagarta-do-cartucho, hospedeiro alternativo, inimigos naturais.

INTRODUÇÃO

A lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, é uma das principais pragas da cultura do milho, e pode reduzir a produção entre 34 e 52%. Tem ocorrência em mais de 100 plantas, entre elas soja, sorgo, arroz, algodão, pastagem, entre outros (Valicente, 2015).

As larvas recém-eclodidas já se alimentam das folhas raspando-as, deixando só a epiderme membranosa. Quando esta passa para o segundo instar, ela começa a furar as folhas, indo para o cartucho da planta, permanecendo até o estágio de pupa (Cruz, 2010).

Segundo Mendes et al. (2011) a área de refúgio consiste em uma semeadura de parte da lavoura, cultivada com milho Bt, milho isolinha com todas as características do milho Bt mas sem a proteína.

Existem outros meios alternativos para reduzir a população dessa praga como o controle biológico através de inimigos naturais conhecidos como parasitoides, mas exige conhecimento das espécies frequência e ocorrência das mesmas, sua longevidade, biologia e potencial de parasitismo (Valicente, 1989).

O objetivo foi monitorar a ocorrência de *S. frugiperda* no milho Bt e na área de refúgio com milho isolinha, avaliando os parasitoides naturais dessa praga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu em campo, na safra 2015/2016 em Sete Lagoas-MG, com o plantio em

blocos casualizados, sendo 2 tratamentos e 4 repetições. No primeiro tratamento utilizou-se o híbrido Bt DKB 390 VTPRO (Cry1A.105 e Cry2Ab2) e sua isolinha não – Bt, enquanto o segundo, o 2B587 HX (Cry 1F) e isolinha.

Realizaram-se duas coletas de plantas de milho no 30º e 45º dia após o plantio em 25 plantas de cada parcela. As lagartas de *S. frugiperda* foram encaminhadas para o laboratório e criadas em bandejas plásticas com dieta artificial. Estas foram monitoradas até a emergência dos parasitoides e/ou adultos.

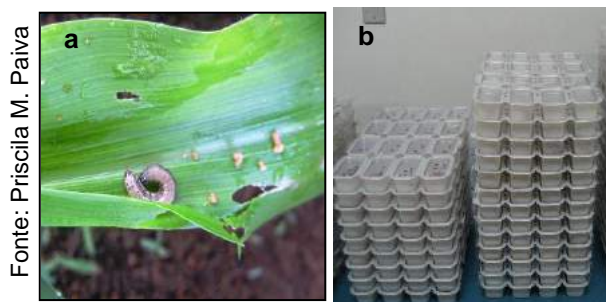


Figura 1. (a) Lagarta de *Spodoptera frugiperda* na folha de milho, (b) Bandejas com dieta artificial para monitoramento das lagartas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de lagartas coletadas (1154), o híbrido Bt HX apresentou maior número de *S. frugiperda* (25%) em relação ao Bt VTPRO (12%). Suas isolinhas obtiveram 32,8% e 30,2% de lagartas, respectivamente (**Figura 2**).

Quanto aos tratamentos, o primeiro (HX e sua isolinha) obteve o total de 667 lagartas. Destas, 43,2% foram coletadas no milho Bt HX, enquanto 56,8% na respectiva isolinha. No segundo tratamento, o híbrido VTPRO apresentou o total de 487 lagartas. Neste milho Bt houve menor número de *S. frugiperda* (28,5%) em relação à sua isolinha (71,5%).

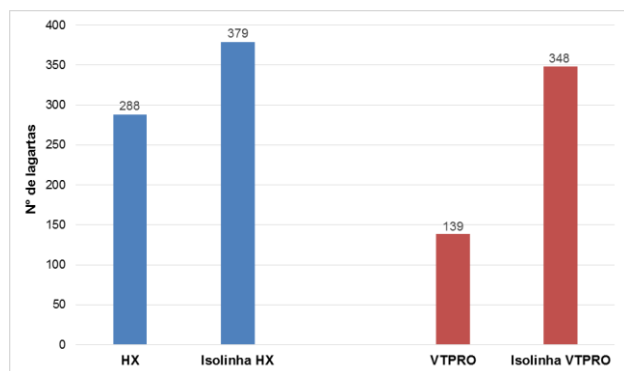
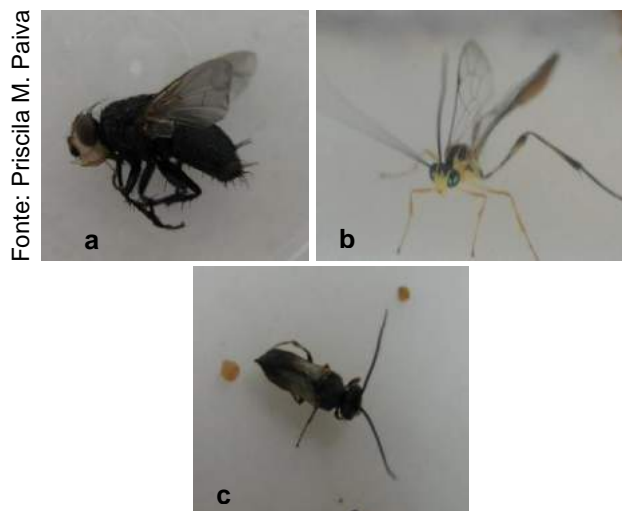


Figura 2. Número total de lagartas de *Spodoptera frugiperda* nos tratamentos HX mais isolinha não-Bt e VTPRO mais respectiva isolinha.

O híbrido HX (Cry1F) obteve uma menor eficiência na proteção da cultura contra a *S. frugiperda*. O milho Bt VTPRO (Cry1A.105e Cry2Ab2) é “piramidado”, apresentando uma junção de proteínas inseticidas para o controle de pragas, o que possibilita uma maior proteção a cultura.

Em relação as isolinhas dos dois tratamentos, estas apresentaram maior número de lagartas quando comparadas ao milho Bt. Estes híbridos não-Bt atuaram como área de refúgio para manter as pragas sensíveis à toxina Bt, visando a durabilidade da tecnologia (Mendes et al., 2011).

Os parasitoides de maior ocorrência foram *Archytas* sp. (42,3%), *Eiphosoma* sp. (12,4%) e *Chelonus* sp. (6,2%) (**Figura 3**). Em geral, observou-se ocorrência de parasitoides em todos os híbridos (Bt e não-Bt), porém o maior número desses indivíduos foi observado nas isolinhas não-Bt. Segundo Tian et al. (2014), não foi observado



nenhum efeito prejudicial do milho Bt na ocorrência de parasitoides.

Figura 3. Parasitoides encontrados: (a) *Archytas* sp., (b) *Eiphosoma* sp., (c) *Chelonus* sp.

CONCLUSÕES

O híbrido Bt Hx (Cry 1 F) apresenta maior número de lagartas coletadas em relação ao VTPRO (Cry1A.105e Cry2Ab2). De todos os tratamentos, há maior número de *S. frugiperda* nas isolinhas não-Bt, o que demonstra a eficiência da utilização da área de refúgio.

Observa-se ocorrência de parasitoides nos híbridos Bt e suas respectivas isolinhas.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

CRUZ, I. Lepidoptera como praga de milho. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; Área de refúgio é necessária? Campo e negócios 2011. Disponível em <http://boaspraticasagronicas.com.br/wp-content/uploads/2015/12/AreaRefugioenecessaria.pdf>. Acesso em 27 de junho de 2016.

TIAN, J. C.; WANG, X. P.; LONG, L. P.; ROMEIS, J.; NARANJO, S. E.; HELLMICH, R. L.; SHELTON, A. M. Eliminating host-mediated effects demonstrates Bt maize producing Cry1F has no adverse effects on the parasitoid *Cotesia marginiventris*. **Transgenic Research**, v. 23, p. 257–264. 2014.

VALICENTE, F. H. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho. **Circular Técnica**, 208. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo, 2015. p. 1-13.

VALICENTE, F.H. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.18, p.119-130, 198



Monitoramento de *Spodoptera frugiperda* nas safras 2008/2009 a 2015/2016 em terras baixas do sul do Brasil

Fabício Oliveira Fernandes⁽¹⁾; Jéssica Avila de Abreu⁽¹⁾; Jairo Andara Rodrigues Filho⁽²⁾; Lucas Martins Christ⁽²⁾; Ana Paula Afonso da Rosa⁽³⁾;

⁽¹⁾Mestrando em Entomologia; Universidade Federal de Pelotas; Pelotas; Rio Grande do Sul; fabriciof9@gmail.com;

⁽²⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas

⁽³⁾Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado

RESUMO: *Spodoptera frugiperda* conhecida como lagarta-do-cartucho (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é a principal praga da cultura do milho no Brasil, os danos causados chegam à redução da produção em até 34% dependendo do estágio fenológico da planta. O controle da lagarta-do-cartucho tem sido exclusivamente realizado com produtos químicos, que são aplicados logo que é detectado ocorrência na cultura. No entanto, os princípios do manejo integrado de pragas devem ser empregados para que não haja surgimento de pragas resistentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional da *S. frugiperda* durante safras, e relacionar com os dados de temperatura e precipitação. O monitoramento de *S. frugiperda* foi realizado na estação experimental Terras Baixas nas safras de 2008/2009 a 2015/2016. Foram utilizadas armadilhas com feromônio sexual sintético em áreas de milho, para captura de adultos e os dados meteorológicos foram obtidos no Agromet. Como resultados a temperatura e a precipitação são fatores determinantes para a ausência ou presença da praga no campo. Temperaturas máximas e mínimas altas e baixa precipitação favorecem a ocorrência do inseto-praga. Com os dados obtidos, evidencia o comportamento da praga no campo e destaca-se a importância do monitoramento na área cultivada.

Termos de indexação: Inseto-praga, Lagarta-do-cartucho, Milho.

INTRODUÇÃO

Spodoptera frugiperda (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) conhecida como lagarta-do-cartucho, é a principal praga da cultura do milho no Brasil (Cruz, 1995a). Os danos causados por estes lepidópteros chegam à redução da produção em até 34% dependendo do estágio fenológico da

planta, culminando em grandes prejuízos aos agricultores (Carvalho, 1970; Cruz et al., 1995b).

O controle dessa praga tem sido, quase que, exclusivamente realizado com produtos químicos, que são aplicados logo que é detectado sua ocorrência na cultura (Cruz, 1995a). No entanto, os princípios do manejo integrado de pragas (MIP) devem ser empregados para que não haja surgimento de pragas resistentes. O MIP engloba vários meios de controles e parte do pressuposto do monitoramento antes da tomada de decisão, com o objetivo de não simplesmente eliminar a praga e sim reduzir a população a limites compatíveis com a produção econômica da cultura e consequentemente contribuir para a manutenção da qualidade ambiental (Cruz, 1995a; Cruz, 1995b). Nesse contexto monitoramento é uma ferramenta essencial para a implantação do manejo integrado de pragas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional dos adultos de *S. frugiperda* durante as safras de 2008/2009 a 2015/2016 na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, e relacionar com a temperatura máxima (T máxima °C), temperatura mínima (T° mínima C) e precipitação pluviométrica (mm) do local.

MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento de *S. frugiperda* foi realizado na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado (S 31° 49.268' W 52° 27.472'), localizada no município do Capão do Leão – RS nas safras de 2008/2009 a 2015/2016.

Foram utilizadas armadilhas com feromônio sexual sintético em áreas de milho, sendo avaliada semanalmente a presença de adultos capturados.

Os dados foram relacionados com parâmetros de precipitação (mm), temperatura máxima (T°C máxima) e temperatura mínima (T°C mínima), obtidos no laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado (Agromet, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários fatores podem ser determinantes para o desenvolvimento das pragas no campo, certamente a temperatura é um dos fatores que mais se destaca, em função das necessidades térmicas dos insetos; a temperatura influencia a ocorrência da maiores ou menores população num determinado local (Haddad et al., 1999).

Nas safras de 2008/2009 a 2015/2016 de milho, a população de *S. frugiperda* foi mais nos meses de dezembro, que corresponde ao crescimento vegetativo dessa cultura, e em janeiro/fevereiro que representa a fase reprodutiva do milho devido a alta disponibilidade de alimento. A medida que há acréscimo na temperatura houve o aumento na população de *S. frugiperda* (Figura 1 e 2).

Nas safras de 2008/2009 até a 2010/2011 houve uma distribuição de *S. frugiperda*, havendo aumento populacional nas épocas que a temperatura máxima e mínima era maiores e precipitação pluviométrica bem distribuída (Figura 1 e 3). No entanto, especificamente na safra de 2011/2012 pode-se observar uma ausência do inseto praga que pode ser devido ao fato da alta variação da temperatura e precipitação pluviométrica (Figura 1 e 3).

Isso evidencia a importância do controle de *S. frugiperda* na cultura do milho, justificando a importância de realizar o monitoramento desse inseto. Para minimizar os danos a cultura do milho, o controle da lagarta-do-cartucho geralmente é feito com produtos químicos sintéticos (Agrofit, 2016), o que além de aumentar os custos de produção, quando utilizados de maneira inadequada, poluem o ambiente e deixam resíduos nos alimentos.

Nas safras seguintes de 2012/2013 a 2015/2016 houve um aumento da população do inseto.

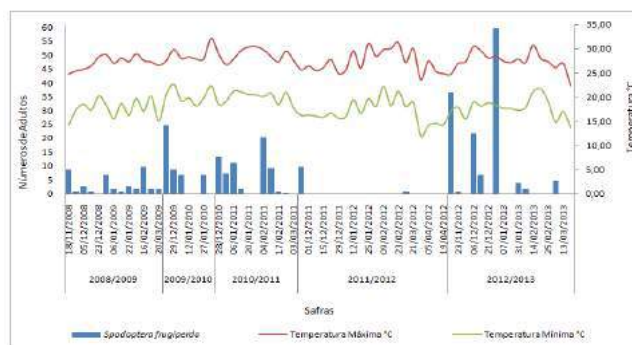


Figura 1. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e temperaturas máximas (C°) e mínimas (C°) nas safras de 2008/2009 a 2012/2013.

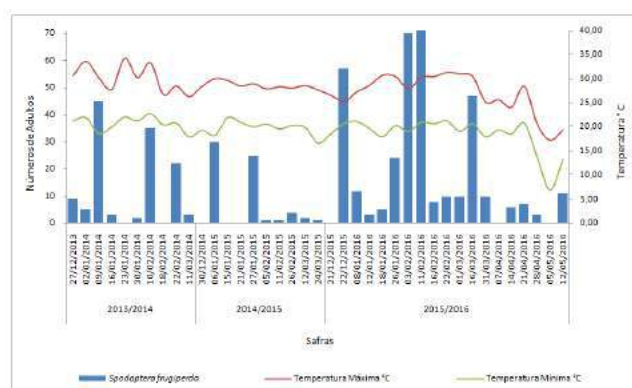


Figura 2. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e temperaturas máximas (C°) e mínimas (C°) nas safras de 2013/2014 a 2015/2016.

A precipitação é um fator que determina o desenvolvimento do inseto e observou-se que, de acordo com um aumento das chuvas houve à diminuição de *S. frugiperda* na área estudada (Figura 3 e 4), o que evidencia a ocorrência do controle natural, devido ao impacto das gotas da precipitação sobre os indivíduos ou morte de pupas devido ao solo alagado.

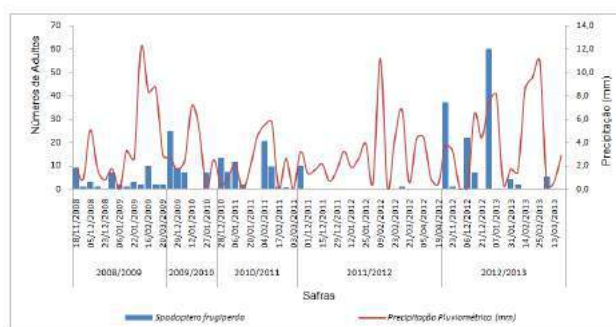


Figura 3. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e precipitação pluviométrica (mm) nas safras de 2008/2009 a 2012/2013.

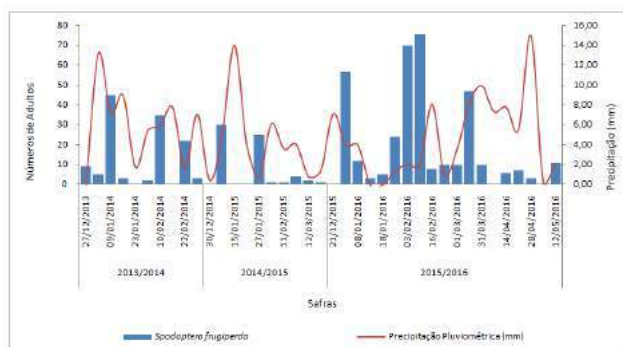


Figura 4. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e precipitação pluviométrica (mm) nas safras de 2013/2014 a 2015/2016.

CONCLUSÃO

Com os dados obtidos, evidencia-se a importância do monitoramento na área cultivada para que se aplique no momento correto os métodos de controle.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas pela concessão da bolsa e a Embrapa Clima Temperado pela infraestrutura concedida.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária – Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 29 de maio de 2016.

AGROMET. Disponível em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm>. Acesso em: 29 de maio de 2016.

CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. **Esalq-USP**, Piracicaba, 1970. 170p. Tese de Doutorado.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Embrapa Milho e Sorgo,

Sete Lagoas, 2004, 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico 98).

CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In Ciclo de Palestras sobre Controle Biológico de Pragas. **Anais...** Campinas, 1995a, 170p.

CRUZ, I. Manejo integrado de Pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE O CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas, SP. **Anais...** SEB/Instituto Biológico, Campinas, 1995b. p.48-92.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C. Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos. **Fealq**, Piracicaba, 1999. 29p.

Número de liberações de *Telenomus remus* no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* em milho de segunda safra

Isabela Aparecida Fonseca Ivan⁽¹⁾; Kênia Rezende e Silva⁽²⁾; Danilo Luiz Loboschi⁽³⁾; Leandro Pires de Araujo Jr.⁽⁴⁾; Ademar José Pereira Sousa Santos⁽⁵⁾; Alexandre de Sene Pinto⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP, isabelaivan@outlook.com; ⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽³⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁴⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁵⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁶⁾ Professor do Centro Universitário Moura Lacerda, Sócio e Diretor de P&D da Bug agentes biológicos, Sócio e Diretor da Occasio Ltda.

RESUMO: *Telenomus remus* deverá ser muito utilizado no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* nos próximos anos, mas a tecnologia de liberação em campo deverá ser desenvolvida. Este trabalho teve por objetivo avaliar o número de liberações do parasitoide no controle de ovos de *S. frugiperda* em milho. O milho AI Bandeirante foi semeado em 07/03/2016. Em parcelas de 32 x 32 m, com 10 m de bordaduras, seis tratamentos foram repetidos quatro vezes, em um delineamento em blocos ao acaso. Os tratamentos foram a liberação de 20.000 adultos por hectare, à partir dos sete dias da germinação (16/03), em duas, três, quatro ou cinco semanas consecutivas, além de um tratamento com controle químico (clorpirifós, em 30/03, e espinosade, em 24/04/2016) e uma testemunha, sem controle. Após 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a liberação foram avaliadas 20 plantas consecutivas em um ponto ao acaso por parcela, onde foram atribuídas notas dos danos causados pela alimentação das lagartas, em escala de 0 a 9. Aos sete dias após a germinação, o milho estava muito atacado pelas lagartas, pois houve migração destas de áreas de milho adjacentes. Em algumas datas as liberações em 3, 4 e 5 semanas consecutivas se destacaram com os menores danos. Na média geral do experimento, as liberações em 3, 4 e 5 semanas mostraram os menores danos, que foram inferiores a nota 3. Portanto, para o controle de ovos de *S. frugiperda*, a liberação de *T. remus* em três semanas consecutivas é indicada.

Termos de indexação: Scelionidae, tecnologia de liberação, controle biológico.

INTRODUÇÃO

O parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um importante agente no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Pinto et al., 2004).

O parasitoide é originário da Malásia e de Nova Guiné (Waddill & Whitcomb, 1982; Cave, 2000), que foi introduzido no Brasil, em 1986, visando ao controle de *S. frugiperda* (Pedrasi & Parra, 1986). Amplamente utilizado na Venezuela em milho, atinge níveis de controle superiores a 90% (Hernandez et al., 1989; González & Zocco, 1996; Ferrer, 2001). Sua eficácia é estudada em várias regiões do mundo (Schwartz & Gerling, 1974; Wojcik et al., 1976; Joshi et al., 1982; Hernandez et al., 1989), mas no Brasil a pesquisa com esse parasitoide só avançou nos últimos anos (Figueiredo et al., 1999; Bueno et al., 2010; Pomari et al., 2013).

Apesar de ser usado com sucesso em diversos países, a tecnologia de liberação de *T. remus* em campo não foi muito bem estudada. Segundo Pinto & Parra (2002), vários fatores podem interferir no sucesso de uma liberação de parasitoides em campo, sendo a quantidade liberada uma das mais importantes.

Vasconcelos et al. (2008) avaliaram diferentes estratégias de liberação de *T. remus* para o controle de *S. frugiperda* em milho e indicaram que duas liberações de 15.000 parasitoides por hectare cada, em semanas consecutivas, poderia ser a melhor estratégia.



Este trabalho teve por objetivo avaliar o número de liberações de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP, situado a 620 metros de altitude, e localizado a 21°12'43" de latitude sul e 47°46'23" de longitude oeste. O milho safrinha foi semeado no dia 4 de março de 2016 e a semente utilizada foi da AI Bandeirante. A densidade adotada foi de seis plantas por metro linear, em um espaçamento entre linhas de 80 cm. Na adubação foi utilizada a formulação 8-20-10 (NPK), em uma quantidade de 350 kg ha⁻¹. Foram aplicados produtos agrotóxicos apenas nas parcelas do tratamento químico.

O delineamento foi o de blocos ao acaso, sendo constituído por dez tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi formada por plantas de milho semeadas em 32 x 32 m, com bordadura de 10 m com plantas (2.700m²). Os tratamentos utilizados foram: **(1)** Liberação do equivalente a 20.000 parasitoides ha⁻¹ por semana, em 2 semanas consecutivas, começando aos 7 dias após a germinação; **(2)** 3 semanas; **(3)** 4 semanas; **(4)** 5 semanas; **(5)** Controle químico; **(6)** Testemunha (sem controle).

Os parasitoides foram fornecidos pela Bug agentes biológicos, de Piracicaba, SP, e foram liberados sempre após a emergência. No centro das parcelas experimentais os copinhos plásticos contendo os adultos emergidos eram abertos e, com leves sacudidelas, os insetos eram forçados a sair.

Foram realizadas sete avaliações dos danos causados pela lagarta-do-cartucho, semanais, tendo início junto à primeira liberação de *T. remus* (16/03). Foram examinadas 20 plantas consecutivas por parcela. As plantas foram avaliadas quanto às folhas raspadas, perfuradas, cartuchos danificados e destruídos, utilizando o método de avaliação visual e atribuição de notas variando de 0 a 9, escala proposta por Davis e Williams (1989).

No tratamento controle químico foram utilizadas doses recomendadas dos produtos clorpirifós (Lorsban 480 BR 0,6 L p.c. ha⁻¹), em 30/03, e espinosade (Tracer, 100 mL p.c. ha⁻¹), em 20/04/2016, quando 20% das plantas avaliadas apresentaram nota 3 ou mais, até a fase V8 da cultura.

As médias calculadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do ensaio, houve uma grande infestação de lagartas, o que causou uma grande

desfolha e média alta de notas de danos (**Figura 1**).

Aos 7 dias após a primeira liberação, a testemunha já apresentou o maior valor médio de nota atribuída aos danos, diferindo estatisticamente dos tratamentos controle químico e onde 5 liberações foram realizadas (**Figura 1**).

Aos 21 dias após a liberação, os tratamentos 3 e 5 liberações diferiram significativamente da testemunha e do controle químico (**Figura 1**).

Com ausência de precipitação pluviométrica, aos 35 dias após a liberação somente o tratamento onde 5 liberações foram realizadas diferiu estatisticamente da testemunha e do controle químico, que apresentaram os maiores valores médios de danos (**Figura 1**).

Avaliando a média de todas as datas de avaliação das notas atribuídas aos danos de *S. frugiperda*, pôde-se verificar que os tratamentos onde 3, 4 e 5 liberações foram realizadas mostraram os menores valores, diferindo apenas da testemunha, que apresentou o maior valor (**Figura 2**).

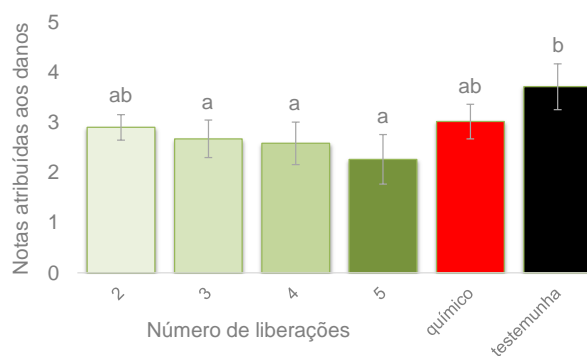


Figura 2. Média das notas atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho, de todas as datas, após diferentes números de liberações de *T. remus*. Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

Apesar de 3 a 5 liberações de *T. remus* mostrarem nota média abaixo de 3, várias datas tiveram mais do que 20% das plantas com notas superiores, o que indicaria necessidade de controle, segundo Pinto et al. (2010).

Vasconcelos et al. (2008) obtiveram os melhores resultados com duas liberações de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda*, mas os autores só compararam um e duas liberações.

CONCLUSÃO

A liberação de *T. remus* em três semanas consecutivas é a indicada para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos Nathalia de Oliveira Alexandre, Rodolfo Pontes Carneiro, Bruno Marin Arroyo e Naiara dos Santos Stoppa, pelo auxílio na condução do ensaio, e à Bug agentes biológicos S/A, por fornecer o material utilizado.

REFERÊNCIAS

- BUENO, R.C.O. de F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.1, p.133-139, 2010.
- CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v.21, p.21-26, 2000.
- DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Methods used to screen maize for resistance and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern cornborer and fall armyworm. In: **International Symposium on Methodologies for development host plant resistance to maize insects**. Toward insect resistance maize for the third world. CIMMYT, México, p.101-104, 1989.
- FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela: advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v.22, n.3, p.67-74, 2001.
- FIGUEIREDO, M.L.C; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.1975-1982, 1999.
- GONZÁLEZ, C.E.; ZOCCO, J.L. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) en *Zea mays* L. **Revista de Investigación Agrícola-DANAC**, v.1, p.201-219, 1996.
- HERNANDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. **Agronomía Tropical**, v.39, n.1-3, p.45-61, 1989.
- JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* [Hym.: Scelionidae] on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* [Lep.: Noctuidae] in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Entomophaga**, v.27, n.3, p.331-334, 1982.
- PEDRASI, T.C.; PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1986. p.227.
- PINTO, A. de S.; CARDOSO, R.T.; DANIELI, T.; VASCONCELOS, G. dos R.; SANTOS, A.C. dos. Nível de controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em três híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010. **Resumo expandido...** Goiânia: ABMS, 2010. CD-ROM
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P. Liberação de inimigos naturais, cap.19. In: PARRA; J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (orgs.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.325-342.
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108p.
- POMARI, A.F.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; MENEZES JUNIOR, A. de O.; FONSECA, A.C.P.F. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v.43, p.377-382, 2013.
- SCHWARTZ, A.; GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, v.19, n.4, p.482-492, 1974.
- VASCONCELOS, G. dos R.; SCANDIUZZI, G.F.; ARCARO FILHO, M.; PINTO, A. de S. Quantidade liberada do parasitóide *Telenomus remus* no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho "safrinha". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008. **Anais...** Uberlândia: UFU/UFV, 2010. CD-ROM
- WADDILL, H. van; WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**, v.27, p.159-162, 1982.
- WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECH, O.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**, v.59, n.2, p.195-198, 1976.

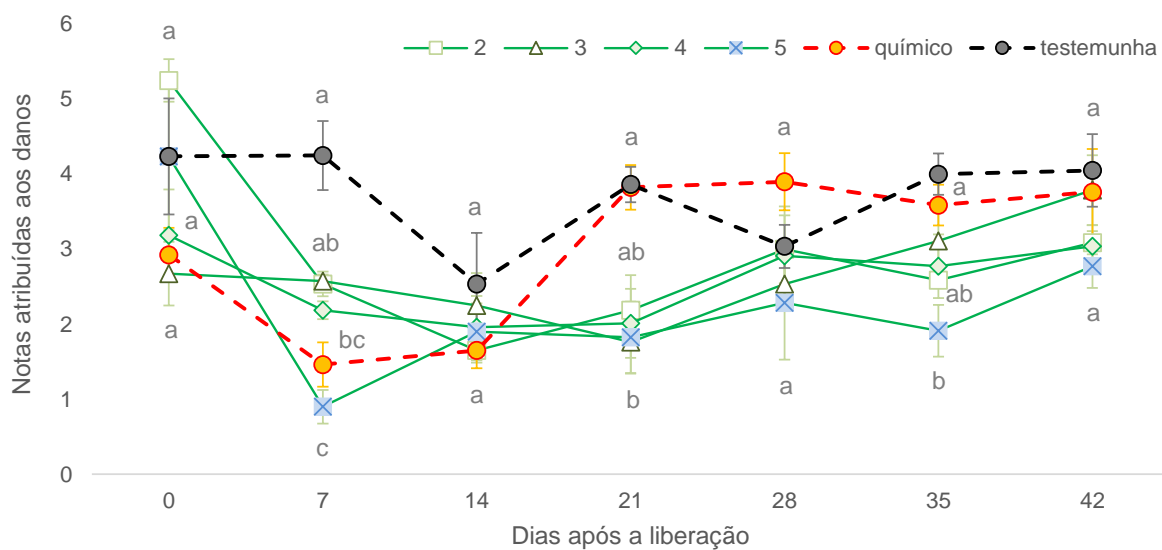


Figura 1. Notas médias atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho até 42 dias após diferentes números de liberação de *T. remus*. Pontos seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

Número de liberações de *Telenomus remus* no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* em milho de segunda safra

Isabela Aparecida Fonseca Ivan⁽¹⁾; Kênia Rezende e Silva⁽²⁾; Danilo Luiz Loboschi⁽³⁾; Leandro Pires de Araujo Jr.⁽⁴⁾; Ademar José Pereira Sousa Santos⁽⁵⁾; Alexandre de Sene Pinto⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP, isabelaivan@outlook.com; ⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽³⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁴⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁵⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁶⁾ Professor do Centro Universitário Moura Lacerda, Sócio e Diretor de P&D da Bug agentes biológicos, Sócio e Diretor da Occasio Ltda.

RESUMO: *Telenomus remus* deverá ser muito utilizado no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* nos próximos anos, mas a tecnologia de liberação em campo deverá ser desenvolvida. Este trabalho teve por objetivo avaliar o número de liberações do parasitoide no controle de ovos de *S. frugiperda* em milho. O milho AI Bandeirante foi semeado em 07/03/2016. Em parcelas de 32 x 32 m, com 10 m de bordaduras, seis tratamentos foram repetidos quatro vezes, em um delineamento em blocos ao acaso. Os tratamentos foram a liberação de 20.000 adultos por hectare, à partir dos sete dias da germinação (16/03), em duas, três, quatro ou cinco semanas consecutivas, além de um tratamento com controle químico (clorpirifós, em 30/03, e espinosade, em 24/04/2016) e uma testemunha, sem controle. Após 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a liberação foram avaliadas 20 plantas consecutivas em um ponto ao acaso por parcela, onde foram atribuídas notas dos danos causados pela alimentação das lagartas, em escala de 0 a 9. Aos sete dias após a germinação, o milho estava muito atacado pelas lagartas, pois houve migração destas de áreas de milho adjacentes. Em algumas datas as liberações em 3, 4 e 5 semanas consecutivas se destacaram com os menores danos. Na média geral do experimento, as liberações em 3, 4 e 5 semanas mostraram os menores danos, que foram inferiores a nota 3. Portanto, para o controle de ovos de *S. frugiperda*, a liberação de *T. remus* em três semanas consecutivas é indicada.

Termos de indexação: Scelionidae, tecnologia de liberação, controle biológico.

INTRODUÇÃO

O parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um importante agente no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Pinto et al., 2004).

O parasitoide é originário da Malásia e de Nova Guiné (Waddill & Whitcomb, 1982; Cave, 2000), que foi introduzido no Brasil, em 1986, visando ao controle de *S. frugiperda* (Pedrasi & Parra, 1986). Amplamente utilizado na Venezuela em milho, atinge níveis de controle superiores a 90% (Hernandez et al., 1989; González & Zocco, 1996; Ferrer, 2001). Sua eficácia é estudada em várias regiões do mundo (Schwartz & Gerling, 1974; Wojcik et al., 1976; Joshi et al., 1982; Hernandez et al., 1989), mas no Brasil a pesquisa com esse parasitoide só avançou nos últimos anos (Figueiredo et al., 1999; Bueno et al., 2010; Pomari et al., 2013).

Apesar de ser usado com sucesso em diversos países, a tecnologia de liberação de *T. remus* em campo não foi muito bem estudada. Segundo Pinto & Parra (2002), vários fatores podem interferir no sucesso de uma liberação de parasitoides em campo, sendo a quantidade liberada uma das mais importantes.

Vasconcelos et al. (2008) avaliaram diferentes estratégias de liberação de *T. remus* para o controle de *S. frugiperda* em milho e indicaram que duas liberações de 15.000 parasitoides por hectare cada, em semanas consecutivas, poderia ser a melhor estratégia.



Este trabalho teve por objetivo avaliar o número de liberações de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP. O milho safrinha foi semeado no dia 4 de março de 2016 e a semente utilizada foi da Al Bandeirante. A densidade adotada foi de seis plantas por metro linear, em um espaçamento entre linhas de 80 cm. Na adubação foi utilizada a formulação 8-20-10 (NPK), em uma quantidade de 350 kg ha⁻¹. Foram aplicados produtos agrotóxicos apenas nas parcelas do tratamento químico.

O delineamento foi o de blocos ao acaso, sendo constituído por seis tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi formada por plantas de milho semeadas em 32 x 32 m, com bordadura de 10 m com plantas (2.700m²). Os tratamentos utilizados foram: **(1)** Liberação do equivalente a 20.000 parasitoides ha⁻¹ por semana, em 2 semanas consecutivas, começando aos 7 dias após a germinação; **(2)** 3 semanas; **(3)** 4 semanas; **(4)** 5 semanas; **(5)** Controle químico; **(6)** Testemunha (sem controle).

Os parasitoides foram fornecidos pela Bug agentes biológicos, de Piracicaba, SP, e foram liberados sempre após a emergência. No centro das parcelas experimentais os copinhos plásticos contendo os adultos emergidos eram abertos e, com leves sacudidelas, os insetos eram forçados a sair.

Foram realizadas sete avaliações dos danos causados pela lagarta-do-cartucho, semanais, tendo início junto à primeira liberação de *T. remus* (16/03). Foram examinadas 20 plantas consecutivas por parcela. As plantas foram avaliadas quanto às folhas raspadas, perfuradas, cartuchos danificados e destruídos, utilizando o método de avaliação visual e atribuição de notas variando de 0 a 9, escala proposta por Davis e Williams (1989).

No tratamento controle químico foram utilizadas doses recomendadas dos produtos clorpirifós (Lorsban 480 BR 0,6 L p.c. ha⁻¹), em 30/03, e espinosade (Tracer, 100 mL p.c. ha⁻¹), em 20/04/2016, quando 20% das plantas avaliadas apresentaram nota 3 ou mais, até a fase V8 da cultura.

As médias calculadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do ensaio, houve uma grande infestação de lagartas de ínstares mais avançados, vindas de áreas de milho adjacentes, o que causou uma grande desfolha e média alta de notas de

danos (**Figura 1**).

Aos 7 dias após a primeira liberação, a testemunha já apresentou o maior valor médio de nota atribuída aos danos, diferindo estatisticamente dos tratamentos controle químico e onde 5 liberações foram realizadas (**Figura 1**).

Aos 21 dias após a liberação, os tratamentos 3 e 5 liberações diferiram significativamente da testemunha e do controle químico (**Figura 1**).

Com ausência de precipitação pluviométrica, aos 35 dias após a liberação somente o tratamento onde 5 liberações foram realizadas diferiu estatisticamente da testemunha e do controle químico, que apresentaram os maiores valores médios de danos (**Figura 1**).

Avaliando a média de todas as datas de avaliação das notas atribuídas aos danos de *S. frugiperda*, pôde-se verificar que os tratamentos onde 3, 4 e 5 liberações foram realizadas mostraram os menores valores, diferindo apenas da testemunha, que apresentou o maior valor (**Figura 2**).

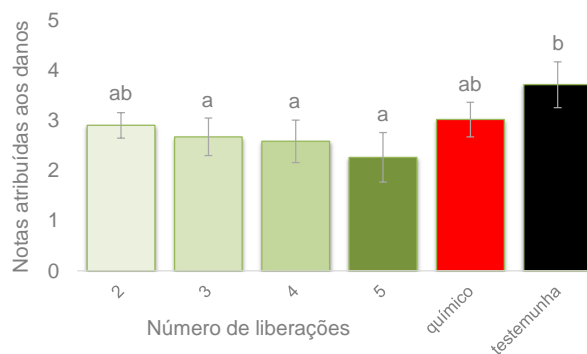


Figura 2. Média das notas atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho, de todas as datas, após diferentes números de liberações de *T. remus*. Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

Apesar de 3 a 5 liberações de *T. remus* mostrarem nota média abaixo de 3, várias datas tiveram mais do que 20% das plantas com notas superiores, o que indicaria necessidade de controle, segundo Pinto et al. (2010).

Vasconcelos et al. (2008) obtiveram os melhores resultados com duas liberações de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda*, mas os autores só compararam um e duas liberações.

CONCLUSÃO

A liberação de *T. remus* em três semanas consecutivas é a indicada para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos Nathalia de Oliveira Alexandre, Rodolfo Pontes Carneiro, Bruno Marin Arroyo e Naiara dos Santos Stoppa, pelo auxílio na condução do ensaio, e à Bug agentes biológicos S/A, por fornecer o material utilizado.

REFERÊNCIAS

- BUENO, R.C.O. de F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.1, p.133-139, 2010.
- CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v.21, p.21-26, 2000.
- DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Methods used to screen maize for resistance and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern cornborer and fall armyworm. In: **International Symposium on Methodologies for development host plant resistance to maize insects**. Toward insect resistance maize for the third world. CIMMYT, México, p.101-104, 1989.
- FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela: advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v.22, n.3, p.67-74, 2001.
- FIGUEIREDO, M.L.C; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.1975-1982, 1999.
- GONZÁLEZ, C.E.; ZOCCO, J.L. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) en *Zea mays* L. **Revista de Investigación Agrícola-DANAC**, v.1, p.201-219, 1996.
- HERNANDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. **Agronomía Tropical**, v.39, n.1-3, p.45-61, 1989.
- JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* [Hym.: Scelionidae] on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* [Lep.: Noctuidae] in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Entomophaga**, v.27, n.3, p.331-334, 1982.
- PEDRASI, T.C.; PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1986. p.227.
- PINTO, A. de S.; CARDOSO, R.T.; DANIELI, T.; VASCONCELOS, G. dos R.; SANTOS, A.C. dos. Nível de controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em três híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010. **Resumo expandido...** Goiânia: ABMS, 2010. CD-ROM
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P. Liberação de inimigos naturais, cap.19. In: PARRA; J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (orgs.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.325-342.
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108p.
- POMARI, A.F.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; MENEZES JUNIOR, A. de O.; FONSECA, A.C.P.F. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v.43, p.377-382, 2013.
- SCHWARTZ, A.; GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, v.19, n.4, p.482-492, 1974.
- VASCONCELOS, G. dos R.; SCANDIUZZI, G.F.; ARCARO FILHO, M.; PINTO, A. de S. Quantidade liberada do parasitóide *Telenomus remus* no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho "safrinha". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008. **Anais...** Uberlândia: UFU/UFV, 2010. CD-ROM
- WADDILL, H. van; WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**, v.27, p.159-162, 1982.
- WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECH, O.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**, v.59, n.2, p.195-198, 1976.

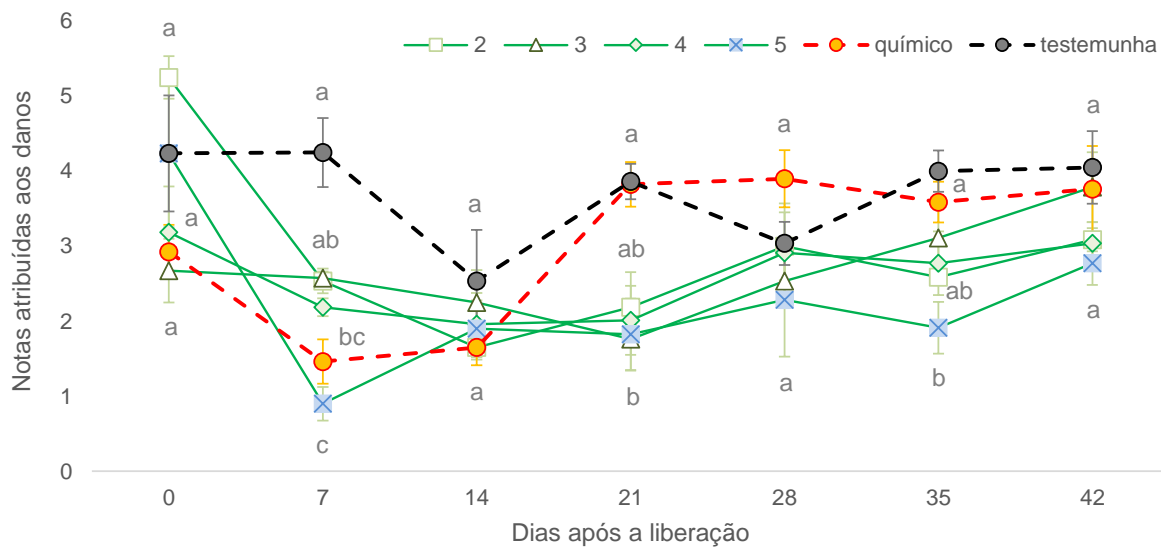


Figura 1. Notas médias atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho até 42 dias após diferentes números de liberação de *T. remus*. Pontos seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

Controle biológico natural da *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho Bt

**Caio Leão Dantas¹; Cleidiane Rodrigues de Oliveira²; Priscila Marques de Paiva²;
Fernando Hercos Valicente²;**

¹Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; email: caioleao94@hotmail.com;

²Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ²Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei;

²Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; email: fernando.valicente@embrapa.br

RESUMO: A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é a principal praga da cultura do milho (*Zea mays*), atacando a planta desde sua emergência até espigas em formação, causando severos prejuízos. Este experimento teve como objetivo monitorar a ocorrência da lagarta do cartucho e seus parasitoides em milho Bt, expressando diferentes proteínas. O experimento ocorreu na safra 2015/2016, em Sete Lagoas – MG. O delineamento foi de blocos casualizados, com 18 tratamentos e quatro repetições, sendo utilizados sete híbridos de milho Bt (DKB 390 YG (Cry1Ab), Impacto TL(Cry1Ab), Herculex(Cry1F), VTPRO(Cry1A.105 e Cry2Ab2), VTPROII(Cry1A.105 e Cry2Ab2), PowerCore(Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1F) e Impacto Viptera(Vip3Aa2), suas respectivas isolinhas não Bt e, isolinhas pulverizadas com inseticida químico. Foram realizadas duas amostragens, sendo a primeira 20 dias após a emergência do milho e a segunda 40 dias após, sendo amostradas 25 plantas de cada parcela perfazendo um total de 50 plantas/tratamento. As lagartas encontradas nas plantas foram criadas em laboratório. Cada lagarta foi individualizada em recipientes plásticos de 50ml com dieta artificial, sendo monitoradas durante todo seu ciclo ou emergência de parasitoides. No total foram coletadas 1742 lagartas de *S. frugiperda* em Sete Lagoas. A lagarta do cartucho ocorreu mais frequentemente no Herculex (11,88%) e Impacto TL (10,85%), e menos frequentemente no VTPROII (1,84%) e Impacto Viptera (2,18%). Os híbridos DKB390 YIELDGARD, PowerCore e VTPRO

apresentaram uma incidência de lagartas de 2,18%, 4,99% e 3,39%, respectivamente. Foi observada a incidência de 178 parasitoides, sendo que 40 não atingiram a fase adulta. 37,3% do total de lagartas ocorreram nos híbridos transgênicos, enquanto nas isolinhas não pulverizadas 62,7%. Nas isolinhas pulverizadas com químico não foram encontradas lagartas. Nos transgênicos e nas isolinhas o percentual de parasitismo foi o mesmo, 10,2%. Os resultados demonstram a ocorrência de possíveis lagartas resistentes aos híbridos de milho Bt, e seus inimigos naturais, grandes aliados para um manejo integrado (MIP) de sucesso da lagarta do cartucho.

Termos de indexação: lagarta do cartucho, milho Bt, parasitoides

INTRODUÇÃO

A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é a principal praga da cultura do milho no Brasil, atacando a planta desde sua emergência até a formação das espigas, causando severos prejuízos. O milho Bt é uma planta transgênica, que expressa proteínas do *Bacillus thuringiensis*, que possui atividade inseticida que visa minimizar os danos causados por pragas em lavouras de milho. O objetivo deste trabalho foi monitorar a ocorrência da lagarta-do-cartucho e a incidência de parasitoides em milho Bt expressando diferentes proteínas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi plantado em Sete Lagoas-MG, na safra 2015/2016, com dezoito tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados sete híbridos de

milho Bt (DKB 390 YG (Cry1Ab), Impacto TL(Cry1Ab), Herculex(Cry1F), VTPRO(Cry1A.105 e Cry2Ab2), VTPROII(Cry1A.105 e Cry2Ab2), PowerCore(Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1F) e Impacto Viptera(Vip3Aa2), expressando diferentes proteínas, suas respectivas isolinhas e suas isolinhas pulverizadas com inseticida químico. Foram realizadas duas amostragens no campo, sendo coletadas 25 plantas por parcela. Cada lagarta coletada foi individualizada em recipientes plásticos de 50ml com dieta artificial e criadas em laboratório, sendo observadas durante todo seu ciclo ou emergência de parasitoides.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas isolinhas não Bts foram encontradas 62,7 % do total das lagartas de *S. frugiperda* amostradas, enquanto nos milhos Bts foram encontradas 37,3%. No total foram coletadas 1742 lagartas de *S. frugiperda* em Sete Lagoas (**Figura 1**). A lagarta do cartucho teve maior ocorrência nos híbridos Herculex (11,88%) e Impacto TL (10,85%), e menos frequentemente no VTPROII (1,84%) e Impacto Viptera (2,18%). Os híbridos DKB390 YIELDGARD, PowerCore e VTPRO apresentaram uma incidência de lagartas de 2,18%, 4,99% e 3,39%, respectivamente. Foi observada a incidência de 178 Parasitoides (**Figura 2**). Nas isolinhas não Bts foram encontradas lagartas. Os parasitoides encontrados mais foram *Archytas* sp., *Campoletis* sp., *Chelonus* sp., *Eiphosoma* sp., *Cotesia* sp. e, parasitoides da ordem Diptera e Hymenoptera não identificados quanto à espécie, sendo que 42 parasitoides não atingiram a fase adulta. No milho Bt o parasitismo foi de 10,2 %, e nas isolinhas também foi de 10,2%. Os parasitoides *Eiphosoma* sp. e *Archytas* sp. foram os mais frequentes com 37,8% e 30,6% de parasitismo, respectivamente, sendo que *Chelonus* sp. causou 5% de parasitismo e um parasitoides da ordem Hymenoptera não identificado causou 4% de parasitismo. Já os parasitoides *Cotesia* sp. e um díptero não identificado foram os menos frequentes, ambos apresentando um percentual de incidência de 0,6%.

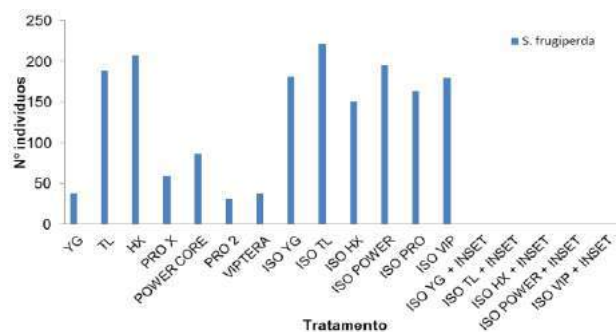


Figura 1. Ocorrência da lagarta do cartucho em milho Bt, em Sete Lagoas –MG.

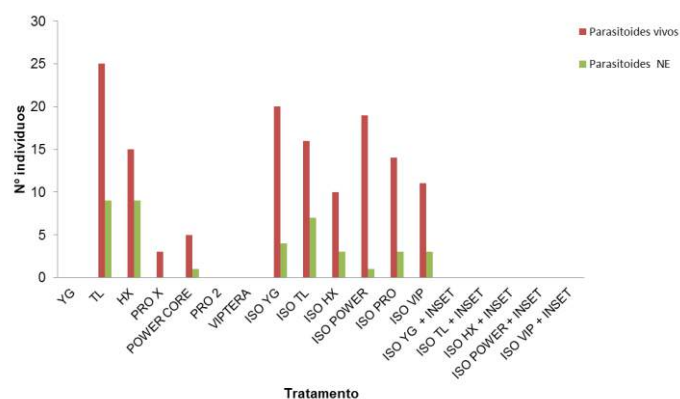


Figura 2. Incidência de parasitoides em *Spodoptera frugiperda*, em Sete Lagoas- MG.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstram a ocorrência de possíveis lagartas resistentes à atividade inseticida dos híbridos de milho Bt. Os híbridos Herculex (Cry1F) e Impacto TL (Cry1Ab) foram os que apresentaram o maior número de lagartas, e os híbridos VTPROII (Cry1A.105 e Cry2Ab2), e Impacto Viptera (Vip3Aa2) os que apresentaram menor ocorrência de lagartas. O parasitismo comprovou ser um grande aliado no manejo da *S. frugiperda* tanto nos híbridos de milho Bt, quanto em suas isolinhas.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

SILOTO, R. C. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM GENÓTIPOS DE MILHO. 2002. 105 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R.; VASCONCELOS, M. J. V.; FIGUEIREDO, J. E. F.; PAIVA, E. Identificação através de PCR dos genes *CryI* de cepas de *Bacillus*

thuringiensis Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 29, n. 1, p. 147-153, 2000

VALICENTE, F. H.; SOUZA, C.S.F.; FADINI, M. A. M; MOURÃO, A. H. C.; TORRES, A. A. G.; DE PAIVA, P. M. Post Marked Field Monitoring and evolution of occurrence of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Bt maize in Brazil. In: 13th international Symposium on the biosafety of genetically modified organisms. Cape Town, South Africa, p.127. 2014



Ocorrência de insetos em espigas de milho em sistema de policultivo

Ivan Cruz⁽¹⁾; Isamara Maria Silva Costa⁽²⁾; Mariana Bonifácio Amancio⁽³⁾; Ana Carolina Maciel Redoan⁽⁴⁾; Debora Ferreira de Araújo de Albuquerque⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, ivan.cruz@embrapa.br; ⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei; Sete Lagoas, MG. isamaramsc@msn.com. ⁽³⁾ Mestranda; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. ⁽⁴⁾ Doutoranda; Universidade Federal de São Carlos. ⁽⁵⁾ Graduanda; Centro Universitário de Sete Lagoas.

RESUMO: Atualmente há uma grande preocupação com o aumento da incidência de insetos fitófagos em espigas de milho, independentemente do destino final do produto colhido. A presença de tais insetos significa danos diretos, ao contrário daquelas espécies que se alimentam das folhas. Além dos danos diretos oriundos da alimentação, algumas espécies são associadas à presença de microrganismos que podem elevar os prejuízos econômicos seja através da redução da produtividade ou redução da qualidade do produto colhido. Neste trabalho é relatada a presença significativa de *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Euxesta* spp em espigas de milho em ordem decrescente de incidência no milho doce, milho branco e milho Bt.

Termos de indexação: *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa* spp, *Euxesta* spp., milhos especiais

INTRODUÇÃO

As espigas de milho têm sido tradicionalmente a fonte de alimento das lagartas de *Helicoverpa zea* e mais recentemente de *H. armigera*. As mariposas colocam seus ovos nos estilo-estigmas e logo após a eclosão as lagartas iniciam sua alimentação nestas estruturas. Com o passar do tempo, o alimento passa ser os grãos em formação. E de maneira geral, o inseto permanece confinado no terço superior da espiga. Medidas de controle das lagartas via pulverização quase sempre não propiciam o sucesso esperado em função da

barreira de proteção que a praga recebe pela cobertura da palha. Adicionalmente tais pulverizações podem deixar resíduos nos grãos acima do permitido. O controle biológico natural pela ação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* tem sido a principal alternativa de controle da praga (Cruz, 2015, Cruz et al. 2016).

Ao contrário da *Helicoverpa*, a espécie *Spodoptera frugiperda*, uma praga chave durante o estágio vegetativo da planta, pode atingir os grãos através da migração da folha ou do pendão. E neste caso, suas lagartas já mais desenvolvidas podem ser encontradas em qualquer parte da espiga.

Mais recentemente tem-se verificado o aumento de outras espécies de pragas na espiga, especialmente no milho doce, como é o caso da mosca *Euxesta eluta* e *E. mazorca* (Cruz et al., 2011). À semelhança de *Helicoverpa*, a fêmea da mosca coloca seus ovos também nos estilos-estigmas e as larvas se alimentam dos grãos em formação.

Como já salientado, o sucesso de medidas tradicionais de controle para pragas associadas às espigas não tem sido alcançado pela dificuldade de atingir o alvo. Este fato, juntamente com os riscos advindos do uso intensivo de produtos químicos especialmente em milho destinado ao consumo humano direto tem incentivado a busca de medidas alternativas de controle, especialmente através de agentes de controle biológico (Cruz, 2002, 2007, 2008ab, 2015, Cruz et al., 2016)

O presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de insetos na espiga de milho em um

sistema de policultivo, onde o milho, nas versões doce (BRS Vivi), branco (BRS 451) e amarelo (milho Bt) foi semeado no mesmo dia, juntamente com a soja e o sorgo. As cultivares de milho essencialmente são utilizadas, respectivamente, na agroindústria (conserva), na panificação e na fabricação de rações para animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Sete Lagoas, MG, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela foi composta de 12 fileiras de cinco metros de comprimento, em espaçamento de 0,70m entre fileiras. Quando as espigas estavam da fase de milho verde, foram colhidas e avaliadas no laboratório, em amostras de 10 plantas por parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de significância (Scott e Knott, 1974), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor visualização dos resultados obtidos, para cada parâmetro avaliado foi feita uma transformação para a base 100, conforme indicado nas Figuras 1 a 3). Na Figura 1, são observados os resultados para tamanho e peso da espiga, infestação e extensão dos danos causados por insetos. Facilmente podem ser percebidos valores bem distintos para os dois últimos parâmetros. Ou seja, percentual de espigas infestadas e a extensão do dano provocado pelos insetos. O menor percentual de infestação ocorreu nas espigas de milho Bt (índice 100). Este índice foi 2,83 vezes maior no milho branco e 3,45 vezes maior no milho doce. E como consequência, houve também aumento significativo no dano provocado, chegando na mesma sequência de cultivares, a valores 3,28 e 5,72 vezes maiores.

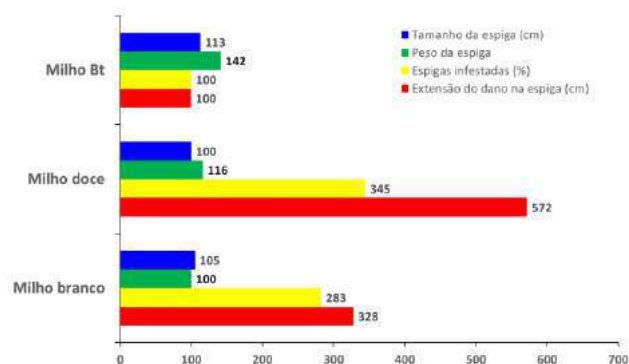


Figura 1. Valores relativos para tamanho e peso de espiga, percentual de espigas infestadas e extensão do dano provocado por insetos fitófagos em três tipos de milho.

A Figura 2 mostra a presença relativa nas espigas, das principais espécies de insetos fitófagos. O gênero *Carpophilus* um inseto secundário esteve presente em todos os três tipos de milho, porém com uma incidência muito próxima entre as cultivares. Já em relação às lagartas, incluindo basicamente *Helicoverpa* e *Spodoptera frugiperda*, significativamente, houve maior incidência em milho doce seguido do milho branco. Em relação ao milho Bt, o número de lagartas de *Helicoverpa* e de *S. frugiperda* foi 9,88 e 8,75 vezes maior no milho doce. No milho branco a presença da lagarta do cartucho foi baixa e similar àquela verificada no milho Bt. No entanto, a presença da lagarta da espiga foi 2,02 vezes maior.

Além das lagartas é importante salientar a presença significativa da mosca da espiga (*Euxesta* spp) tanto no milho branco como no milho doce, em especial. Este inseto tem aumentado de importância no Brasil e já é considerado um fator limitante à produção de milho doce, tanto do ponto de vista agrônomo como do setor da agroindústria.

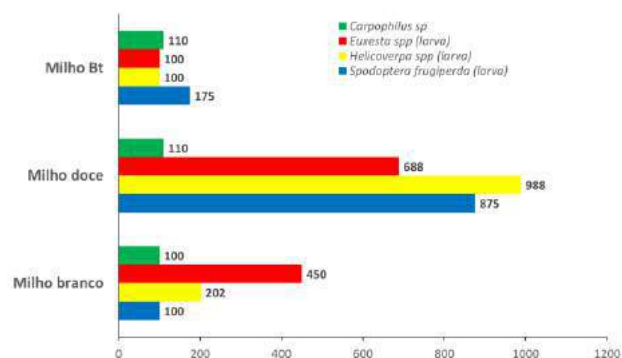


Figura 2. Valores relativos para insetos fitófagos presentes em espigas de milho.

Além das espécies fitófagas, foi observado também a presença da tesourinha (*Doru luteipes*) um inseto reconhecido como o principal agente de controle biológico natural de ovos e de lagartas pequenas tanto de *S. frugiperda* como de *Helicoverpa zea*. Sua presença nas espigas de milho (Figura 3) foi maior no milho doce, intermediária no milho branco e bem inferior no milho Bt provavelmente pela menor disponibilidade de alimento.

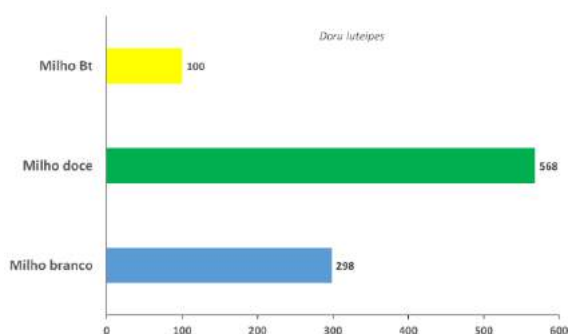


Figura 1. Valores relativos para a presença do predador *Doru luteipes* em três tipos de milho.

CONCLUSÕES

A presença relativamente alta de insetos fitófagos, notadamente nas espigas de milho doce e de milho branco sugerem que tais pragas podem estar causando prejuízos econômicos significativos ao agronegócio brasileiro.

A baixa incidência de insetos fitófagos na espiga de milho Bt sugere que esta tecnologia, relativamente aos milhos convencionais (doce e branco) tem sido adequada para as principais pragas sob um nível populacional muito inferior.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

REFERÊNCIAS

CRUZ, I. Controle biológico de pragas no cultivo do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). O

cultivo do milho verde. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. cap. 9, p. 157-178.

CRUZ, I. Controle biológico de pragas na cultura de milho para produção de conservas (minimilho), por meio de parasitoides e predadores. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 91).

CRUZ, I. Controle biológico de pragas na cultura de milho destinado à produção de conservas (minimilho). In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). Minimilho: cultivo e processamento. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008a. p. 143-187.

CRUZ, I. Pragas do milho. In: CRUZ, I. (Ed.). Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008b. cap. 2, p. 121-192.

CRUZ, I. Lepidoptera como pragas de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 111).

CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015.

CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FIGUEIREDO, M.L.C.; DIAS, A.M.P.; DEL SARTO, M.C.L.; NUSSLY, G.S. Survey of ear flies (Diptera, Ulidiidae) in maize (*Zea mays* L.) and a new record of *Euxesta mazorca* Steyskal in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 102-108, mar. 2011.

CRUZ, I.; LOPES, S. R.; FIGUEIREDO, M. de L.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. Controle biológico de pragas do milho-doce. In: PEREIRA FILHO, I. A.; TEIXEIRA, F. F. (Ed.). **O cultivo do milho-doce**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 11, p. 205-224.

FERREIRA, D. F. SISVAR: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software. Paris, v.26, n.1, p.445-451.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Plantas hospedeiras de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)

Alice Emanuele dos Santos¹; Simone M. Mendes²; Tatiana Rodrigues Carneiro³;
Lorena de Oliveira Martins⁴; Savana Xanti Gomes⁴; Clareana A. Rodrigues⁴; Caio
Cesar Souza Coelho⁴

¹Graduanda Ciências Biológicas, Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), Sete Lagoas, MG email: alice.emanuele@hotmail.com; ²Pesquisador (a), Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG email: simone.mendes@embrapa.br; ³Professora Doutora, Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), Sete Lagoas, MG email: tatiana.carneiro@unifemm.edu.br; ⁴Estudantes de graduação, estagiários da Embrapa Milho e Sorgo

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos de *Helicoverpa zea* em diferentes espécies de plantas. O estudo foi conduzido no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, em temperatura controlada de 26 ± 2°C e 12 horas de fotofase. Os insetos foram provenientes de criação mantida em laboratório, com avaliação de 100 indivíduos para cada planta hospedeira, sendo cada espécie de planta considerada um tratamento, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os parâmetros avaliados foram: sobrevivência da fase pré-imaginal; biomassa de pupas e período de desenvolvimento, para posterior cálculo do índice de Adaptação. Dentre as plantas avaliadas, a soja se mostrou um hospedeiro adequado para a espécie, observando-se uma maior biomassa, em um menor tempo para o desenvolvimento. Trigo, aveia, buva e milheto não podem ser consideradas como hospedeiras por não propiciarem o desenvolvimento de todo ciclo de *H. zea*.

Palavras-chave: polifagia, praga-da-espiga, MIP.

Na cultura do milho, os danos causados por essa lagarta iniciam-se na fase de inflorescência, onde *H. zea* coloca seus ovos nos estilo-estigmas das espigas e, assim que a larvas eclodem, começam a se alimentar do cabelo do milho, prejudicando a formação dos grãos (MANTRAGOLO et al., 1998; MOREIRA et al., 2009). Em seguida, a lagarta penetra através da pequena abertura na ponta da espiga, onde se instala e começa a se alimentar dos grãos em formação e, posteriormente, dos grãos formados (LUIZ et al., 2007; MOREIRA et al., 2009). Através das aberturas deixadas pela lagarta, pode ocorrer a entrada de outros insetos ou de microorganismos que causam o apodrecimento da espiga ou de parte dela (GALLO et al., 2002).

Para um manejo adequado da praga é de importante conhecer possíveis plantas hospedeiras de *H. zea*. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos de *H. zea* em diferentes plantas disponíveis em sistemas de cultivo tropicais do Brasil que podem ser hospedeiras da espécie.

INTRODUÇÃO

Helicoverpa zea (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), também conhecida como lagarta-da-espiga, é uma espécie polífaga de grande importância para a agricultura, com registros nas Índias Ocidentais, Américas do Sul e do Norte. Possui alta mobilidade, que pode chegar a 2 km por dia (MANTRAGOLO et al., 1998 e HAMED et al., 2008). Mesmo sendo uma praga que causa danos com perdas econômicas significativas, ainda há poucos estudos a respeito de sua biologia em diferentes culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (MG). Os insetos utilizados nos bioensaios foram oriundos de criação de *H. zea*, coletadas em campo e mantidas em laboratório em sala climatizada com temperatura de 26 ± 2 °C, umidade relativa de 50 ± 10% e 12 horas de fotofase. As colônias foram diferenciadas de acordo com a região de origem da coleta, sendo uma coletada no município de Presidente Olegário (Latitude: 18° 24' 56" Sul; Longitude: 46° 25' 17"), outra no município de Capim Branco (Latitude: 19°

33' 7" Sul; Longitude: 44° 6' 51" Oeste) e uma terceira colônia de cruzamento entre a de Presidente Olegário e insetos coletados em Sete Lagoas, chamada colônia de Laboratório. Foram comparados a sobrevivência e desenvolvimento de *H. zea* nas seguintes plantas hospedeiras: 1) folhas e flores de crotalaria (*Crotalaria juncea*); 2) folhas, flores e vagem de soja (*Glycine max*); 3) folhas e flores de losna branca (*Parthenium hysterophorus*); 4) folhas e flores de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*); 5) folhas e espiguetas de milheto (*Pennisetum americanum*); 6) folhas e grãos de trigo (*Triticum aestivum*); 7) folhas e caule de buva (*Conyza* spp.); 8) folhas e grãos de aveia preta (*Avena strigosa*) e 9) dieta artificial de Greene (1976).

As plantas utilizadas foram trocadas a cada 48 horas durante todo o período larval, enquanto a dieta foi fornecida em quantidade suficiente até o final do experimento. As lagartas foram individualizadas em copos plásticos de 50 mL, vedados com tampas de acrílico, conforme metodologia utilizada por SÁ et al. (2009) para ensaios com *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).

Sobrevivência - Para a avaliação da sobrevivência pré-imaginal, as larvas foram avaliadas a cada 48 h. Cada dez indivíduos foram considerados uma repetição, totalizando dez repetições de cada tratamento, com um número de 100 insetos por tratamento.

Desenvolvimento larval - Cada larva foi observada durante todo o período de desenvolvimento larval (até a formação de pupas), sendo avaliados o período de desenvolvimento larval (de ovo a pupa) e a biomassa de pupas (medida em balança de precisão 0,01 mg). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e cada lagarta foi considerada uma repetição.

As médias foram comparadas entre si por teste t (intervalo de confiança), ($P = 0,05$). Posteriormente, calculou-se o Índice de Adaptação (IA) de acordo com BOREGAS et al. (2013) e o Índice de Adaptação relativo, tendo como base a dieta artificial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência em dieta artificial foi superior às plantas avaliadas em todos os casos (Tabela 1). A alimentação em milheto, buva, aveia preta e em trigo Timbaúva, não proporcionou nenhum sobrevivente.

BARBOSA et al. (2016) encontraram 14% para sobrevivência do período pré-imaginal dessa espécie em dieta. Já SANTOS, et al (2016)

encontraram sobrevivência em torno de 6%, quando esses insetos foram mantidos em milho convencional. Os dados corroboram com o presente estudo onde baixa sobrevivência foi registrada, quando as larvas foram mantidas se alimentando de nabo, crotalaria, losna branca e trigo BRS 18. Contudo em dieta a sobrevivência foi superior a registrada por Barbosa et al. (2016). Essas diferenças podem estar relacionadas com a origem da população nos diferentes casos, uma vez que, no presente estudo se avaliou insetos de distintas regiões.

Desenvolvimento larval - O período de desenvolvimento larval foi menor quando as lagartas foram mantidas em soja (19,0 dias), seguida de nabo (20,6 dias) e crotalaria (20,7 dias) para os indivíduos coletados em (Capim Branco). Já para os indivíduos coletados em Presidente Olegário não houve diferença significativa para esse parâmetro sendo em torno de 21,9 dias (Tabela 1). Santos et al. (2016) observaram variações no período de desenvolvimento larval, mesmo avaliando diferentes híbridos de milho sendo de 13,2 dias em milho 30F35 e 15,0 dias para espiguetas de milho DKB390. Contudo o desenvolvimento registrado por esse autor foi menor que os encontrados no presente estudo, sendo tais variações esperadas e demonstradas pelos autores supracitados.

Para biomassa de pupas, verificou-se influência do tipo de hospedeiro, sendo registrados biomassa de 661,7 mg, para insetos mantidos em dieta artificial, 560,5 mg em crotalaria, 542,5 mg em soja e 376,9 mg em losna branca (Tabela 1). BARBOSA et al. (2016) encontraram uma média de 402,6 mg de biomassa de pupas para insetos dessa espécie alimentados em dieta artificial, enquanto SANTOS et al. (2016) encontraram pupas de 399,9 mg para os insetos mantidos em espigas de milho DKB390.

Segundo Penco e Martin (1982), existe correlação entre biomassa de pupas e fertilidade dos adultos para outro Noctuideo-praga importante em lavouras de milho, *Spodoptera frugiperda*. No presente estudo verificou-se que o milheto que proporcionou menor biomassa de pupas (183,8 mg) e que esses insetos não alcançaram a fase adulta. Contudo plantas de soja ou losna branca, os insetos obtiveram pupas de maior biomassa.

Como a dieta artificial é considerada padrão para o desenvolvimento da espécie, após o cálculo do Índice de Adaptação (A) de *H. zea* em todas as plantas hospedeiras, calculou-se o valor relativo para cada planta comparado à dieta artificial, sendo esse considerado de valor igual a um. Dessa forma

o milheto, aveia e buva apresentaram IRA (índice de adaptação relativo) zero. A soja foi a planta hospedeira que apresentou maior IRA (0,47) comparada as demais plantas, podendo ser, dessa forma, considerada a planta mais adequada, dentre as estudadas, para o desenvolvimento da espécie (Tabela 1).

Tabela 1 - Média (\pm IC) de sobrevivência pré-imaginal, período de desenvolvimento larval e biomassa de pupas de *Helicoverpa zea* alimentadas em diferentes plantas. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, 2016.

Tratamentos	Colônia	Sobrevivência pré-imaginal (%)	Período larval (dias)	Biomassa pupa (mg)		
					IA	IRA
Crotalária	Capim Branco - MG	18,0 \pm 4,89	20,7 \pm 0,47	360,4 \pm 13,52	313,1	0,2
Losna Branca		11,0 \pm 3,52	22,7 \pm 0,80	363,9 \pm 19,23	176,1	0,1
Milheto		0,0 \pm 0,00	21,0 \pm 0,00	183,8 \pm 21,02	0,0	0,0
Soja		38,0 \pm 10,04	19,0 \pm 0,31	342,4 \pm 9,42	683,3	0,5
Dieta		62,2 \pm 10,72	21,0 \pm 0,05	489,3 \pm 9,57	1.447,9	1,0
Aveia	Presidente Olegário - MG	0,0 \pm 0,00	23,4 \pm 2,29	155,6 \pm 29,91	0,0	0,0
Buva		0,0 \pm 0,00	- \pm -	- \pm -	0,0	0,0
Nabo		10,0 \pm 4,13	19,9 \pm 1,51	343,5 \pm 19,10	172,2	0,1
Dieta		49,0 \pm 9,89	22,5 \pm 1,01	528,8 \pm 19,93	1.153,5	1,0
Trigo Timbaúva	Laboratório	0,0 \pm 0,00	- \pm -	- \pm -	0,0	0,0
Trigo BRS 18		0,0 \pm 0,0	- \pm -	- \pm -	0,0	0,0

Médias não sobrepostas pelo intervalo de confiança, não diferem entre si pelo teste t ($\alpha = 0,05$).

Helicoverpa zea não completa seu desenvolvimento quando alimentada exclusivamente de buva, trigo, milho ou aveia.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Milho e Sorgo, ao pesquisador Dr. Daniel R Sosa Gomez pela confirmação da espécie *Helicoverpa zea* pela técnica AFLP e à Fapemig.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, T. A. N.; MENDES, S. M.; RODRIGUES, G. T.; RIBEIRO, P. E. de A.; SANTOS, C. A. dos; VALICENTE, F. H.; OLIVEIRA, C. M. de. Comparison of biology between *Helicoverpa zea* and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) reared on artificial diets. **Florida Entomologist**. Flórida, v.99, n.1, 2016.

PENCOE, N.L.; MARTIN, P.B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval development and

Esses dados indicam adequação de soja como planta hospedeira dessa espécie, também relacionada por Olmstead et al. (2016). Contudo adequação da crotalária, nabo forrageiro e losna branca como plantas hospedeiras de *H. zea* ainda não haviam sido relatadas. Esse registro é importante, pois são plantas comuns nos sistemas de produção tropical, seja pela importância na rotação de culturas, como a crotalária e nabo forrageiro, seja como planta daninha, no caso da losna branca, podendo ser usadas pela praga, como ponte-verde em condições de campo.

CONCLUSÕES

Helicoverpa zea apresenta maior índice de adaptação em soja;

adult fecundity on five grass hosts. **Environmental Entomology**, v.11, p.720-723, 1982.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. **Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium**. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.69, n.4, p.488-497. 1976.

HAMED, M; NADEEM, S. **Rearing of *Helicoverpa armigera* (Hub.) on Artificial Diets in Laboratory**. *Pakistan J. Zool.*, vol. 40(6), pp. 447-450, 2008.

LUIZ, C. B. F.; MAGRO, S. R. **Controle biológico das pragas da espiga, sobre parâmetros qualitativos e quantitativos na cultura do milho de safrinha em Ubitatã/PR**. *Campo Dig., Campo Mourão*, v.2, n.1,p.13-21, jan/jun. 2007

MONTRAGOLO, W. J. R.; CRUZ, I.; DELLA LÚCIA, T. M. C. **Densidade Populacional de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nas Fases de Ovo, Larva e Adulto em Milho**. *An. Soc. Entomol. Brasil* 27 (1): p. 21-28. Março, 1998.

MOREIRA, H. J. da C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas do milho**. p. 118-121. Campinas, SP. 2009

OLMSTEAD, D. L.; NAULT, B. A.; SHELTON, A. M. **Biology, Ecology, and Evolving Management of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Sweet Corn in the United States**. *Journal of Economic Entomology*, p. 125, 2016.

SÁ, V. G. M. de; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. **Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos**. *Neotropical Entomology*. v.38. p. 108-115. 2009.

SANTOS, C. A. dos; MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; BARBOSA, T. A. N.; ARAÚJO, O. G.; WAQUIL, J. M.; DIAS, A. S.; HEBACH, F. C. **Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas**. *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, v.51, n.3. Março 2016.



Quantidade liberada de *Telenomus remus* no controle de ovos de *Spodoptera frugiperda* em milho de segunda safra

Kênia Rezende e Silva⁽¹⁾; Danilo Luiz Loboschi⁽²⁾; Nathalia de Oliveira Alexandre⁽³⁾; Rodolfo Pontes Carneiro⁽⁴⁾; Bruno Marin Arroyo⁽⁵⁾; Alexandre de Sene Pinto⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP, kenia.p.p@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽³⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁴⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Centro Universitário Moura Lacerda; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo da Bug agentes biológicos S/A; ⁽⁶⁾ Professor do Centro Universitário Moura Lacerda, Sócio e Diretor de P&D da Bug agentes biológicos, Sócio e Diretor da Occasio Ltda.

RESUMO: O parasitoide de ovos *Telenomus remus* é promissor no controle de *Spodoptera frugiperda*, mas a tecnologia para sua liberação em campo não está bem desenvolvida. Este trabalho teve por objetivo determinar a quantidade de parasitoides liberada para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho. O milho AI Bandeirante foi semeado em 07/03/2016. Em parcelas de 32 x 32 m, sete tratamentos foram repetidos quatro vezes, em um delineamento em blocos ao acaso. Os tratamentos foram a liberação de 10.000, 15.000, 20.000, 25.000 e 30.000 adultos recém emergidos por hectare, à partir dos sete dias após a germinação (16/03), em três semanas consecutivas, além de um tratamento com controle químico (uma aplicação de clorpirifós em 30/03 e uma de espinosade em 24/04/2016) e uma testemunha, sem controle. Após 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a liberação foram avaliadas 20 plantas consecutivas em um ponto ao acaso por parcela, onde foram atribuídas notas dos danos causados pela alimentação das lagartas, de 0 a 9. Verificou-se muitos danos após sete dias da germinação, por causa da migração de lagartas de áreas de milho adjacentes. Em algumas datas, as quantidades de 20.000 e 25.000 adultos liberados por hectare mostraram os menores danos. Na média geral do experimento, os dois tratamentos destacados mostraram os menores danos, que foram inferiores a nota 3. Portanto, para o controle de ovos de *S. frugiperda*, a liberação de 20.000 adultos de *T. remus* por hectare é indicada.

Termos de indexação: Scelionidae, tecnologia de liberação, controle biológico.

INTRODUÇÃO

O uso de agentes biológicos é uma excelente opção no controle da lagarta-do-cartucho, sem efeitos colaterais. Dentre os inimigos naturais de *S. frugiperda*, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) é um parasitoide de ovos que têm potencial para controlá-la (Pinto et al., 2004).

T. remus é originário da Malásia e de Nova Guiné (Waddill & Whitcomb, 1982; Cave, 2000), que foi introduzido no Brasil, em 1986, visando ao controle de *S. frugiperda* (Pedrasi & Parra, 1986). Amplamente utilizado na Venezuela em milho, atinge níveis de controle superiores a 90% (Hernandez et al., 1989; González & Zocco, 1996; Ferrer, 2001). Sua eficácia é estudada em várias regiões do mundo (Schwartz & Gerling, 1974; Wojcik et al., 1976; Joshi et al., 1982; Hernandez et al., 1989), mas no Brasil a pesquisa com esse parasitoide só avançou nos últimos anos (Figueiredo et al., 1999; Bueno et al., 2010).

Apesar de ser usado com sucesso em diversos países, a tecnologia de liberação de *T. remus* em campo não foi muito bem estudada. Segundo Pinto & Parra (2002), vários fatores podem interferir no sucesso de uma liberação de parasitoides em campo, sendo a quantidade liberada uma das mais importantes.

Pomari et al. (2013) avaliaram a quantidade a ser liberada de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho e outras culturas, mas em casa-de-vegetação. Vasconcelos et al. (2008) avaliaram diferentes estratégias de liberação de *T. remus* para o controle de *S. frugiperda* em milho e indicaram que duas liberações de 15.000 parasitoides por hectare cada, em semanas consecutivas, poderia ser a melhor estratégia.

Como a quantidade liberada de *T. remus* para o controle de ovos de *S. frugiperda* é pouco



conhecida em campo, esse trabalho teve esse objetivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP. O milho safrinha foi semeado no dia 4 de março de 2016 e a semente utilizada foi da Al Bandeirante. A densidade adotada foi de seis plantas por metro linear, em um espaçamento entre linhas de 80 cm. Na adubação foi utilizada a formulação 8-20-10 (NPK), em uma quantidade de 350 kg ha⁻¹. Foram aplicados produtos agrotóxicos apenas nas parcelas do tratamento químico.

O delineamento foi o de blocos ao acaso, sendo constituído por dez tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi formada por plantas de milho semeadas em 32 x 32 m, com bordadura de 10 m com plantas (2.700m²). Os tratamentos utilizados foram: **(1)** Liberação do equivalente a 10.000 parasitoides ha⁻¹ por semana, em 3 semanas consecutivas, começando aos 7 dias após a germinação; **(2)** 15.000; **(3)** 20.000; **(4)** 25.000; **(5)** 30.000; **(6)** Controle químico; **(7)** Testemunha (sem controle).

Os parasitoides foram fornecidos pela Bug agentes biológicos, de Piracicaba, SP, e foram liberados sempre após a emergência. No centro das parcelas experimentais os copinhos plásticos contendo os adultos emergidos eram abertos e, com leves sacudidelas, os insetos eram forçados a sair.

Foram realizadas sete avaliações dos danos causados pela lagarta-do-cartucho, semanais, tendo início junto à primeira liberação de *T. remus* (16/03). Foram examinadas 20 plantas consecutivas por parcela. As plantas foram avaliadas quanto às folhas raspadas, perfuradas, cartuchos danificados e destruídos, utilizando o método de avaliação visual e atribuição de notas variando de 0 a 9, escala proposta por Davis e Williams (1989).

No tratamento controle químico foram utilizadas doses recomendadas dos produtos clorpirifós (Lorsban 480 BR 0,6 L p.c. ha⁻¹), em 30/03, e espinosade (Tracer, 100 mL p.c. ha⁻¹), em 20/04/2016, quando 20% das plantas avaliadas apresentaram nota 3 ou mais, até a fase V8 da cultura.

As médias calculadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do ensaio, houve uma grande infestação de lagartas de instares mais avançados, vindas de áreas adjacentes de milho, o que causou uma grande desfolha e média alta de notas de

danos (Figura 1).

Na segunda avaliação, 7 dias após a primeira liberação, a testemunha já apresentou o maior valor médio de nota atribuída aos danos, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Aos 21 dias após a liberação, a testemunha novamente mostrou o maior valor, mas diferindo significativamente, dessa vez, apenas dos tratamentos onde 20.000 e 25.000 parasitoides foram liberados (Figura 1).

Com ausência de precipitação pluviométrica, aos 35 dias após a liberação somente o tratamento onde 30.000 parasitoides foram liberados diferiu da testemunha, que apresentou o maior valor médio de danos (Figura 1).

Avaliando a média de todas as datas de avaliação das notas atribuídas aos danos de *S. frugiperda*, pôde-se verificar que os tratamentos onde 20.000 e 25.000 parasitoides foram liberados por hectare mostraram os menores valores, diferindo apenas da testemunha, que apresentou o maior valor (Figura 2).

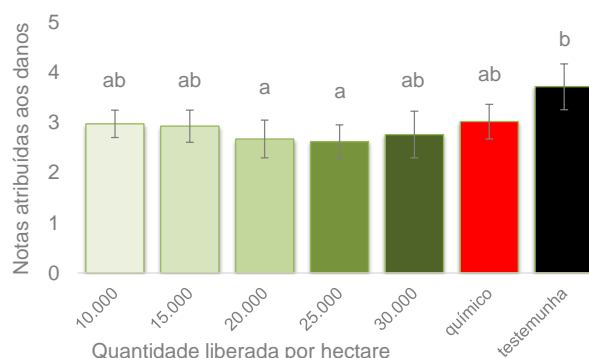


Figura 2. Média das notas atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho, de todas as datas, após a liberação de diferentes quantidades de *T. remus*. Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

As quantidades de 20.000 e 25.000 parasitoides por hectare foram as que atingiram as menores notas dos danos nas folhas de milho causados por *S. frugiperda*. Apesar de mostrarem nota média abaixo de 3, várias datas tiveram mais do que 20% das plantas com notas superiores, o que indicaria controle segundo Pinto et al. (2010).

Esses resultados concordam parcialmente com Vasconcelos et al. (2008), que indicaram duas liberações consecutivas semanais de 15.000 parasitoides por hectare para o controle de *S. frugiperda* em milho.

Pomari et al. (2013) indicaram quantidades de

parasitoides diferentes para cada estágio fenológico do milho, mas no atual ensaio a quantidade foi fixa.

CONCLUSÃO

A liberação de 20.000 adultos de *T. remus* por hectare é indicada para o controle de ovos de *S. frugiperda* em milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos Leandro Pires de Araujo Jr., Ademar José Pereira Sousa Santos, Isabela Aparecida Fonseca Ivan e Naiara dos Santos Stoppa, pelo auxílio na condução do ensaio, e à Bug agentes biológicos S/A, por fornecer o material utilizado.

REFERÊNCIAS

- BUENO, R.C.O. de F. et al. Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.1, p.133-139, 2010.
- CAVE, R.D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol News and Information**, v.21, p.21-26, 2000.
- DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Methods used to screen maize for resistance and to determine mechanisms of resistance to the Southwestern cornborer and fall armyworm. In: **International Symposium on Methodologies for development host plant resistance to maize insects**. Toward insect resistance maize for the third world. CIMMYT, México, p.101-104, 1989.
- FERRER, F. Biological control of agricultural insect pests in Venezuela: advances, achievements, and future perspectives. **Biocontrol News and Information**, v.22, n.3, p.67-74, 2001.
- FIGUEIREDO, M.L.C; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.1975-1982, 1999.
- GONZÁLEZ, C.E.; ZOCCO, J.L. Control integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith) utilizando *Telenomus remus* (Nixon) en *Zea mays* L. **Revista de Investigación Agrícola-DANAC**, v.1, p.201-219, 1996.
- HERNANDEZ, D.; FERRER, F.; LINARES, B. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. **Agronomía Tropical**, v.39, n.1-3, p.45-61, 1989.
- JOSHI, B.G.; SITARAMAIAH, S.; RAMAPRASAD, G. Field observations on impact of egg parasite *Telenomus remus* [Hym.: Scelionidae] on tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* [Lep.: Noctuidae] in tobacco nurseries in Andhra Pradesh, India. **Entomophaga**, v.27, n.3, p.331-334, 1982.
- PEDRASI, T.C.; PARRA, J.R.P. Técnica de criação e determinação das exigências térmicas de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1986. p.227.
- PINTO, A. de S.; CARDOSO, R.T.; DANIELI, T.; VASCONCELOS, G. dos R.; SANTOS, A.C. dos. Nível de controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), em três híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010. **Resumo expandido...** Goiânia: ABMS, 2010. CD-ROM
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P. Liberação de inimigos naturais, cap.19. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (orgs.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.325-342.
- PINTO, A. de S.; PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108p.
- POMARI, A.F.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; MENEZES JUNIOR, A. de O.; FONSECA, A.C.P.F. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygasteridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v.43, p.377-382, 2013.
- SCHWARTZ, A.; GERLING, D. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. **Entomophaga**, v.19, n.4, p.482-492, 1974.
- VASCONCELOS, G. dos R.; SCANDIUZZI, G.F.; ARCARO FILHO, M.; PINTO, A. de S. Quantidade liberada do parasitóide *Telenomus remus* no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho "safrinha". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008. **Anais...** Uberlândia: UFU/UFV, 2010. CD-ROM
- WADDILL, H. van; WHITCOMB, W.H. Release of *Telenomus remus* (Hym. Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, U.S.A. **Biocontrol**, v.27, p.159-162, 1982.



WOJCIK, B.; WHITCOMB, W.H.; HABECH, O.H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **Florida Entomologist**, v.59, n.2, p.195-198, 1976.

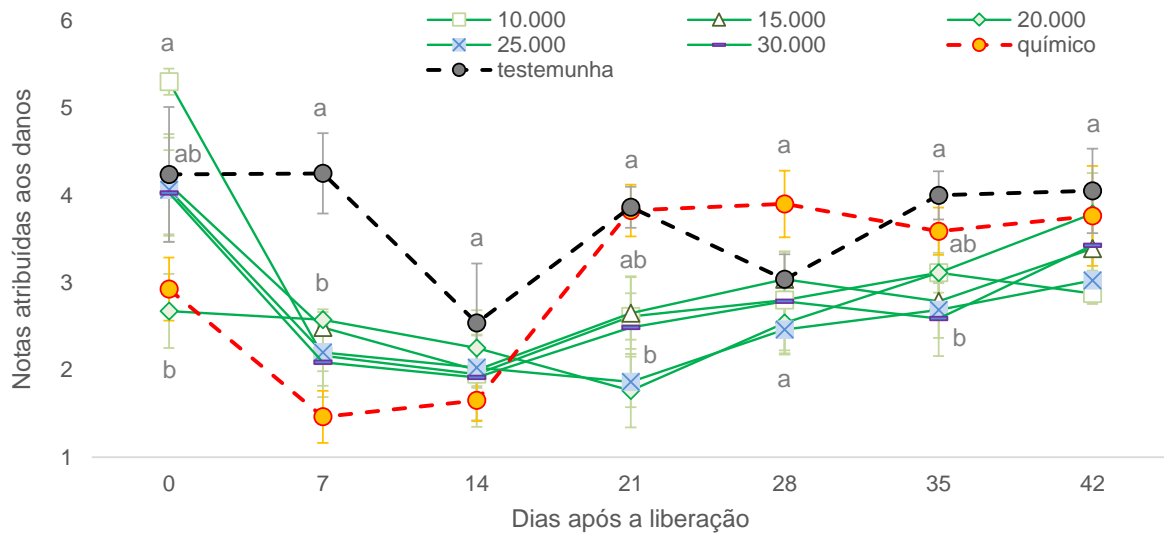


Figura 1. Notas médias atribuídas aos danos causados pela alimentação de lagartas de *S. frugiperda* em folhas de milho até 42 dias após a liberação de diferentes quantidades de *T. remus*. Pontos seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%.

Relação entre cartelas parasitadas por *Trichogramma pretiosum* e cartelas ofertadas para parasitismo

Isamara Maria Silva Costa ⁽¹⁾; **Ivan Cruz** ⁽²⁾; **Mariana Bonifácio Amancio** ⁽³⁾; **Ana Carolina Maciel Redoan** ⁽⁴⁾; **Debora Ferreira de Araújo de Albuquerque** ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del Rei; Sete Lagoas, MG; isamaramsc@msn.com. ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo. ⁽³⁾ Mestranda; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. ⁽⁴⁾ Doutoranda; Universidade Federal de São Carlos. ⁽⁵⁾ Graduanda; Centro Universitário de Sete Lagoas.

RESUMO: A criação de agentes de controle natural de insetos pragas em biofábricas é ponto crucial para alavancar os programas de controle biológico aplicado. O parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* é um dos principais insetos para os quais existem biofábricas no mundo todo. Qualquer melhoria no sistema de criação deste inseto significa impacto positivo imediato na sua utilização no campo. Nas biofábricas de modo geral o parasitoide é multiplicado em ovos da traça das farinhas, *Anagasta kuehniella* impregnados em uma cartolina de dimensões variadas.

espécies e/ou linhagens do parasitoide para a praga visada, obtendo assim sucesso no controle biológico utilizando esse agente (Pratissoli et al., 2002). Visto que a maioria dos laboratórios utilizam esses indivíduos para criação massal, deve-se seguir parâmetros ideais a fim de otimizar a produção em grande escala. O seguinte trabalho tem como objetivo, avaliar a relação entre o número de cartelas parasitadas e o número de cartelas não parasitadas na produção de *T. pretiosum*.

Termos de indexação: Controle biológico, inimigos naturais, biofábrica

MATERIAL E MÉTODOS

INTRODUÇÃO

O Controle Biológico é utilizado para reduzir a população de insetos pragas por meio de seus inimigos naturais, podendo ser provenientes de biofábricas ou provenientes do próprio campo onde se encontra a praga, ocorrendo então controle biológico natural. *Trichogramma* spp. tem grande relevância entre os agentes biológicos, por usarem ovos de pragas agrícolas para parasitar (Pratissoli et al., 2004a). Em média, trinta países utilizam esses parasitoides para fazerem controle biológico de pragas em várias culturas, com liberações inundativas (Pratissoli et al., 2002). É importante fazer o planejamento, saber o local de coleta, estratégias para manutenção no laboratório com condições climáticas adequadas, seleção de

O trabalho foi baseado na rotina da biofábrica da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas. Ovos frescos da traça das farinhas são impregnados em cartelas de 10 por 15 cm. Tais cartelas são então oferecidas ao parasitoide cuja fêmea adulta coloca seus ovos dentro de cada ovo da traça. Cartelas contendo ovos parasitados próximo da emergência dos adultos servem como matriz para continuar o processo de multiplicação. Foram utilizadas inicialmente 30 cartelas contendo ovos de *A. kuehniella* com dimensão de 2x3cm, ofertadas individualmente para o parasitoide, no interior de recipiente de vidro de 1,6l, vedado com filme plástico. Posteriormente, próximo à emergência dos adultos, foram ofertadas outras cartelas nas proporções de três, seis, nove, 12 e 15 para cada uma parasitada, originando assim a segunda geração. Portanto, para cada tratamento foram feitas seis repetições. Após a total emergência dos

parasitoides foi efetuada a contagem de todos os indivíduos determinando o número de insetos gerados e razão sexual em uma amostra de 100 indivíduos/tratamento, calculada a partir da fórmula: $rs = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / (n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos})$ sendo o sexo dos indivíduos determinado com base nas características morfológicas das antenas.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de significância (Scott e Knott, 1974), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram, como esperado, não haver diferença significativa na relação macho e fêmea dos insetos emergidos (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito da proporção de cartelas de ovos de *Anagasta* parasitadas ofertadas para cartelas não parasitadas sobre a produção de *T. pretiosum*

Tratamentos	Proporção		Insetos Emergidos
	Machos	Fêmeas	
1:3	43.17 A	56.83 A	6191.8 D
1:6	40.33 A	59.66 A	14459.5 C
1:9	44.00 A	56.00 A	21354.2 B
1:12	44.00 A	56.00 A	21284.8 B
1:15	46.67 A	53.00 A	27570.0 A
Média	43.63	56.30	18172.1
CV	22.07	16.77	12.59

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott.

Diferença significativa ocorreu em relação ao número total de insetos produzidos (Tabela 1, Figura 1). Quando a proporção de cartelas contendo os ovos de *A. kuehniella* foi a máxima, houve significativamente o maior número de parasitoides. Em ordem crescente no número de cartelas ofertadas, a produção do parasitoide foi, 1,57, 2,32,

2,32 e 3,0 vezes maior do que a produção obtida na relação 1:3. Conforme mostrado na Figura 1, a produção do parasitoide ainda pode ser maior do que o obtido neste experimento.

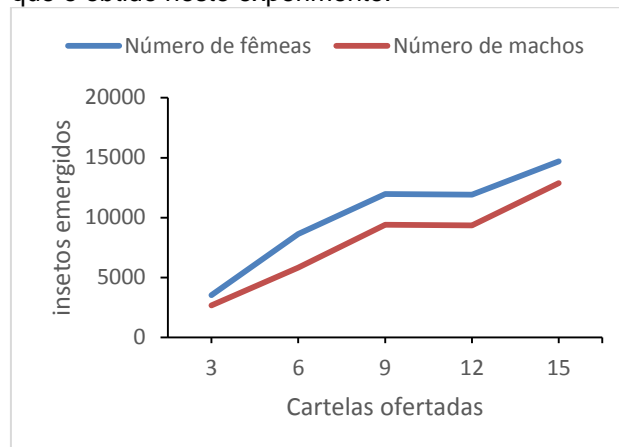


Figura 1. *Trichogramma pretiosum* emergidos em razão do número de cartelas contendo ovos de *A. kuehniella*.

CONCLUSÃO

Houve variabilidade em relação ao número de insetos emergidos por razão do número de cartelas ofertadas por recipiente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Embrapa Milho e Sorgo pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D. F. SISVAR: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software. Paris, v.26, n.1, p.445-451.
- PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M.J.; HOLTZ, A.M.; GONÇALVES, J.R.; CHIORAMITAL, A.B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.73-76, 2002
- PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; GUIMARÃES, E.M.; ESPINDULA, M.C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.193-196, 2004.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Resistência natural de milho à *Lagarta-do-cartucho*

Paulo Afonso Viana⁽¹⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽¹⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽¹⁾, Matheus de Oliveira Leal⁽²⁾; Carla Camila da Silva⁽²⁾; Josyane Santos Rocha⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; pviana@uai.com.br; ⁽²⁾ Estagiários; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O desenvolvimento de cultivares resistentes constitui um método de controle com potencial para reduzir perdas devido ao ataque de pragas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência nativa de híbridos de milho em desenvolvimento ao ataque foliar de *Spodoptera frugiperda*. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições. A parcela foi constituída por um vaso de 5 L de solo contendo cinco plantas. Os tratamentos utilizados foram 44 híbridos experimentais, quatro híbridos convencionais, um híbrido Bt e uma variedade. No estágio vegetativo V4/V5, as plantas foram infestadas individualmente com 10 lagartas neonatas. Quatorze dias após a infestação foi realizada a avaliação da injúria foliar utilizando uma escala de danos de 0 a 9. As lagartas encontradas nas plantas foram removidas para avaliação da biomassa e largura de cápsula cefálica em laboratório. Entre os híbridos convencionais experimentais, o 51206413 foi o menos atacado com dano foliar de 5,25, seguidos pelos 51205324 e 51206598, com danos de 5,35 e 5,90, respectivamente. Os híbridos 51206598 e 51206413 apresentaram as menores biomassa larval, 121,60 e 135,20 mg respectivamente e com a largura da cápsula cefálica de 2,75 mm. A largura da cápsula cefálica não diferiu significativamente para os insetos alimentados nos híbridos avaliados, variando de 2,50 a 3,31 mm. Concluiu-se que os híbridos experimentais 51206413 e 51205324 sofreram os menores danos pela lagarta e tiveram maior impacto sobre a redução do desenvolvimento larval.

Termos de indexação: *S. frugiperda*, controle, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é considerada uma das pragas de maior importância econômica para a cultura do milho no Brasil (CARVALHO, 1970; CRUZ et al., 1996). As perdas em produtividade causadas pelo ataque da lagarta podem atingir até 50%, dependendo da cultivar e do estágio fenológico da planta (FERNANDES et al., 2003).

O desenvolvimento de cultivares resistentes constitui um método de controle com potencial para reduzir perdas na produtividade devido ao ataque dessa praga. O programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo tem selecionado linhagens e híbridos que apresentam menores níveis de dano foliar causado pela *S. frugiperda*, mostrando que existe variabilidade genética em milho para essa característica (VIANA; GUIMARÃES, 1997; ALVAREZ; MIRANDA FILHO, 2002; VIANA et al., 2014).

A utilização *per se* de cultivares com certo nível de resistência natural ou em cruzamento com eventos transgênicos é uma perspectiva para o desenvolvimento de produtos inovadores, como híbridos com resistência à lagarta-do-cartucho derivados de cruzamentos entre evento Bt e materiais com resistência nativa. Essa combinação tem potencial para tornar a tecnologia mais duradoura e contribuindo significativamente para o Manejo de Resistência da Praga, além de reduzir as perdas na produtividade das lavouras. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência

nativa de híbridos de milho em desenvolvimento à infestação de *S. frugiperda* através da avaliação das injúrias causadas por ela.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições. A parcela foi constituída por um vaso de 5 L de solo contendo cinco plantas. Os tratamentos utilizados foram 44 híbridos experimentais, quatro híbridos convencionais, um híbrido Bt e uma variedade. No estágio vegetativo V4/V5, as plantas foram infestadas individualmente com 10 lagartas neonatas. Quatorze dias após a infestação foi realizada a avaliação da injúria foliar causada pelas lagartas em cada planta utilizando uma escala de danos de 0 a 9 (DAVIS et al., 1989). As lagartas encontradas nas plantas foram removidas para avaliação da biomassa e largura de cápsula cefálica em laboratório. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A injúria foliar média causada pela lagarta *S. frugiperda* nos genótipos avaliados variou de 0,90 a 7,90, diferindo significativamente pelo teste F ($P \leq 0,05$) (Tabela 1). Como esperado, o híbrido Bt AG8088PROX foi o menos atacado pela lagarta com dano foliar de 0,90. Não houve sobrevivência larval no híbrido Bt expressando o evento PRO. Entre os híbridos convencionais experimentais, o 51206413 foi o menos atacado, com dano foliar médio de 5,25, seguidos pelos 51205324 e 51206598, com danos de 5,35 e 5,90, respectivamente. A biomassa larval dos insetos alimentados nas folhas dos híbridos, em geral, variou de 121,60 a 304,92 mg. A largura da cápsula cefálica não diferiu significativamente, variando de 2,50 a 3,31 mm.

Entre os híbridos menos danificados, o 51206598 e o 51206413 apresentaram as menores biomassa larval, 121,60 e 135,20 mg, respectivamente, e com a largura da cápsula cefálica de 2,75 mm, indicando que antibiose pode ser o mecanismo envolvido. Outros híbridos que reduziram a biomassa

larval de insetos foram o BRS1060, o 51205686 e o 51207186, com 140,85, 147,55 e 149,66 mg. Um grupo intermediário apresentou biomassa larval entre 150,00 e 200,00 mg, mostrando um efeito relativo sobre o inseto, sem, contudo, impactar sobre as fases de desenvolvimento larval.

Os resultados mostraram que existe variabilidade genética para resistência nos híbridos avaliados, possibilitando selecionar para essa característica e utilizá-la em programa de melhoramento (SILOTO et al., 2002; GUIMARÃES et al., 2004). Os resultados ainda indicam a possibilidade de ocorrência de mecanismos de antibiose ou antixenose, que devem ser explorados em bioensaios específicos, avaliando os híbridos menos danificados (VIANA; POTENZA, 2000; COSTA et al., 2007). Esses estudos poderão contribuir para elucidar os mecanismos de resistência envolvidos e auxiliar na escolha de métodos de melhoramento.

CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética para resistência natural à injúria foliar causada pela *S. frugiperda*. Os híbridos experimentais 51206413 e 51205324 sofreram os menores danos pela lagarta e tiveram maior impacto sobre a redução do desenvolvimento larval.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no congresso.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, M. P.; MIRANDA FILHO, J. B. Diallel crossing among maize populations for resistance to fall armyworm. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 731-714, out./dez. 2002.
- CARVALHO, R. P. L. **Flutuações da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (Smith, J. E.) e sua susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo**. 1970. 170 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.
- COSTA, L. P.; GUIMARAES, P. E. de O.; VIANA, P. A.; SENA, M. R.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de. Avaliação de antibiose à lagarta-do-cartucho em genótipos selecionados de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. **Melhoramento de plantas e agronegócio: anais...** Lavras: UFLA: SBMP, 2007. 1 CD-ROM.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELLOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 25, p. 293, 1996.

DAVIS, F. M.; WILLIAMS W. P.; WISEMAN B. R.; Methods used to screen maize for and to determine mechanism of resistance to the Southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPING HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECTS, 1989, Mexico. **Toward insect resistant maize for the third world: proceedings.** Mexico, DF: CIMMYT, 1989. p. 101-108.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PICOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMETRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35, maio/ago. 2003.

GUIMARÃES, P. E. O.; VIANA, P. A.; PACHECO, C. A. P. Capacidade combinatória para desenvolvimento larval e ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* em seis linhagens da população de milho CMS 23. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1., 2004, Cuiabá, MT. **Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade: resumos.** Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: Empaer, 2004. p. 427.

SILOTO, R. C.; VENDRAMIM, J. D.; BUFALO N. E. Desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho em condições de laboratório. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo:** [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.

VIANA, P. A.; GUIMARÃES, P. E. O. Maize resistance to the lesser cornstalk borer and fall armyworm in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INSECT RESISTANT MAIZE: recent advances and utilization, 1994, Mexico. **Proceedings.** Mexico: CIMMYT, 1997. p. 112-116

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p.27-33, 2000.

VIANA, P. A.; GUIMARÃES, P. E. de O.; GONCALVES, I. de S.; MAGALHÃES, C. de S. Resistência nativa de híbridos experimentais de milho à *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos.** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.

Tabela 1- Resistência de híbridos experimentais de milho à *Spodoptera frugiperda*¹

Híbridos	Dano foliar \pm EP	Biomassa (mg) \pm EP	Cáps.Cefálica (mm) \pm EP
AG8088PROX	0,90 \pm 0,10 a	-	-
51206413	5,25 \pm 0,55 b	135,20 \pm 14,30 ab	2,75 \pm 0,42 n.s.
51205324	5,35 \pm 0,45 bc	186,43 \pm 12,42 ab	2,99 \pm 0,05
51206598	5,90 \pm 0,30 bcd	220,60 \pm 31,01 ab	2,75 \pm 1,77
51203615	6,00 \pm 0,60 bcd	255,00 \pm 41,72 b	3,00 \pm 1,65
BRS1060	6,00 \pm 0,00 bcd	140,85 \pm 84,95 ab	2,50 \pm 0,33
51207186	6,10 \pm 0,70 bcd	149,67 \pm 17,47 ab	2,82 \pm 0,18
51204195	6,20 \pm 0,60 bcd	202,13 \pm 64,33 ab	2,54 \pm 0,21
51205813	6,30 \pm 0,50 bcd	175,50 \pm 3,90 ab	2,55 \pm 0,13
51205579	6,30 \pm 0,90 bcd	175,65 \pm 54,35 ab	2,88 \pm 0,13
51204058	6,30 \pm 0,10 bcd	201,50 \pm 7,35 ab	2,92 \pm 0,09
51205305	6,40 \pm 0,20 bcd	249,58 \pm 14,98 b	2,99 \pm 0,09
51205399	6,40 \pm 0,20 bcd	163,55 \pm 15,55 ab	2,75 \pm 0,08
BRS1055	6,40 \pm 0,60 bcd	170,75 \pm 16,15 ab	2,91 \pm 0,01
51203948	6,40 \pm 0,20 bcd	184,13 \pm 49,52 ab	2,88 \pm 2,48
51204148	6,40 \pm 0,60 bcd	254,03 \pm 50,97 b	3,05 \pm 0,13
51205449	6,50 \pm 0,30 bcd	222,25 \pm 18,25 ab	2,98 \pm 0,20
1F640	6,50 \pm 0,30 bcd	157,80 \pm 56,90 ab	2,88 \pm 0,38
51205163	6,60 \pm 0,20 bcd	172,58 \pm 10,88 ab	2,71 \pm 0,11
51205455	6,60 \pm 0,20 bcd	240,98 \pm 17,28 ab	3,01 \pm 0,07
51205686	6,60 \pm 0,40 bcd	147,55 \pm 13,25 ab	2,63 \pm 0,09
51206362	6,60 \pm 0,40 bcd	206,00 \pm 98,10 ab	2,84 \pm 0,34
51205214	6,70 \pm 0,10 bcd	213,19 \pm 35,59 ab	2,92 \pm 0,09
51206473	6,70 \pm 0,70 bcd	202,18 \pm 38,22 ab	3,32 \pm 0,39
51205609	6,80 \pm 0,20 bcd	215,54 \pm 6,66 ab	3,04 \pm 0,13
51205703	6,80 \pm 0,00 bcd	250,38 \pm 4,12 b	3,09 \pm 0,09
51206548	6,80 \pm 0,00 bcd	207,08 \pm 20,78 ab	2,95 \pm 0,05
51202103	6,80 \pm 0,20 bcd	206,48 \pm 29,92 ab	2,86 \pm 0,25

BRS3040	6,80 ± 0,20	bcd	224,21 ± 45,51	ab	3,17 ± 0,11
<u>Tabela 1. Cont.</u>					
51205498	6,90 ± 0,10	bcd	181,23 ± 11,77	ab	2,69 ± 0,11
51206923	6,90 ± 0,30	bcd	235,95 ± 14,25	ab	2,91 ± 0,01
51206988	6,90 ± 0,10	bcd	295,53 ± 6,20	b	3,09 ± 0,02
51207302	6,90 ± 0,10	bcd	236,73 ± 45,37	ab	3,00 ± 0,05
Sint. Spodoptera	6,90 ± 0,90	bcd	175,97 ± 21,64	ab	3,07 ± 0,05
51205385	7,00 ± 0,00	bcd	212,80 ± 21,10	ab	2,67 ± 0,17
51203795	7,00 ± 0,00	bcd	181,45 ± 4,05	ab	2,79 ± 0,04
51206670	7,00 ± 0,60	bcd	179,67 ± 32,24	ab	2,60 ± 0,16
51206761	7,00 ± 0,00	bcd	171,43 ± 41,97	ab	2,67 ± 0,34
51206883	7,00 ± 0,00	bcd	202,55 ± 64,55	ab	7,00 ± 0,06
51207082	7,00 ± 0,00	bcd	198,00 ± 84,30	ab	7,00 ± 0,36
51205772	7,10 ± 0,10	bcd	257,64 ± 78,66	b	7,10 ± 0,03
51203862	7,10 ± 0,90	bcd	296,28 ± 96,62	b	7,10 ± 0,05
51205687	7,20 ± 0,20	bcd	213,97 ± 37,57	ab	7,20 ± 0,22
51203611	7,20 ± 0,00	bcd	229,25 ± 35,15	ab	7,20 ± 0,28
51205495	7,30 ± 0,30	bcd	262,43 ± 35,93	b	7,30 ± 0,13
51206701	7,30 ± 0,30	bcd	160,80 ± 82,00	ab	7,30 ± 0,09
51203702	7,30 ± 0,10	bcd	304,93 ± 22,58	b	7,30 ± 0,17
1L467	7,50 ± 0,50	bcd	221,60 ± 128,80	ab	7,50 ± 0,42
51206806	7,60 ± 0,20	cd	284,23 ± 64,22	b	7,60 ± 0,09
51203757	7,90 ± 0,10	d	197,53 ± 25,93	ab	7,90 ± 0,30
CV (%)	8,34		28,62		8,81

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Resposta funcional e comportamento de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitando ovos de *Spodoptera* *frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Mariana Bonifácio Amancio⁽¹⁾; Odair Aparecido Fernandes⁽²⁾; Igor Henrique Sena da Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP/FCAV); Jaboticabal, SP; bonifacioamancio@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual Paulista; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Estadual Paulista.

RESUMO: Parasitoides são insetos que vivem como parasitas de artrópodes durante seus estágios imaturos. Estes insetos desempenham importante papel na estruturação de comunidades e, portanto, no controle da densidade populacional de insetos herbívoros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. Sendo cada tratamento correspondente a uma densidade de ovos. Os testes foram realizados em câmaras de crescimento a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O parâmetro linear significativo e positivo apresentado demonstra que a resposta funcional de *Telenomus remus* parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda* é do tipo III. Houve acréscimo na razão sexual de *T. remus* quando fêmeas foram expostas ao parasitismo em uma maior quantidade de ovos de *S. frugiperda*.

Termos de indexação: controle biológico, parasitoide, lagarta do cartucho, resposta comportamental.

INTRODUÇÃO:

A busca e a seleção de hospedeiros dos parasitoides representa um processo que abrange uma sequência de passos que vão desde a localização do habitat até o reconhecimento, aceitação e adequação do hospedeiro. São escassas as informações em relação ao reconhecimento e aceitação de hospedeiros para os himenópteros da família dos Scelionídeos. Pouco

se conhece a respeito dos estímulos envolvidos neste processo e sobre os comportamentos relacionados aos mesmos (Steidle & Van Loon;2002).

O reconhecimento e aceitação dos hospedeiros em Scelionidae parecem ser influenciados por características morfológicas, como a forma, tamanho e coloração das posturas/ovos, além de caimônios encontrados na secreção produzida pelas fêmeas com a finalidade de unir os ovos e colá-los ao substrato (Borges et al. 1999). *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga cosmopolita, responsável por grandes perdas econômicas em diversas culturas (Faria 2001). No Brasil, *T. remus* tem permanecido sob condições de criação massal, atingindo cerca de 600 gerações em laboratório, desde sua introdução em meados da década de 1980 até janeiro de 2013 (Guevara, 2013).

A variação da taxa de consumo, ou de parasitismo, em função da densidade de presas, ou hospedeiros, é conhecido como resposta funcional (RF). A RF pode ser de três tipos: tipo I, tipo II, tipo III e tipo IV, cada tipo de RF reflete uma forma diferente a interação entre o herbívoro e o parasitoide e seu estudo é de extrema importância.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a RF de *T. remus* no parasitismo de ovos de *S. frugiperda* e observar o seu comportamento durante o parasitismo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ecologia Aplicada (ApecoLab) da Faculdade de Ciências Agroveterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV) em Jaboticabal-SP. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições. Os testes foram realizados em câmaras de crescimento a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Cada tratamento foi composto por uma densidade de ovos de *S. frugiperda*, sendo elas: 25, 50, 75, 125 e 250 ovos em camada única. Com o auxílio de pincéis as massas de ovos recém ovipositadas foram coletadas e quantificadas com o auxílio de uma lupa, depois foram transferidos para tubos de ensaio e infestou-se com uma vespa fêmea de *T. remus* recém copulada por tubo de ensaio.

Após 24h de exposição, o parasitoide foi retirado juntamente com lagartas que eventualmente eclodiram. A avaliação dos ovos parasitados e não parasitados foi feita após 15 dias da infestação do parasitoide. Para determinação da razão sexual (RS), foi observada na lupa diferenças morfológicas nas antenas dos adultos recém eclodidos. As comparações estatísticas de RS foi feita por ANAVA e teste de Tukey ($P = 0,05$) utilizando o programa SISVAR. Para a obtenção da curva de ovos parasitados em função da quantidade de ovos oferecidos foi utilizado a equação de disco de Holling sugerido por Rogers (1972). Para a análise de resposta funcional (RF) foi realizado o procedimento CATMOD do SAS (SAS Institute, 1999), onde foi realizada uma regressão logística do número de ovos parasitados em função do número de ovos oferecidos. Foram testados os modelos cúbico, quadrático e linear, afim de observar alguma significância. Inicialmente testou-se o modelo cúbico devido a capacidade de capturar todas as possíveis variações que possam ocorrer nas curvas da RF de acordo com Juliano (1993).

A determinação da RF foi realizada através do sinal do termo da equação, onde termo linear, não significativo indica uma RF tipo I, termo linear significativo, mas com sinal negativo, indica uma RF tipo II, e termo linear, significativo e com sinal positivo, uma RF tipo III. O comportamento de *T. remus* durante o parasitismo foi registrado por meio de filmagem (câmera filmadora Sony SSC-DC54A acoplada a microscópio estereoscópico Zeiss SV6 e

vídeo-cassete Sony SVT-S3100) e concomitantemente, foi registrado o tempo (segundos) com auxílio de um cronômetro e anotado cada vez que o inseto exibiu um dos atos comportamentais, sempre de acordo com o tempo. Isso permitiu verificar o tempo gasto em cada atividade, assim como registrar o número de ocorrências de cada atividade. Cada repetição foi caracterizada por uma observação contínua (10 minutos) de uma arena (1parasitóide: 1hospedeiro), utilizando o catálogo comportamental criado previamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Holling (1961) há quatro tipos básicos de resposta funcional (RF): I (linear), II (curvilínea), III (sigmóide) e IV (forma de cúpula). As respostas do tipo I e II são mais encontrados em invertebrados, enquanto que do tipo III são encontrados em vertebrados, embora alguns artrópodes também podem apresentar este tipo de resposta quando a sua presa preferencial não estiver disponível (Hassel et al., 1977; Jervis e Kidd, 1996). A resposta do tipo IV somente ocorre quando outra presa de uma mesma ou espécie diferente interfere na manipulação do predador ou se a presa apresenta algum tipo de comportamento de defesa.

O parâmetro linear significativo e positivo apresentado na Tabela 1 indica que a RF de *T. remus* parasitando ovos de *S. frugiperda* é do tipo III. A RF do tipo II é encontrada na maioria dos estudos envolvendo artrópodes (Ambrose e Claver, 1997; Ambrose et al., 2000). No entanto, outros fatores intrínsecos relacionados ao predador (parasitoide), condições ambientais, tais como, o substrato onde a presa (hospedeiro) é encontrada ou tipo de presa, podem levar a outro tipo de resposta, como encontrado neste estudo onde foi encontrada uma RF tipo III.

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros da regressão logística entre a proporção de ovos, de *Spodoptera frugiperda* parasitados por *Telenomus remus*. A densidade de presas vários entre 25 a 250 ovos.

Parâmetros	Valores (\pm EP)	GL	χ^2	P
Interceptor	- 0,5951 \pm 0,1502	1	15,69	< 0,0001
Linear	0,0169 \pm 0,00244	1	47,79	< 0,0001
Quadrático	0,00007 \pm 0,0000007	1	78,15	< 0,0001

A figura 1 apresenta a curva resposta da quantidade de ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. remus* em função da densidade oferecida. Para melhor determinação da RF é altamente necessário que se verifique a curva resposta da taxa de parasitismo (%) em função da densidade de ovos da presa oferecida, que é apresentada na figura 2.



Fig. 1. Número de ovos de *S. frugiperda* parasitados por *Telenomus. remus* em função da densidade de ovos oferecidos.

A figura 2 indica uma curva característica de RF do tipo III onde mostra que há um aumento da taxa de parasitismo até a densidade de 150 ovos e que depois há um decréscimo com o aumento da densidade. A razão sexual (RS) dos indivíduos de *T. remus* que emergiram dos ovos de *S. frugiperda* também foi determinada neste estudo.

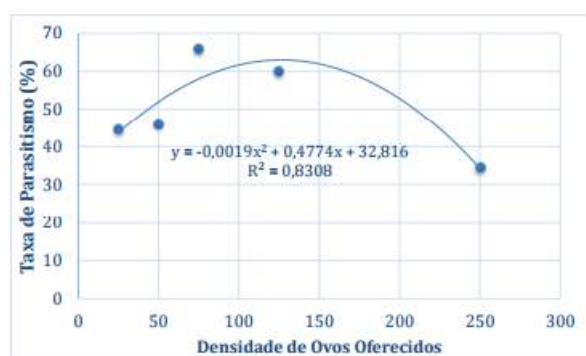


Fig. 2. Taxa de parasitismo (%) de ovos de *S. frugiperda* parasitados por *T. remus* em função da densidade de ovos oferecidos.

Os resultados indicaram que apesar de não haver diferença estatística entre as diferentes densidades de ovos de *S. frugiperda* oferecidos ao

parasitoide, houve uma tendência de aumento na RS de *T. remus* quando aumentada a densidade de ovos, sendo de 0,39 e 0,61 para macho e fêmea, respectivamente, na menor densidade e de 0,25 e 0,75 de machos e fêmeas, respectivamente, na mais alta densidade de ovos (Fig. 3).

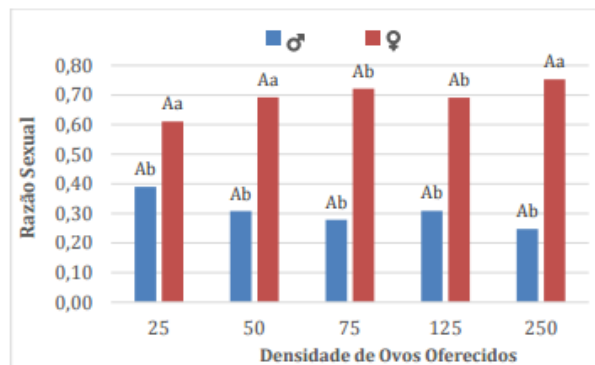


Fig. 3. Razão sexual do parasitoide *T. remus* em função da densidade de ovos de *S. frugiperda* oferecidos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$) em diferentes densidades e quanto ao sexo dentro de uma mesma densidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

O parâmetro linear indica que a resposta funcional de *T. remus* parasitando ovos de *S. frugiperda* é do tipo III.

Houve aumento na razão sexual de *T. remus* quando fêmeas foram expostas ao parasitismo em uma maior quantidade de ovos de *S. frugiperda*.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

REFERÊNCIAS

BORGES, M.; COSTA, M. L. M.; SUJII, E. R.; CAVALCANTI, M.; DAS G.; REDÍGOLO, G. F.; RESCK, I. S.; VILELA, E. F. Semiochemical and physical stimuli involved in host recognition by *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), **Physiological Entomology**, v. 24, p. 227, 1999.

FARIA, C. A. Resposta de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a voláteis de plantas e ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Viçosa: Universidade

Federal de Viçosa. 50p (**Dissertação de Mestrado**), 2001.

GODFRAY, H. C. J. Parasitoids, Behavioural and Evolutionary Ecology. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

GUEVARA, N. N. Bioecologia comparada de duas linhagens de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitando ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação (**mestrado**) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

STEIDLE, J. L. M.; VAN LOON, J. J. A. Chemoecology of parasitoid and predator oviposition behaviour. In: Chemoecology of insect eggs and egg deposition (Ed. Steidle, J. L. M. & Van Loon, J. J. A.), p. 291–317. **Blackwell Publishing**, 2002.



Suscetibilidade de híbridos de sorgo biomassa e sacarino à Lagarta-do-Cartucho

Yuri Gomes Figueiredo⁽¹⁾; Simone M. Mendes⁽²⁾; João Paulo Dale Costa e Silva³, Lorena de Oliveira Martins³, Natalia Damasceno³; Rafael Parrela⁽²⁾;

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas-MG; yuri.gfigueiredo@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estagiários e Bolsistas da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar os danos causados por *Spodoptera frugiperda* em diferentes cultivares de sorgo. Foram feitos levantamentos de notas de injúrias do sorgo no estágio fenológico EC2 com três, sete e nove folhas formadas em diversos genótipos biomassa e sacarino, com uso de escala de danos de Carvalho (1970), cujas injúrias variam de 0 (ausência de injúrias) a 5 (cartucho da planta destruído). O genótipo de sorgo biomassa CMSXS222A x CMSXS7020, apresentou maior nota de injúria que os demais genótipos no estágio V9. No estágio EC2, com nove folhas desenvolvidas do sorgo sacarino, todos os genótipos apresentaram boa recuperação em relação às injúrias dessa espécie, considerando que o pico de injúrias foi observado em com sete folhas desenvolvidas, com exceção do genótipo CMSXS222A x CMSXS7020, que apresentou maior nota de injúria que os demais avaliados, devendo ser avaliada sua manutenção em programas de melhoramento.

Termos de indexação: Injúrias, resistência de plantas, *Spodoptera frugiperda*, bioenergia.

INTRODUÇÃO

A demanda por energia renovável, proveniente de fontes de baixo impacto ambiental, é crescente, uma vez que preocupações quanto aos efeitos nocivos da queima de combustíveis fósseis são amplamente discutidas. Nesse contexto, a bioenergia desponta com soluções de combustíveis eficientes e ecologicamente corretas (Berman, 2008).

Como alternativa disponível para a produção de biocombustíveis, encontram-se a cana-de-açúcar, o milho, e o sorgo (Cunha & Filho, 2010). Este último, pela sua rusticidade e adaptação em praticamente todo o país e pelas várias finalidades, apresenta alto potencial calórico/energético. O sorgo sacarino e o sorgo biomassa, podem substituir ou pelo menos reduzir o uso de fontes convencionais, uma vez que seu uso tem mostrado ser promissor para a produção de biomassa a ser utilizada como matéria-prima calorífica (May et al., 2014).

O sorgo biomassa como fonte de energia obtida pela queima direta em caldeiras, apresenta fatores notáveis como matéria prima. Cultura de ciclo curto resistente a estresses abióticos, possibilidade de mecanização de todo seu ciclo produtivo, somada a tecnologias de produção e a grande diversidade genética, torna essa cultura peça chave na estratégia nacional de bioenergia. Cultivares desenvolvidas e testadas no Programa de Melhoramento na Embrapa Milho e Sorgo demonstraram alto potencial de geração de biomassa, obtendo produtividade acima de 50 toneladas por hectare de matéria seca (May et al., 2014).

O sorgo sacarino é outra vantajosa opção para exploração do etanol, pois é a planta que mais se adequa a essa finalidade na ausência da cana-de-açúcar. Apresenta ciclo curto de produção, possibilidade de mecanização de todo o sistema produtivo, propagada através de sementes e todas as partes da planta podem ser utilizadas.

Entretanto o sorgo, como outras plantas, tem seus problemas fitossanitários. Entre estes podemos destacar o pulgão-verde (*Schizaphis graminum*) e os lepidópteros, como a *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e a *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).

A lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, é uma praga com ampla distribuição geográfica, por ser uma praga polífaga, assume papel de destaque entre as principais pragas nas Américas causando estragos em várias culturas (Boregas et al., 2013). Estima-se que essa lagarta pode causar danos de 17 a 38,7% na produção do sorgo, levando em conta fatores como o ambiente, a cultivar e o estágio de desenvolvimento da planta. Os danos são maiores quando a infestação ocorre na fase de 8 a 10 folhas completamente desenvolvida. Os adultos são mariposas de hábitos noturnos, período no qual se acasalam e se dispersam. As lagartas durante o dia são encontradas dentro do cartucho. Ao eclodir as lagartas se deslocam buscando alimentação, inicialmente raspando as folhas de regiões meristemáticas, depois se aloja no cartucho da planta, aonde se observa seus excrementos sobre as folhas. Ao longo do desenvolvimento seguem causando danos em outras partes da planta (Mendes et al., 2014).

O controle da praga no sorgo por meio de inseticidas tem suas restrições, pela escassez de produtos registrados (Agrofit, 2016). Assim, a integração de estratégias de manejo integrado é fundamental para convivência com a praga. A resistência de plantas é uma importante ferramenta de MIP, com a vantagem de ser de baixo custo para o produtor e pela versatilidade pela possibilidade de combinação com outras estratégias.

Uma planta é resistente é aquela menos danificada por um ataque de insetos do que outra em igualdade de condições, devido a sua constituição genética (Panizzi & Parra, 2009). Segundo Bueno (2006), a soma relativa de qualidades hereditárias que a planta possui influencia o resultado do dano que o inseto causa, o que reflete nas plantas mais resistentes a sua capacidade de alcançar boa produtividade após a infestação do que outra em igualdade de condições. Assim o objetivo do presente estudo foi avaliar a suscetibilidade de diferentes genótipos do sorgo sacarino e biomassa quanto à injúrias causadas pela infestação de *S. frugiperda*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, latitude sul 19°47 e 44°17 longitude oeste, na safra 2015/16, plantado em 26/11/2015. Foi conduzido o ensaio contando com diferentes genótipos do sorgo sacarino e biomassa (Tabela 1 e 2), avaliando injúrias causadas pela alimentação de *S. frugiperda*, em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG.

O delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com parcelas experimentais compostas por duas linhas de cinco metros de comprimento e 0,10 m de espaçamento entre plantas, contendo 10 plantas/ml, totalizando três blocos. Os tratamentos culturais foram padrão, contudo, não foi efetuada nenhuma aplicação de inseticida.

Foram feitos três levantamentos de injúrias, sob infestação natural, com base na escala de Carvalho (1970), acompanhando do desenvolvimento do estágio vegetativo da planta com três, sete e nove folhas completamente desenvolvidas (EC2). A avaliação feita em 10 plantas, tomadas aleatoriamente em cada parcela. A escala de Carvalho se baseia em avaliação de injúrias foliares. De acordo com o tipo e grau da injúria, é dada uma nota que vai de 0 (ausência de injúrias) a 5 (plantas destruídas). Os tratamentos foram descritos na Tabela 1. As médias foram distintas entre si, por teste de médias de Scott e Knot à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o sorgo biomassa, com três folhas completamente formadas, a avaliação das notas de injúria atribuídas a infestação de *S. frugiperda* distinguiram três grupos, sendo nota mais baixa para o grupo de genótipo 1 (CMSXS219 A x CMSXS7020) ao 12 (CMSXS5501 A x CMSXS647), outro grupo intermediário do 13 (CMSXS5508 A x CMSXS647) ao 23 (CMSXS5506 A x CMSXS647) e um grupo dos genótipos 24 (CMSXS5501A x BRS 508) e 25 (CMSXS5503 A x CMSXS646) apresentando maior susceptibilidade neste estágio (Tabela 1). Cortez & Waquil (1997) relacionam maiores suscetibilidades de sorgo granífero ao mesmo inseto praga a genótipos com maior potencial produtivo, indicando a dificuldade de selecionar as duas características de forma concomitante.

Quando o sorgo apresentava sete folhas desenvolvidas, foi possível observar maior quantidade de genótipos com notas de injúrias em torno de 1, dividindo em dois grupos, 12 dos 25 genótipos avaliados apresentaram injúrias superiores aos demais (Tabela 1). O genótipo 19 (CMSXS222A x CMSXS7020), com nove folhas desenvolvidas (Tabela 1), apresentou-se como o mais suscetível ao ataque de *S. frugiperda*, com nota acima de 2, o que representa possível perda de produção devido a intensidade do dano causado. Já os genótipos 4 (CMSXS210A x CMSXS7020) e 14 (CMSXS219 A x CMSXS652) apresentaram nessa fase, menor dano e conseqüentemente maior

resistência, e na maioria é observado significativa recuperação das plantas em comparação com estágio com sete folhas desenvolvidas (Tabela 1).

Para o sorgo sacarino, com três folhas formadas, verificou-se maiores valores de injúria, com média geral mais alta, quando comparada aos demais estádios avaliados, sendo possível perceber dois grupos de sintomas, entre o genótipo 1 (CMSXS5504 A x BRS 508) ao 14 (CMSXS219 A x CMSXS652) e, com menores valores de média, e entre 15 (CMSXS217 A x CMSXS652) a 25 (BRS 655) com médias superiores (Tabela 2). No estádio com sete folhas desenvolvidas, (Tabela 2) apenas quatro genótipos apresentaram maiores valores de injúria, que os demais, sendo o 5 (CMSXS210A x CMSXS7020), 9 (CMSXS222A x CMSXS652), 15 (CMSXS217 A x CMSXS652), e o 20 (CMSXS219 A x CMSXS651). Já com nove folhas desenvolvidas V9 (figura 2C), os genótipos recuperaram da injúria, sendo que apenas o tratamento 19 (CMSXS5502 A x CMSXS646) apresentou maior nota que os demais.

Um aspecto importante a ser observado é que de maneira geral, as notas de injúria foram abaixo de dois o que não implicaria em média são folhas com furos, esse dano pode ser considerado de leve a intermediário. Indicando que não houve, sob condições naturais de infestação, nenhum genótipo de sorgo biomassa ou sacarino que devessem ser excluídos do programa de melhoramento em função de altas suscetibilidades às infestações de *S. frugiperda*.

CONCLUSÕES

O genótipo de sorgo biomassa CMSXS222A x CMSXS7020, apresentou maior nota de injúria que os demais genótipos no estádio com nove folhas desenvolvidas mostrando ser mais suscetível que os demais genótipos.

No estádio vegetativo com sete folhas desenvolvidas de sorgo sacarino, foi possível identificar quatro genótipos que apresentaram notas de injúrias superiores aos demais, sendo CMSXS5508 A x CMSXS646, CMSXS5508 A x BRS 508, CMSXS5501 A x BRS 511, CMSXS5507A x CMSXS647.

No estádio com nove folhas desenvolvidas do sacarino, todos os genótipos apresentaram boa recuperação com exceção do genótipo CMSXS222A x CMSXS7020.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo auxílio na participação do evento.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, 2014. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em janeiro de 2016.

BERMAN, C.; Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**. vol.60 no.3 São Paulo Sept. 2008

BOREGAS, K. G. B., MENDES, S. M., WAQUIL, J. M., & FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, 72 (1), 61-70, 2013.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e conceitos**. 2º Ed. UFLA. 213-219. 2006.

CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1970. 170p. Tese de Doutorado.

CORTEZ, M. G. R.; WAQUIL, J. M. Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, p. 407-410, 1997.

CUNHA S.P.; FILHO, W. A. S. Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 69-75, jul./dez. 2010. 69

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.



MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SAMPAIO, M. V.; VIANA, P. A. Manejo de pragas na cultura do sorgo. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 89-99, 2014.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R. **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, 2009, p.1055-1105.

Tabela 1. Nota de injúria causada pela infestação de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de sorgo biomassa, com três, sete e nove folhas completamente desenvolvidas em Sete Lagoas, 2016.

Nº	GENÓTIPO	Número de folhas		
		3 Folhas	7 Folhas	9 Folhas
1	CMSXS219 A x CMSXS7020	0,17 c	1,3 b	0,5 c
2	BR008A x CMSXS7020	0,23 c	0,43 c	0,43 c
3	CMSXS210A x CMSXS651	0,3 c	0,87 b	0,2 c
4	CMSXS210A x CMSXS7020	0,33 c	0,5 c	0,1 c
5	CMSXS211A x CMSXS652	0,33 c	0,93 b	0,33 c
6	CMSXS206A x CMSXS652	0,47 c	0,67 c	0,4 c
7	CMSXS205A x CMSXS652	0,47 c	0,6 c	0,87 c
8	N 95 A x CMSXS651	0,47 c	0,57 c	0,53 c
9	CMSXS222A x CMSXS652	0,50 c	1,0 b	0,53 c
10	CMSXS230 A x CMSXS652	0,53 c	1,3 b	1,07 c
11	CMSXS222A x CMSXS651	0,57 c	0,23 c	0,5 c
12	CMSXS206A x CMSXS651	0,57 c	0,17 c	0,37 c
13	BR008A x CMSXS651	0,6 b	0,57 c	0,27 c
14	CMSXS219 A x CMSXS652	0,63 b	0,4 c	0,13 c
15	CMSXS217 A x CMSXS652	0,63 b	1,0 b	0,57 c
16	CMSXS217 A x CMSXS651	0,63 b	0,67 c	0,27 c
17	BRS 716	0,67 b	1,0 b	0,73 c
18	ARG 1A x CMSXS7020	0,67 b	1,0 b	0,93 c
19	CMSXS222A x CMSXS7020	0,70 b	0,8 b	2,4 b
20	CMSXS219 A x CMSXS651	0,70 b	0,43 c	0,6 c
21	N127 A x CMSXS7020	0,80 b	0,5 c	0,4 c
22	CMSXS217 A x CMSXS7020	0,83 b	0,97 b	0,3 c
23	N130 A x CMSXS7020	0,87 b	0,83 b	0,73 c
24	TX 636A x CMSXS652	1,13 a	0,67 b	0,43 c
25	BRS 655	1,13 a	0,37 c	0,63 c

Tabela 2. Nota de injúria causada pela infestação de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de sorgo sacarino, com três, sete e nove folhas completamente desenvolvidas em Sete Lagoas, 2016.

Nº	GENÓTIPO	Número de folhas		
		3 Folhas	7 Folhas	9 Folhas
1	CMSXS5504 A x BRS 508	0.17 b	0.33 b	0.17 b
2	BRS 508	0.20 c	0.30 c	0.10 c
3	CMSXS5506 A x CMSXS646	0.30 c	0.37 c	0.13 c
4	BRS 511	0.30 c	0.50 c	0.07 c
5	CMSXS5508 A x CMSXS646	0.33 c	1.07 b	0.07 c
6	CV198	0.37 c	0.43 c	0.20 c
7	CMSXS5505 A x CMSXS646	0.40 c	0.30 c	0.07 c
8	CMSXS5506 A x BRS 511	0.47 c	0.23 c	0.03 c
9	CMSXS5508 A x BRS 508	0.50 c	0.80 b	0.07 c
10	CMSXS5507A x BRS 511	0.50 c	0.57 c	0.13 c
11	CMSXS5507A x BRS 508	0.50 c	0.30 c	0.07 c
12	CMSXS5501 A x CMSXS647	0.53 c	0.60 c	0.13 c
13	CMSXS5508 A x CMSXS647	0.53 c	0.53 c	0.07 c
14	CMSXS647	0.53 c	0.37 c	0.17 c
15	CMSXS5501 A x BRS 511	0.63 b	1.30 b	0.13 c
16	CMSXS5507A x CMSXS646	0.67 b	0.57 c	0.27 c
17	CMSXS5501 A x CMSXS646	0.67 b	0.17 c	0.23 c
18	CMSXS5504 A x BRS 511	0.73 b	0.27 c	0.17 c
19	CMSXS5502 A x CMSXS646	0.77 b	0.67 c	1.10 b
20	CMSXS5507A x CMSXS647	0.83 b	0.93 b	0.23 c
21	CMSXS 646	0.83 b	0.53 c	0.10 c
22	CMSXS5501 A x BRS 508	0.85 b	0.60 c	0.20 c
23	CMSXS5506 A x CMSXS647	0.87 b	0.23 c	0.07 c
24	CMSXS5501A x BRS 508	0.90 b	0.60 c	0.20 c
25	CMSXS5503 A x CMSXS646	0.97 b	0.27 c	0.03 c
26	CMSXS5504 A x CMSXS646	1.07 b	0.33 c	0.17 c

Acamamento e quebramento de colmo do milho sob aplicação de bioestimulante e doses de fertilizante nitrogenado

Caroline Gomes Ribeiro Sales⁽¹⁾; Luciana Santos Araújo⁽²⁾; Marina Freitas e Silva⁽²⁾; Domingos da Costa Ferreira Júnior⁽³⁾; Cláudio José Faria Franco⁽⁴⁾; Ricardo Camara Werlang⁽⁵⁾; Césio Humberto de Brito⁽⁶⁾

⁽¹⁾Engenheira Agrônoma, Cargill; Uberlândia, MG; carolgrs@yahoo.com.br; ⁽²⁾Discente em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; ⁽⁴⁾Pesquisador, Syngenta; ⁽⁵⁾Pesquisador; ⁽⁶⁾Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O acamamento e o quebramento do colmo são responsáveis por grandes prejuízos na cultura do milho. O objetivo do presente trabalho foi avaliar, na cultura do milho, o uso de bioestimulante vegetal e níveis de adubação nitrogenada sobre a resistência das raízes ao arranquio e do colmo ao quebramento. Foi conduzido um experimento, em condições de campo, em Uberlândia – MG, durante o ano agrícola 2013/2014. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu à presença ou ausência de bioestimulante e o segundo fator a doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N). As características avaliadas foram força necessária ao arranquio das plantas e força necessária ao quebramento de colmo, ambas em pré-colheita. Não houve interação entre os fatores avaliados. O fator doses de nitrogênio não influenciou as características avaliadas. Independente da dose de nitrogênio aplicada, o bioestimulante proporciona aumento na força necessária ao arranquio de plantas de milho. Porém, não influencia a força de quebramento do colmo.

Termos de indexação: regulador de crescimento, nitrogênio, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O acamamento e o quebramento de plantas são responsáveis por grandes perdas na produção mundial de milho, pois dificulta ou até inviabiliza o processo de colheita. O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à posição original, o que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. Esses fenômenos, cujos principais agentes são ventos e chuvas, dependem de fatores genéticos e fatores do clima, do solo e do manejo cultural (Gomes et al., 2010).

O incremento no crescimento e desenvolvimento da planta, bem como a manutenção da planta verde até o final do ciclo da cultura, ou seja, o stay green, podem favorecer que as raízes e o colmo fiquem mais resistentes ao acamamento e ao quebramento. O uso de bioestimulantes e o manejo adequado da adubação nitrogenada podem contribuir para o melhor desenvolvimento da cultura e para o aumento do stay green (Borrell et al., 2001; Dourado Neto et al., 2004).

Os bioestimulantes são compostos sintéticos que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, para promover o crescimento vegetativo, com intuito de incrementar a produção e melhorar a qualidade do produto (Rademacher, 2000). Assim, estes bioestimulantes têm sido empregados como técnica agrônômica em diversas culturas com intuito de aprimorar a produção.

A avaliação da resistência de plantas ao acamamento e ao quebramento em milho muitas vezes é dificultada pela ausência de ventos ou chuvas suficientes na maturidade fisiológica. Por isso, o uso da metodologia descrita por Gomes et al. (2010) tornam mais precisos os estudos de resistência ao acamamento e quebramento. Nessa metodologia são utilizados os aparelhos arrancômetro e inclinômetro, que avaliam, respectivamente, a força necessária ao arranquio da planta, para avaliação da resistência ao acamamento, e a força necessária ao quebramento do colmo, para avaliação da resistência ao quebramento.

Visto isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, na cultura do milho, o uso de bioestimulante vegetal e níveis de adubação nitrogenada sobre a resistência das raízes ao arranquio e do colmo ao quebramento

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Syngenta, no município de Uberlândia – MG, durante o ano agrícola 2013/2014

em condições de segunda safra. A parcela experimental foi constituída de seis linhas de 4,2 m de comprimento, com espaçamento de 0,6 m entre linhas. A parcela útil do experimento foi constituída pelas quatro linhas centrais, totalizando 10,08 m². Foi utilizado o híbrido de milho Status[®] Vip3.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu à presença ou ausência de bioestimulante e o segundo fator a doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N).

O bioestimulante, composto por cinetina (0,09 g L⁻¹), ácido giberélico (0,05 g L⁻¹) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g L⁻¹), foi aplicado via foliar, no estágio vegetativo V₄, na dose de 250 mL ha⁻¹.

Em semeadura, aplicou-se em todo o experimento o fertilizante NPK 08-20-20 na dose de 625 kg ha⁻¹. Ou seja, foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N em todos os tratamentos. Em cobertura, o restante do fertilizante nitrogenado foi aplicado conforme o nível de cada tratamento. A adubação de cobertura foi realizada manualmente a lanço na entrelinha, utilizando-se sulfato de amônio (21% de N).

As características avaliadas foram força necessária ao arranquio das plantas e força necessária ao quebramento de colmo, ambas em pré-colheita.

A força necessária ao quebramento do colmo foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho inclinômetro, equipado com dinamômetro (Figura 1). Utilizou-se o método descrito por Gomes et al. (2010), que consiste em aplicar força transversal ao colmo na altura da espiga principal, com auxílio de uma corda, até o ponto de ruptura da planta. Ao romper-se o colmo, o dinamômetro registra a força necessária ao quebramento.



Figura 1. Avaliação da força necessária ao quebramento do colmo com o uso do inclinômetro.

A força necessária ao arranquio da planta foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho arrancômetro, constituído por uma base de sustentação, uma manivela, um sistema de roldanas, uma garra e um dinamômetro (Figura 2). A metodologia, descrita por Gomes et al. (2010), consiste em exercer força vertical necessária para arrancar a planta. O sistema de roldanas distribui a força necessária ao arranquio em quatro partes, e o dinamômetro quantifica uma dessas partes. Para o cálculo da força total necessária ao arranquio da planta, aplicou-se a equação $F = F_d \times 4$, onde F é a força total (kgf) e F_d é a força medida pelo dinamômetro (kgf).



Figura 2. Avaliação da força necessária ao arranquio da planta com o uso do arrancômetro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se 0,05 como valor de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores adubação nitrogenada e aplicação de bioestimulante. A adubação nitrogenada não influenciou as características avaliadas.

O fornecimento adequado de nitrogênio favorece o crescimento das plantas, além de que promove o stay green (Borrell et al., 2001). Por isso, esperava-se que adubação nitrogenada influenciasse as características avaliadas. Contudo, o experimento foi instalado em uma área experimental com longo histórico de condução de experimentos com soja e

milho e com uso de grandes doses de fertilizante nitrogenado. Por isso, acredita-se que mesmo nos tratamentos com aplicação de menores doses de fertilizante nitrogenado, houve suprimento razoável desse nutriente.

O bioestimulante aumentou a força necessária ao arranquio da planta (Tabela 1). Esse resultado é uma indicação de que, em condições adversas, como na ocorrência de ventos fortes, o bioestimulante pode tornar as plantas mais resistentes ao acamamento.

Tabela 1 – Força necessária ao arranquio das plantas de milho em função da presença ou ausência de aplicação de bioestimulante.

Aplicação de bioestimulante	Força de arranquio das plantas (kgf)
Ausência	57,30 b ^{/1}
Presença	62,26 a

^{/1} Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Possivelmente, o bioestimulante propiciou maior desenvolvimento radicular. A utilização de bioestimulantes pode promover equilíbrio hormonal das plantas que, conseqüentemente, proporciona maior crescimento, principalmente do sistema radicular (Ferreira, 2006; Dourado Neto et al., 2014).

O bioestimulante utilizado no presente trabalho é composto por auxina (ácido indolbutírico), giberelina (ácido giberélico) e citocinina (cinetina). As giberelinas aumentam o alongamento e a divisão celular, tendo efeito no sistema radicular e as auxinas e citocininas exercem a regulação da alongação da raiz principal e na formação de raízes laterais (Taiz & Zeiger, 2004). Esse bioestimulante tem propiciado maior crescimento radicular em diversas culturas, como milho (Ferreira, 2006), soja (Klahold et al., 2006) e trigo (Cato, 2006).

O bioestimulante não influenciou a resistência ao quebramento do colmo (Tabela 2). Há relatos de aumento de matéria seca de colmo e de diâmetro de colmo com aplicação de bioestimulantes em milho (Dourado Neto et al., 2014; Oliveira et al., 2016). Contudo, no presente trabalho, esse possível efeito positivo no colmo não foi suficiente para influenciar a sua resistência ao quebramento no final do ciclo da cultura.

Tabela 2 – Força necessária ao quebramento dos colmos de milho em função da presença ou ausência de aplicação de bioestimulante.

Aplicação de bioestimulante	Força de quebramento (kgf)
Ausência	0,78 a ^{/1}
Presença	0,78 a

Ausência	0,78 a ^{/1}
Presença	0,78 a

^{/1} Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

CONCLUSÕES

Independente da dose de nitrogênio aplicada, o bioestimulante proporciona aumento na força necessária ao arranquio de plantas de milho. Porém, não influencia a força de quebramento do colmo.

As doses de nitrogênio não influenciam as características mencionadas anteriormente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS

- BORRELL, A.; HAMMER, G.; OOSTEROM, E. V. Stay-green: a consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. **Annals of Applied Biology**, Chichester, v. 138, n. 1, p. 91-95, 2001.
- CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoazeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberilinas**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.371-379, 2014.
- FERREIRA, L.A. **Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho e soja**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.
- GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H. de; MORAES, D. F. de; LOPES, M. T. G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 140-145, 2010.
- KLAHOLD, C.A.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.2, p.179-185, 2006.



OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.2, p.307-315, 2016.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, n. 1, p.501-531, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Acúmulo de Macronutrientes na Palha de Sorgo sob diferentes Manejos da Adubação nitrogenada e Inoculação com *Azospirillum brasilense* na Integração Lavoura-Pecuária

**Deyvison de Azevedo Soares⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾
Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Lourdes Dickmann⁽¹⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾**

⁽¹⁾Discentes do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: deyvison_a.soares@hotmail.com; ⁽²⁾Docente do PPG em Agronomia – Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

RESUMO: A planta de sorgo é eficiente na produção de matéria seca, e quando manejada adequadamente, pode ciclar expressivas quantidades de nutrientes no sistema. Objetivou-se avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária em diferentes manejos da adubação nitrogenada. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: 2-Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2-Sorgo inoculado nas sementes ou não com *Azospirillum brasilense*; e 3-aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliados os macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) acumulados na palha remanescente das plantas de sorgo. A adubação com 100% do N na cobertura e o cultivo solteiro resultou em maior acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. O manejo da adubação nitrogenada influencia na aquisição de macronutrientes no sorgo. O consórcio com capim reduz o acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. A inoculação de *A. brasilense* não influencia no acúmulo de nutrientes pela cultura.

Termos de indexação: palha remanescente, sorgo granífero, parcelamento.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado de nutrientes nos agrossistemas pode representar uma das principais limitações para o satisfatório desenvolvimento das culturas, portanto, é necessária a adoção de práticas que garantam condições para que a planta

tenha à sua disposição, o nutriente no momento da demanda, conferindo-lhe maior eficiência em seu uso.

Algumas plantas de cobertura têm a capacidade de aumentar a disponibilidade de nutrientes, em especial, o nitrogênio (N), para a cultura em sucessão, pela ciclagem de nutrientes dos resíduos culturais e/ou pela fixação biológica do N₂ atmosférico, no caso das leguminosas (LOURENTE et al., 2007). Na cultura do sorgo, em geral, o N é o nutriente requerido em maiores quantidades (MATEUS et al., 2011), e devido à complexa dinâmica desse elemento no sistema solo-planta-atmosfera, é comum a sua deficiência em lavouras comerciais, evidenciada pelo porte raquítico das plantas e senescência prematura.

Nesse contexto, é interessante para o produtor, lançar mão de quaisquer tecnologias disponíveis, para otimizar a produtividade na propriedade, desde de que tais tecnologias tenham fundamentos em resultados de pesquisas. Uma tecnologia que tem sido difundida no cerrado com bons resultados é o sistema integrado lavoura-pecuária, que consiste de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia.

Para somar, uma tecnologia barata que a pesquisa tem mostrado bons resultados (HUNGIRA, et al., 2010) é a inoculação de bactérias promotoras de crescimento, como a *Azospirillum brasilense*, nas sementes da cultura econômica.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha (colmos+folhas) de sorgo granífero cultivado na safrinha em sistema integração lavoura-pecuária, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, com e sem inoculação por *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas de 6 m de comprimento e 3,15 m de largura, em esquema fatorial 2x2x3, com 4 repetições, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não, com *Azospirillum brasilense*; e 3 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semeadura; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semeadura e 70% no início do estágio EC2 (iniciação da panícula), na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se ureia como fonte. Nos tratamentos em consórcio utilizou-se a forrageira *Urochloa brizantha*, BRS Paiaguás. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/20 kg de sementes. A inoculação foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

O experimento foi implantado numa área que vem sendo cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 10 anos, sendo a cultura anterior milho. Antes da implantação, analisou-se a fertilidade do solo na camada de 0 a 0,20 m (RAIJ et al., 2001). Realizou-se uma dessecação da flora daninha da área, com uso do herbicida Glyphosate (1,44 kg ha⁻¹ i. a.), em seguida foi realizado a trituração dos resíduos vegetais empregando um triturador horizontal (Triton).

O sorgo foi semeado mecanicamente em 17/03/2015 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de semeadura constou de 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O, utilizando-se como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura do capim-Paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora própria para SPD. Foi semeada 1 linha da forrageira em cada entrelinha do sorgo. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, espaçadas em 0,45 m, utilizando-se aproximadamente 10 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (Valor cultural = 60%). O N foi aplicado conforme os tratamentos de momentos de adubação, em que nos tratamentos com aplicação em cobertura, realizou-se a adubação quando as plantas apresentavam aproximadamente 0,30 m de altura (24/04/2015), a lanço na parcela

experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinou-se a produtividade de palhada, a partir da coleta das plantas contidas nas 3 linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, a fração colmos+folhas foram separadas e pesadas, das quais também foram separadas sub amostras de cada componente (folha e colmo) e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir a massa constante para determinação da quantidade de matéria seca que ficou como palhada na área. Da matéria seca produzida, após pesada e moída foram avaliados os teores de N, P, K, Ca e Mg (MALAVOLTA et al., 1997), para cálculo do acúmulo de nutrientes na fração colmos+folhas do sorgo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) com o auxílio do programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada realizada em diferentes momentos na cultura do sorgo interferiu no acúmulo de N, Ca e Mg e não interferiu nos acúmulos de P e K. Observa-se as maiores quantidades médias acumuladas de N na palha da cultura, quando ela recebeu a quantidade total do nutriente (120 kg ha⁻¹ de N) apenas em cobertura e, também, quando a adubação foi realizada de forma parcelada (30% - 70%, semeadura e cobertura, respectivamente). Quanto à aplicação de 100% da recomendação apenas na semeadura, houve menor acúmulo de N em relação aos demais manejos da adubação (Tabela1).

Os acúmulos de Ca e Mg apresentaram o mesmo comportamento, sendo que, quando aplicado 100% do N apenas em cobertura, as plantas de sorgo apresentaram as maiores quantidades médias desses dois nutrientes na palha e, assim como ocorreu para o N, os acúmulos dos dois nutrientes foram menores quando da aplicação de 100% da recomendação de N apenas na semeadura (Tabela 1). Esses valores representam cerca de 10,6% e 11,2% a menos de Ca e Mg ciclados pela palha da cultura, respectivamente, comparado ao tratamento 0% - 100%.

Quanto às modalidades de semeadura, observa-se que o acúmulo de todos os nutrientes avaliados foi significativamente superior nas palhas das plantas cultivadas solteiras, quando comparadas àquelas cultivadas em consórcio com o capim-Paiaguás. Uma possível explicação para tal comportamento, seria a competição interespecífica entre as plantas de sorgo e capim, uma vez que,

quando em consórcio, as culturas compartilham dos mesmos recursos do meio. Mateus et al. (2011) ressaltam que a competição por nutrientes ocorre principalmente para o N, uma vez que as espécies consorciadas, nesse caso, são gramíneas, e o nutriente em questão é o mais extraído e o mais limitante à produção de ambas as espécies.

Para o fator inoculação, houve diferença significativa nas quantidades acumuladas de P e Ca nas palhas do sorgo (Tabela 1).

Houve interação significativa entre os fatores semeadura x inoculação e semeadura x adubação, para os acúmulos de N e P, respectivamente, e inoculação x adubação para o acúmulo de N nas palhas do sorgo.

Quando as sementes do sorgo foram inoculadas com *A. brasilense* e cultivadas solteiras, ocorreu os maiores valores de acúmulo de N na palha, comparado às plantas inoculadas cultivadas em consórcio (Tabela 2A).

Para as plantas de sorgo que receberam 30% - 70% da adubação na semeadura e cobertura, respectivamente, não houve diferença no acúmulo de N, quando cultivadas em consórcio ou solteiras. Enquanto que para os demais manejos da adubação nitrogenada, os maiores acúmulos de N nas plantas ocorreram quando cultivadas solteiras. Em consórcio, as plantas de sorgo apresentaram maiores acúmulos de N com a adubação nitrogenada parcelada (30% - 70%), enquanto que, quando cultivadas solteiras, o maior acúmulo do nutriente foi observado quando toda a recomendação foi aplicada apenas em cobertura (0 - 100%) (Tabela 2B).

Ainda a respeito da modalidade de semeadura e manejos da adubação, houve interação entre esses fatores que refletiu nas maiores quantidades de P acumuladas nas plantas cultivadas solteiras que receberam 0 - 100% e 30% - 70% do N na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

Houve interação entre inoculação x adubação, em que na ausência de inoculação as plantas de sorgo acumularam maiores quantidades de N na palha quando a adubação foi parcelada, 30% - 70% da recomendação na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, a aplicação de recomendação total do adubo nitrogenado em cobertura na cultura do sorgo, proporcionou maior acúmulo de nutrientes na palha remanescente da cultura.

O cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* reduz o acúmulo de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* não resulta em maiores acúmulos de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. **SiSVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C. MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

Tabela 1. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca remanescente da cultura do sorgo granífero sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, em consórcio com capim-Paiaguás ou solteiro com ou sem inoculação de *A. brasilense*⁽¹⁾.

Tratamentos	N ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	P ⁽³⁾	K	Ca	Mg
	kg ha ⁻¹				
Adubação*					
0% - 100%	72,70a	9,60a	60,59a	16,10a	17,33a
30% - 70%	71,91a	9,97a	59,44a	15,47ab	15,79ab
100% - 0%	63,97b	9,64a	54,62a	14,48b	15,40b
Semeadura					
Consórcio	63,32b	9,08b	54,63b	14,71b	15,61b
Solteiro	75,53a	10,39a	61,80a	15,99a	17,41a
Inoculação					
Inoculado	68,26a	9,08b	56,92a	14,59b	16,06a
Não inoculado	70,59a	10,39a	59,51a	16,11a	16,96a
CV%	11,74	10,23	15,07	9,93	11,95

⁽¹⁾Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ⁽²⁾Interação entre os fatores semeadura e inoculação; ⁽³⁾Interação entre os fatores semeadura e adubação; ⁽⁴⁾Interação entre os fatores inoculação e adubação.*Semeadura e em cobertura, respectivamente

Tabela 2. Desdobramento da interação entre semeadura e inoculação, semeadura e adubação, e inoculação e adubação, para o acúmulo de N e P na matéria seca remanescente de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consortio	N kg ha ⁻¹	
Inoculado	64,76Ab	71,76Ba	
Não inoculado	61,88Ab	79,31Aa	
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consortio	N kg ha ⁻¹	
0% – 100%	63,77ABb	81,64Aa	
30% - 70%	68,31Aa	75,50ABa	
100% - 0%	57,88Bb	69,46Ba	
		P kg ha ⁻¹	
0% – 100%	8,58Ab	10,62Aa	
30% - 70%	9,38Ab	10,55Aa	
100% - 0%	9,27Aa	10,01Aa	
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	N kg ha ⁻¹	
0% – 100%	72,43Aa	72,98ABa	
30% - 70%	68,06Aa	75,75Aa	
100% - 0%	64,30Aa	63,04Ba	

⁽¹⁾Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Acúmulo de macronutrientes primários, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Iran Dias Borges⁽¹⁾; Lorena Martins Brandão⁽²⁾; Antônio Augusto Nogueira Franco⁽³⁾; Marcos Koiti Kondo⁽⁴⁾; Tatiane Renata de Souza Moreira⁽⁵⁾; Victhória Assis de Souza⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; idb@ufsj.edu.br; ⁽²⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁴⁾ Professor Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Um experimento foi instalado na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. O acúmulo de N, P e K em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto de máximo no final do ciclo. Os acúmulos de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente: $K > N > P$ na safra e $N > K > P$ na rebrota. A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo. O acúmulo de matéria seca em sorgo forrageiro cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

Termos de indexação: Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de

diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes primários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹ que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de

produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de N e K na safra tem

Fertilidade e nutrição de plantas

comportamento quadrático com valores máximos estimados pela equação de regressão de 121 dias após a emergência para ambos os nutrientes (**Figura 1**). Contudo, na rebrota, o acúmulo destes dois nutrientes tem comportamento linear crescente, sendo que para cada dia após a emergência há um incremento de 1,74 kg de N e 1,34 kg de K (**Figura 2**).

Os nutrientes N e K foram os mais acumulados pela planta de sorgo com K>N na safra e N>K na rebrota (**Figuras 1 e 2**).

Pitta et al., (2001), estudando a extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade verificaram que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e K.

Fonseca et al., (2008) observaram a mesma ordem de extração dos nutrientes: K>N, porém, Cantarella et al., (1997) indicaram maior extração de N em relação a K, corroborando com a extração na rebrota nas condições de realização deste trabalho.

O acúmulo de P na safra e na rebrota tem comportamento linear e crescente com incremento de 0,44 kg e 0,31 kg de P₂O₅ para cada dia após a emergência respectivamente (**Figuras 1 e 2**).

O acúmulo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota é crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos na maturidade fisiológica.

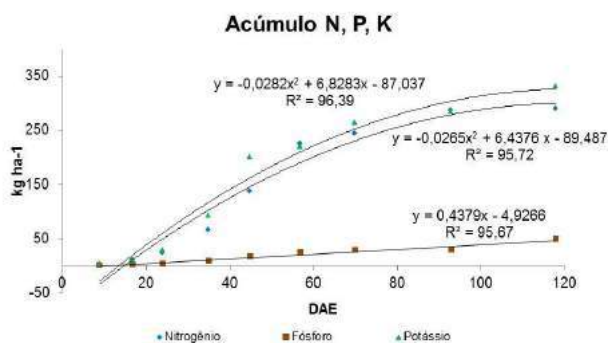


Figura 1. Acúmulo de N, P, K em plantas de sorgo forrageiro na safra, em kg ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

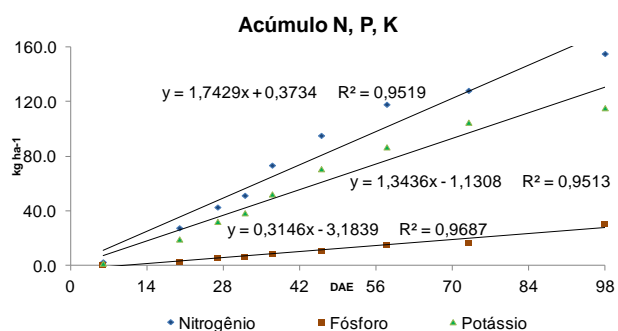


Figura 2. Acúmulo de N, P, K em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em kg ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

A altura das plantas de sorgo tem comportamento quadrático na safra e na rebrota com valores máximos observados ocorrendo durante o florescimento (Figuras 3 e 4).

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota são observados a partir da época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

Andrade Neto et al., (2010) estudando o sorgo forrageiro BRS 601 sob adubação verde concluíram que a partir dos 80 Dias Após a Semeadura (DAS), a altura do sorgo se estabilizou.

Formiga et al., (2012) observou um lento crescimento inicial do sorgo até os 43 DAS.

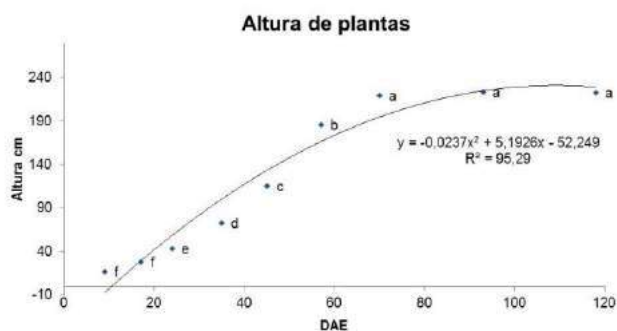


Figura 3. Altura de plantas de sorgo forrageiro na safra, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

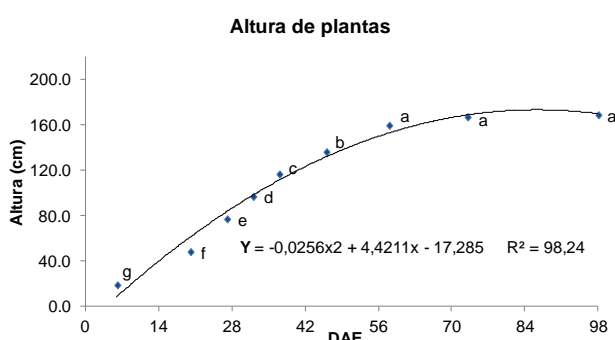


Figura 4. Altura de plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

O acúmulo de matéria seca nas plantas tem comportamento linear crescente na safra e na rebrota, com incremento de 189,75 kg e 90,235 kg ha⁻¹, respectivamente para cada dia após a emergência (Figuras 5 e 6). Assim, observa-se que a matéria seca das plantas de sorgo forrageiro na rebrota da safra é cerca de 47% da matéria seca proporcionada pelo plantio da safra (primavera-verão).

O acúmulo de matéria seca na safra é lento nos estádios iniciais com baixos valores observados na Estação de Crescimento1 (antecede a diferenciação do meristema apical em meristema floral) (Figura 5). Assim, é possível inferir que a adubação em cobertura deve ser realizada no plantio da safra na quarta semana após a emergência, e para a rebrota na terceira semana após a emergência.

O acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota é crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos sempre na maturidade fisiológica.

Duarte (2003) estudando a cultura do milho observou que o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes atingiu valores máximos antes do período de maturidade fisiológica dos grãos.

A produtividade máxima de matéria seca das plantas obtida neste trabalho foi de 18,3 t ha⁻¹ na safra e 7,6 t ha⁻¹ na rebrota; valores abaixo aos de Santos et al., (2015) que alcançou valor máximo de 20 t ha⁻¹ de matéria seca para sorgo sacarino; entretanto superiores aos de Pivetta (2014) que teve cerca de 17 t ha⁻¹, em pesquisa com dois híbridos de sorgo sacarino e inferior a média de quatro variedades que obtiveram 37 t ha⁻¹ do trabalho de Soares (2013).

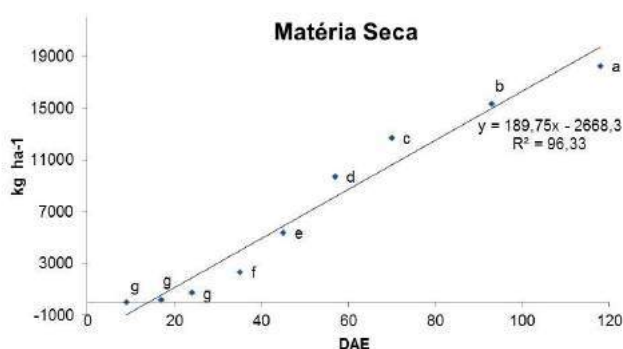


Figura 5. Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra, em t ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

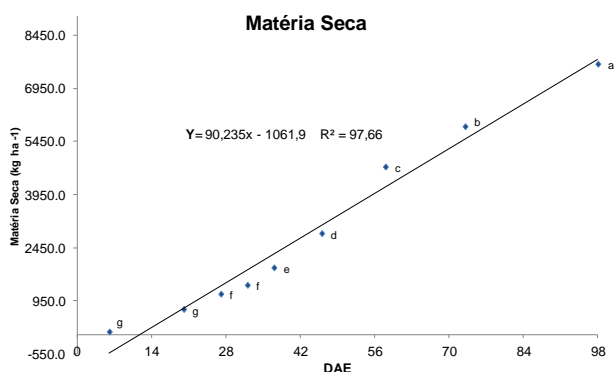


Figura 6. Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em t ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

CONCLUSÕES

O acúmulo de N, P e K em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto de máximo no final do ciclo.

Os acúmulos de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente: K > N > P na safra e N > K > P na rebrota.

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.

Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 45-47. *Boletim Técnico*, 100.

DUARTE, A. P. *et al.* Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperadas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. M. de.; ALVES, A. U. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Jaboticabal, v. 8, n. 2, p. 113-124, 2008

FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. *Revista Educação Agrícola Superior*, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 3-12, 2012.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

PIVETTA, R.S. Acúmulo de matéria seca e nutrientes de híbridos de sorgo sacarino em condições de safrinha em Selvíria-MS. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP. 2014. 52 p. (Tese de Mestrado).

SANTOS, F. C.; CRUZ, S. C. B.; COTA, L. V.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; KURIHARA, C. H.; MAY, A. Marcha de acúmulo de matéria seca e macronutrientes do sorgo sacarino. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo – Natal, RN, 2015.

SOARES, E.R. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. 2013. 41 p. (Tese de Mestrado)



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Acúmulo de macronutrientes secundários, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Lorena Martins Brandão ⁽¹⁾; **Iran Dias Borges** ⁽²⁾; **Antônio Augusto Nogueira Franco** ⁽³⁾; **Marcos Koiti Kondo** ⁽⁴⁾; **Tatiane Renata de Souza Moreira** ⁽⁵⁾; **Victhória Assis de Souza** ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas; Minas Gerais; lmartinsbrandao@yahoo.com.br;
⁽²⁾ Professor Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Foi conduzido um experimento na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 160 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes secundários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações dos teores dos nutrientes. O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente: $Ca > Mg > S$. Porém, os dois últimos têm um acúmulo bastante semelhante na rebrota. O acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto máximo no final do ciclo. A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo. O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

Termos de indexação: Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes secundários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 160 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹. Este híbrido apresenta comprovada

adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Os teores de Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; e S por turbidimetria.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de Ca, Mg e S tanto na safra quanto na rebrota teve comportamento linear crescente com valores da quantidade máxima acumulada obtidos na maturidade fisiológica (**Figuras 1 e 2**).

O acúmulo de Ca foi maior que Mg e S tanto na safra quanto na rebrota com um incremento de 1,07 kg e 0,95 kg de K₂O para cada dia após a emergência, respectivamente.

O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente: Ca>Mg>S. Porém, os dois últimos tiveram um acúmulo bastante semelhante na rebrota tendo uma leve diferença na maturidade fisiológica quando o acúmulo de Mg foi maior (**Figura 2**).

O acúmulo de macronutrientes secundários em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota foi crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos na maturidade fisiológica.

Outros estudos corroboram aos resultados observados quanto ao acúmulo de macronutrientes secundários. Pitta et al., (2001) concluiu que a extração de Ca e Mg aumenta de modo linear com o acréscimo na produtividade.

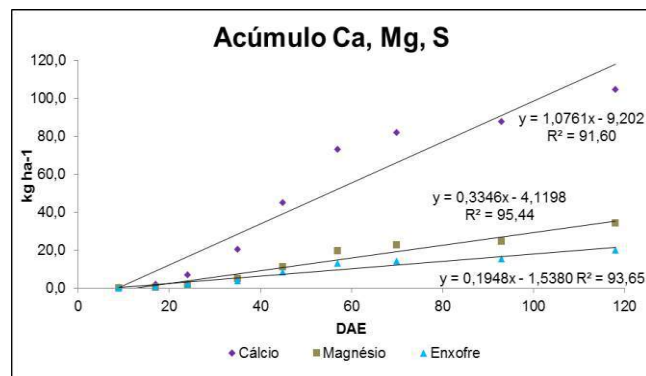


Figura 1. Acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra, em kg ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

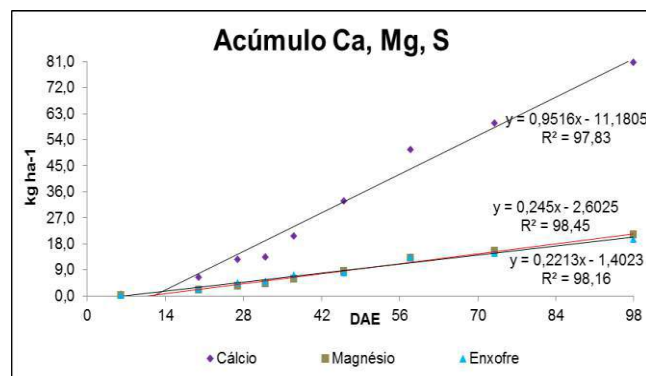


Figura 2. Acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em kg ha^{-1} , em função dos dias após a emergência (DAE).

A altura das plantas de sorgo teve comportamento quadrático na safra e na rebrota com valores máximos observados ocorrendo durante o florescimento (**Figuras 3 e 4**).

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota foram observados a partir da época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

Segundo Costa (2013), avaliando a fenologia do sorgo forrageiro, constatou que aos 75 dias após emergência a planta estabilizou seu crescimento até o final do ciclo, atingindo 2,35 metros de altura, muito próximo aos resultados obtidos neste trabalho.

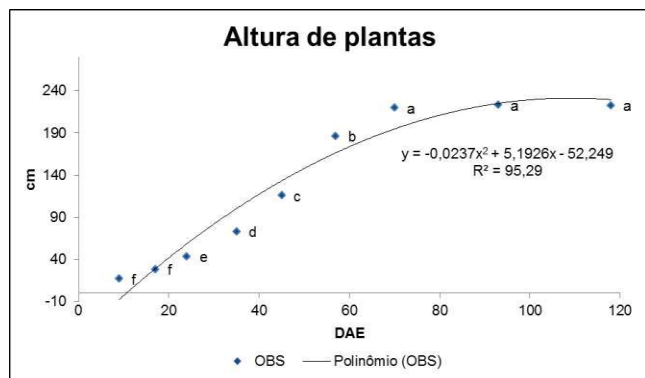


Figura 3. Altura de plantas de sorgo forrageiro na safra, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

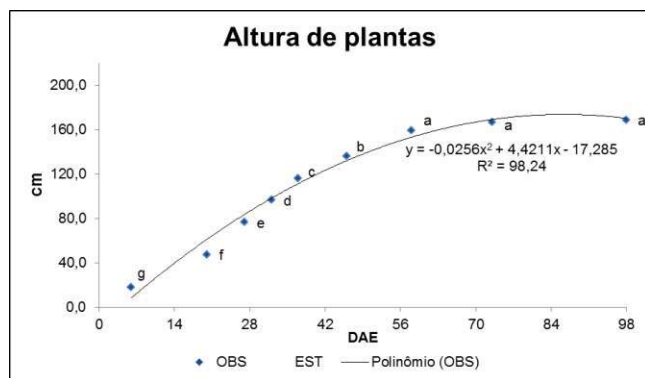


Figura 4. Altura de plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

O acúmulo de matéria seca nas plantas teve comportamento linear crescente na safra e na

rebrota, com incremento de $189,75 \text{ kg}$ e $90,235 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente para cada dia após a emergência (**Figuras 5 e 6**). Assim, observa-se que a matéria seca das plantas de sorgo forrageiro na rebrota da safra foi cerca de 47% da matéria seca proporcionada pelo plantio da safra (primavera-verão).

O acúmulo de matéria seca na safra foi lento nos estádios iniciais com baixos valores observados na Estação de Crescimento 1 (antecede a diferenciação do meristema apical em meristema floral) (**Figura 5**). Assim, é possível inferir que a adubação em cobertura deve ser realizada no plantio da safra na quarta semana após a emergência, e para a rebrota na terceira semana após a emergência.

O acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota foi crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos sempre na maturidade fisiológica.

A altura da planta está vinculada diretamente a produtividade de massa seca das forragens (Pinho et al., 2007). Segundo Gontijo et al., (2002), o rendimento das cultivares é relacionado ao porte da planta.

Costa (2013) verificando o peso de massa seca da planta de sorgo notou que seu crescimento é reduzido nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura corroborando com os dados nas condições deste trabalho.

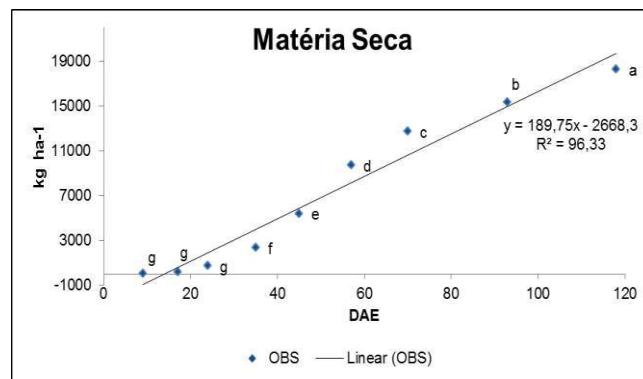


Figura 5. Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra, em t ha^{-1} , em função dos dias após a emergência (DAE).

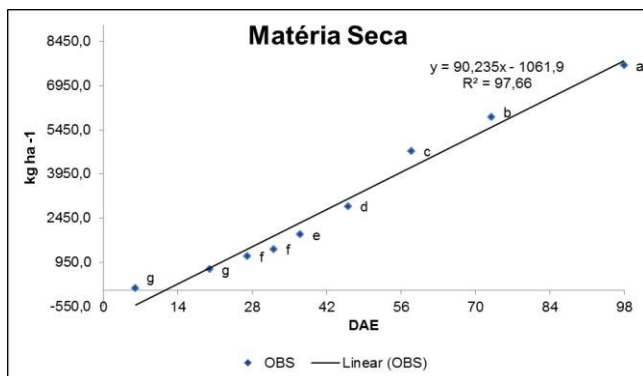


Figura 6. Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em t ha⁻¹, em função dos dias após a emergência (DAE).

Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação, proteína bruta e digestibilidade in vitro. Revista Brasileira de Zootecnia. v.31 n.4, p.1640-1 647, 2002.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. Revista Bragantia, v.66, n.2, 2007.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

CONCLUSÕES

O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente: Ca>Mg>S. Porém, os dois últimos têm um acúmulo bastante semelhante na rebrota.

O acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto máximo no final do ciclo.

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas. Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da UNIMONTES pela parceria.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

COSTA, R. Q. Fenologia e análise de crescimento do sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista – BA. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoestes da Bahia – UESB, 2013.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F.



Acúmulo de Matéria seca e Nitrogênio em Milho cultivado sobre Palhas de Leguminosas arbóreas

Deyvison de Asevedo Soares⁽¹⁾; Debora Cristina da Silva⁽²⁾; Anágila Janenis Cardoso Silva⁽³⁾; Francisca Maria da Silva Correia⁽⁴⁾; Alana das Chagas Ferreira Aguiar⁽⁵⁾; Leonardo de Lima Froio⁽⁶⁾

⁽¹⁾Discente do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP-FEIS), Ilha Solteira, SP. E-mail: deyvison_a.soares@hotmail.com;

⁽²⁾Discente do PPG em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE; ⁽³⁾Discente do PPG em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (UFMA-CCAA), Chapadinha, MA; ⁽⁴⁾Eng^a Agrônoma, UFMA-CCAA, Chapadinha, MA; ⁽⁵⁾Docente do PPG em Ciência Animal da UFMA-CCAA, Chapadinha, MA. ⁽⁶⁾Discente do Curso de Engenharia Agrônoma da UNESP-FEIS, Ilha Solteira, SP.

RESUMO: A adubação verde pode contribuir para a cobertura e proteção do solo, bem como para a nutrição nitrogenada mais equilibrada para a cultura cultivada sobre os resíduos. Objetivou-se avaliar o acúmulo de nitrogênio e matéria seca em plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas arbóreas e identificar a combinação de resíduos de leguminosas mais eficiente no fornecimento de nitrogênio à cultura do milho. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo as seguintes combinações de adubos verdes: Gliricídia+Sombreiro+ureia; Gliricídia+Acácia+ureia; Leucena+Sombreiro+ureia; Leucena+Acácia+ureia; solo sem cobertura+ureia e o controle. Em geral, houve maior acúmulo de nitrogênio e matéria seca nas plantas de milho cultivadas nos tratamentos com combinações de leguminosas. Na combinação gliricídia+sombreiro+ureia ocorreu o maior aproveitamento de nitrogênio pela cultura avaliada. O sistema plantio direto na palha de leguminosas contribui positivamente para a nutrição nitrogenada de plantas de milho BR473.

Termos de indexação: Plantio direto, cultivo em aleias, adubação verde.

INTRODUÇÃO

A região leste maranhense apresenta características climáticas que podem comprometer o desempenho agrônomo das culturas, devido ao

longo período de escassez de chuvas e altas temperaturas. Somado a esses desafios, a agricultura familiar da região emprega baixo nível tecnológico em suas lavouras, tornando a atividade frágil.

Nessa região, uma prática comum de preparo da área para a implantação das lavouras, é a queimada da vegetação nativa que, apesar de tratar-se de uma maneira rápida e barata para limpar o terreno, pode quebrar o equilíbrio nutricional do solo e causar a sua erosão por expô-lo aos efeitos prejudiciais da insolação e tempestades tropicais. Portanto, a sustentabilidade do sistema de produção agrícola, nessas condições, consiste na manutenção de cobertura do solo, para a manutenção de umidade, quando da ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura, redução da lixiviação de bases e de outros processos que podem contribuir para o insatisfatório desenvolvimento e produtividade das culturas.

Nesse contexto, o não revolvimento do solo e a sua cobertura permanente, premissas do sistema plantio direto (SPD), e o uso de espécies leguminosas perenes para a produção de palha no sistema, podem representar alternativas para a agricultura familiar. Essas práticas combinadas podem promover uma melhor nutrição das plantas de milho e incrementar a produtividade, visto que, (AGUIAR et al., 2010) promove uma melhor utilização do nitrogênio (N) aplicado tanto de fontes orgânica como inorgânicas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nitrogênio e matéria seca em plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas em aleias na periferia amazônica, e

identificar a combinação de resíduos de leguminosas mais contribui para o acúmulo de nitrogênio na parte aérea das plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, no assentamento Vila União, município de Chapadinha – MA (3°44' S e 43°21' O), numa área sob sistema plantio direto na palha de leguminosas arbóreas em aleias, implantado no ano de 2009. O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb, com A moderado e textura média-argilosa (EMBRAPA, 2013), A classificação climática da região, segundo Köppen, é Aw, caracterizado como tropical úmido, com uma taxa de precipitação média anual de 1660 mm, temperaturas médias mínimas e máximas anuais em torno de 23,5 °C e 36 °C, respectivamente (NOGUEIRA; CORREIA; NOGUEIRA, 2012).

As leguminosas foram semeadas em fileiras duplas, em parcelas com dimensões de 10 x 4 m e 0,5 m entre plantas. Foram utilizadas duas espécies de alta qualidade de resíduos: Leucena (*Leucaena leucocephala*) - L e Gliricidia (*Gliricidia sepium*) - G, e duas de baixa qualidade: Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) - S e Acácia (*Acacia mangium*) - A, combinadas em fileiras para que cada parcela recebesse dois tipos de resíduos. Young (1997), caracteriza os resíduos de alta qualidade, como aqueles que apresentam altos teores de N e baixas quantidades de lignina e polifenóis, do contrário, são considerados resíduos de baixa qualidade.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo as seguintes combinações: G+S+U; G+A+U; L+S+U; L+A+U; solo sem cobertura+ureia – SC+U e o controle (sem leguminosas e sem ureia).

Antes da semeadura do milho, no início do período chuvoso de 2012, coletou-se uma amostra de 1 kg de biomassa verde de cada espécie de leguminosa, em seguida esse material foi levado à estufa de circulação e renovação de ar (60 °C) durante 3 dias, para determinação da matéria seca da parte aérea de cada espécie no momento da poda. Na mesma época, realizou-se a dessecação das plantas daninhas presentes na área, com herbicida glifosato.

O milho BR 473 foi semeado manualmente no espaçamento de 1 m, em seguida procedeu-se a poda das leguminosas na altura de 0,50 m do solo, realizada por tratamento e, então determinou-se a quantidade média de biomassa fresca produzida em cada combinação de leguminosas, com o auxílio de uma balança analógica portátil tipo gancho, com capacidade de até 50 kg. As biomassas vegetais foram distribuídas sobre o solo, de acordo com o respectivo tratamento, em quantidades equivalentes

a 40 kg de N ha⁻¹ – com base em análise prévia dos tecidos das leguminosas, (TEDESCO et al., 1995).

Com base na análise do solo e necessidade da cultura do milho, a adubação constou de 80-80-80 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O via ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Ao final do ciclo do milho, em cada parcela útil foram coletadas três plantas aleatoriamente, e separadas em: colmo, folhas e partes reprodutivas. Esses componentes foram submetidos à secagem em estufa de circulação e renovação de ar, durante 3 dias (60 °C), em seguida o material foi pesado em balança analítica de precisão (0,0001g), moído em moinho tipo Wiley e submetido à digestão com H₂SO₄ H₂O₂. As concentrações de N nos tecidos das plantas foram determinadas segundo Tedesco et al. (1995).

O acúmulo de matéria seca nas plantas foi determinado através dos valores de massa total das plantas contidas em 8 m² de cada parcela e extrapolados para hectare. O acúmulo total de N na planta foi determinado pela soma dos valores de N acumulados nos grãos e plantas inteiras, calculado pela multiplicação da massa de matéria seca do milho pelas respectivas concentrações de N nos tecidos das plantas. O acúmulo de N nos grãos foi determinado pela multiplicação da massa dos grãos produzidos na parcela útil, pela concentração de N grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos L+S+U e G+S+U, as plantas de milho apresentaram as maiores concentrações totais de N (28% e 26% superiores ao SC+U, respectivamente), porém não diferiram significativamente (p>0,05) dos demais tratamentos que receberam adubação verde (Tabela 1).

Os maiores conteúdos de N nos grãos das plantas cultivadas no sistema em aleias podem ser devido ao fornecimento conjunto de N do fertilizante mineral, que, por ser solúvel em água, pôde ser prontamente disponível para as plantas, atendendo à demanda imediata pelo nutriente, e fornecimento de N das leguminosas para o solo, tanto via biomassa aportada, quanto pela fixação biológica nas raízes (PAULINO et al. 2009).

Os maiores valores de N nos componentes do milho cultivado em aleias, em relação ao SC+U, podem ser explicados devido à mineralização da biomassa das leguminosas, com consequente disponibilização de N ao solo (EIRAS e COELHO, 2011) e melhoria dos atributos físicos e químicos do

solo (AGUIAR, et al., 2010). Podendo ser atribuído, ainda, ao efeito acumulativo dos resíduos vegetais aportados pelas aleias ao longo dos anos, como observado por Queiroz et al. (2007).

Segundo Moura et al. (2009) e Aguiar et al. (2010), a deposição de adubos verdes favorece a retenção de água e nutrientes no solo, além de melhorar sua capacidade de reciclar nutrientes na camada superficial, gerando maior quantidade de N e melhor aproveitamento deste nutriente, tanto orgânico como mineral. Essas possíveis alterações no solo com cobertura, neste estudo, sugerem, portanto, maior disponibilidade de N para o milho, em função da melhoria do ambiente radicular, o que não pode ser afirmado para o tratamento SC+U.

Os maiores valores de N foram observados nos tecidos das plantas cultivadas na combinação G+S+U, o que sugere um maior sincronismo entre a liberação de N da biomassa dessas leguminosas e a fase de maior demanda do milho. Com base nesses resultados, pode-se dizer que a gliricidia, como uma espécie de alta qualidade de resíduo, cumpriu seu papel de fonte de N em curto prazo, através da decomposição mais rápida dos seus resíduos - o que foi observado na área - e o sombreiro se mostrou adequado para manter a cobertura do solo garantindo uma maior retenção de umidade, o que, segundo Prado (2008), garante maior absorção de N pela planta.

O acúmulo de matéria seca das plantas de milho diferiu significativamente entre os tratamentos, com maior acúmulo no milho cultivado no sistema em aleias (Tabela 1), seguindo a sequência: adubos verdes + ureia > SC+U > Controle. Os tratamentos G+S+U e o L+A+U, apresentaram os maiores acúmulos, cada um, cerca de duas vezes mais que no tratamento SC+U e quase três vezes mais que o tratamento Controle.

Os resultados mostraram uma relação direta entre a maior absorção de N pelo milho e o maior acúmulo de matéria seca pela planta, concordando com França et al. (2011). Segundo esses autores, o acúmulo de massa seca no milho apresentou alto grau de dependência do N disponível. Uma vez que o N é de grande importância para a composição da clorofila (FORNASIERI FILHO, 2007), ele é de grande importância para o incremento da área foliar, que promove a maior interceptação da radiação solar e assimilação de carbono pela cultura (FRANÇA et al., 2011). Isso explica a maior relação entre quantidade de N nas plantas e a produção de matéria seca.

CONCLUSÕES

O sistema plantio direto na palha de leguminosas contribui para o maior acúmulo de nitrogênio nas

plantas de milho BR473. A combinação gliricidia+sombreiro+ureia se mostrou a mais promissora, ao passo que, para as condições do presente estudo, o cultivo do milho em solo sem cobertura pode resultar em menor aproveitamento do nutriente pela cultura e pouco desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.C.F. et al. Nutrient recycling and physical indicators of alley cropping system ins sandy loam in the pre-Amazon region of Brazil. **Nutrient Cycling In Agroecosystems**, v.86, p.189-198, 2010.

EIRAS, P.P.; COELHO, F.C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura do milho. **Inter Science Place**, Rio de Janeiro, v.4, n.17, p.96-124, 2011.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, L.M.G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, p.1143-1151, 2011.

MOURA, E.G.; MOURA, N.G.; MARQUES, K.M. PINHEIRO, COSTA SOBRINHO, J.R.S.; AGUIAR, A.C.F. Evaluating chemical and physical quality indicators for a structurally fragile tropical soil. **Soil Use and Management**, v.25, p.368-375, 2009.

NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F.; NOGUEIRA, V. S. Impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura na cidade de Chapadinha-ma. **Revista brasileira de geografia física**, v. 03 p. 708-724, 2012.

PAULINO, G.M.; ; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. AFixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n. 12, p. 1598-1607, 2009.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: Funep, 2008. 500p.

QUEIROZ, L.R.; COELHO, F.C.; BARROSO, D.G. Cultivo de milho no sistema de aléias com leguminosas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1303-1309, set./out., 2007.



SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.;
OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO,
M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA,
J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.**
3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

Tabela 1 - Valores médios de concentração e acúmulo de N nos tecidos de plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas¹.

Tratamentos	Concentração total N/planta	Conteúdo de N nos grãos	Acúmulo total de N	Acúmulo de N nos grãos	Acúmulo de matéria seca
	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(Mg ha ⁻¹)
G+S+U	13,19 a	20,70 a	148,44 a	68,73 a	6,29 a
L+S+U	13,41 a	20,35 ab	131,46 a	58,64 a	5,35 b
G+A+U	12,87 a	19,12 ab	136,93 a	54,15 a	5,78 ab
L+A+U	12,48 a	19,61 ab	133,70 a	55,17 a	6,18 a
SC+U	10,47 b	18,11 b	54,07 b	23,05 b	2,99 c
Controle	7,21 c	11,68 c	29,25 c	14,48 c	2,40 d

¹Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; Gliricidia+Sombreiro+ureia - G+S+U; Leucena+sombreiro+ureia - L+S+U; Gliricidia+Sombreiro+ureia - G+A+U; Leucena+Acácia+ureia - L+A+U; Solo sem Cobertura+ureia - SC+U.

Acúmulo de micronutrientes, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Iran Dias Borges⁽¹⁾; **Lorena Martins Brandão**⁽²⁾; **Antônio Augusto Nogueira Franco**⁽³⁾; **Elaine Cristina teixeira**⁽⁴⁾; **Tatiane Renata de Souza Moreira**⁽⁵⁾; **Victhória Assis de Souza**⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professor Dr; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; idb@ufsj.edu.br; ⁽²⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁴⁾ Professora MSC instituto federal baiano, campus Guanambi; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Foi conduzido um experimento na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de micronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. Os micronutrientes em sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente de acúmulo na safra e na rebrota: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$. Os micronutrientes são acumulados de forma crescente até o final do ciclo das plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota da safra. Plantas de sorgo forrageiro acumulam maiores quantidades de micronutrientes na safra do que na rebrota da safra. **Termos de indexação:** fertilização, marcha de absorção, forragem, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação específicas considerando suas exigências e sua fisiologia.

Apesar dos avanços obtidos com o melhoramento genético e do lançamento de cultivares de elevado potencial de produção, o benefício para o agricultor acaba restringido por circunstâncias técnicas ou edofoclimáticas. O fato é que grande parte dos relatos disponíveis de experiências de produção de sorgo em condições ambientais favoráveis datam de décadas atrás e, obviamente, não refletem os ganhos que podem advir da associação de uma cultivar moderna com fatores edafoclimáticos e de manejo otimizados. Por conseguinte, estudos atuais a respeito da marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca para híbridos desenvolvidos recentemente podem revelar outras épocas e quantidades requeridas de nutrientes, diferentemente daquelas determinadas anteriormente (Rezende et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de micronutrientes no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹ que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro

Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de Zn na safra teve comportamento quadrático com valores máximos encontrados pela equação de regressão de 118 Dias Após a Emergência (DAE), final do ciclo. Porém, o acúmulo de Cu e B teve comportamento linear crescente onde se teve um incremento de 0,82 g e 2,37 g, respectivamente para cada dia após a emergência (**Figura 1**).

Os acúmulos de Zn, Cu e B na rebrota tiveram comportamento linear e crescente, sendo que, para cada dia após a emergência há um incremento de 2,21 g; 0,77 kg e 1,70 g, respectivamente (**Figura 2**).

Albuquerque et al., (2013) observou um acúmulo de micronutrientes em sorgo granífero seguindo a seguinte ordem decrescente: Zn > Cu > B, estes dados diferem do observado nas condições deste trabalho que teve a seguinte ordem decrescente: Zn > B > Cu na safra e B > Zn > Cu na rebrota.

Borin et al., (2010) observaram que o acúmulo de Cu e B na parte aérea em plantas de milho foi crescente até os 81 DAE, o que está de acordo com os dados observados por Andrade (1975) onde o máximo de acúmulo de Cu ocorreu em torno de 100 DAE, estes dados corroboram com os observados nas condições deste trabalho para cultura do sorgo forrageiro na safra e na rebrota permitindo inferir um padrão de acúmulo similar entre as duas culturas.

Ainda de acordo com Borin et al., (2010) em trabalho realizado com milho, observaram que o acúmulo de Zn também foi crescente até os 81 DAE.

Borges et al., (2009) estudando plantas de milho observou que híbridos de milho acumulam quantidades mínimas de B, Cu, Mn e Zn nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, e que os valores máximos acumulados foram obtidos a partir dos 100 DAE.

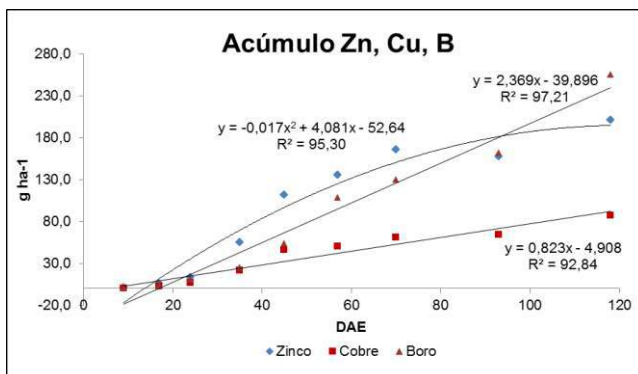


Figura 1. Acúmulo de Zn, Cu, B em plantas de sorgo forrageiro na safra, em $g\ ha^{-1}$, em função dos dias após a emergência (DAE).

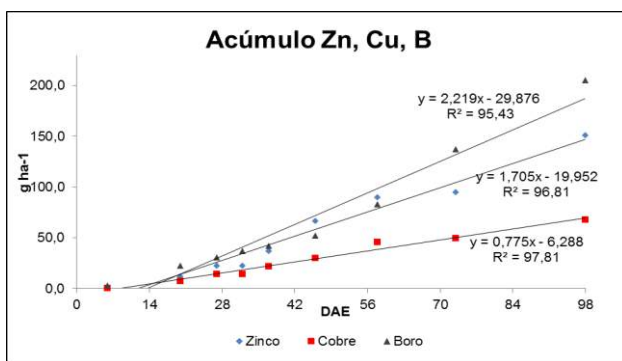


Figura 2. Acúmulo de Zn, Cu, B em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em $g\ ha^{-1}$, em função dos dias após a emergência (DAE).

O acúmulo de Fe na safra e na rebrota teve comportamento quadrático com valores máximos obtidos de 114 e 98 DAE, respectivamente, ou seja, as plantas acumularam estes nutrientes até a maturidade fisiológica da planta.

O acúmulo de Mn na safra e rebrota teve comportamento linear crescente com um incremento de 13,0 g e 8,79 g em cada dia após a emergência (Figuras 3 e 4).

Na safra o acúmulo de micronutrientes seguiu a ordem decrescente: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ (Figuras 3 e 4). Na rebrota o acúmulo de micronutrientes também seguiu a ordem decrescente: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ (Figuras 3 e 4). Contudo, observa-se que sempre na safra se teve maiores valores acumulados de todos os micronutrientes do que na rebrota da safra.

Em trabalho realizado com milho, Borin et al., (2010) observaram que houve acúmulo crescente de Fe até 81 DAE com $1,59\ kg\ ha^{-1}$, valores acima dos observados para sorgo forrageiro na safra e na rebrota sendo $0,77\ kg\ ha^{-1}$ e $0,49\ kg\ ha^{-1}$, respectivamente aos 118 e 98 DAE.

Ainda segundo Borin et al., (2010), o acúmulo de Mn também foi crescente até os 81 DAE atingindo valor máximo de $404,95\ g\ ha^{-1}$, valor abaixo do encontrado para sorgo forrageiro nas condições deste trabalho sendo $1293,1\ g\ ha^{-1}$ na safra e $792\ g\ ha^{-1}$ na rebrota com 118 e 98 DAE.

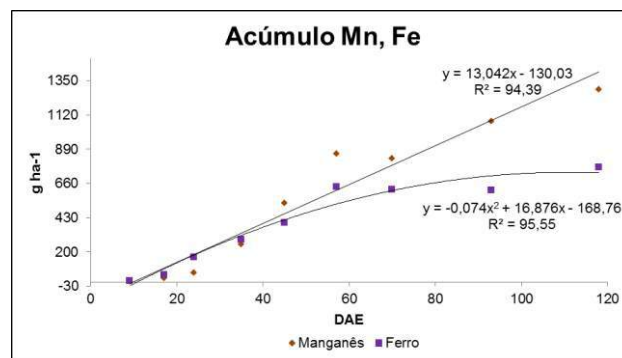


Figura 3. Acúmulo de Mn, Fe em plantas de sorgo forrageiro na safra, em $g\ ha^{-1}$, em função dos dias após a emergência (DAE).

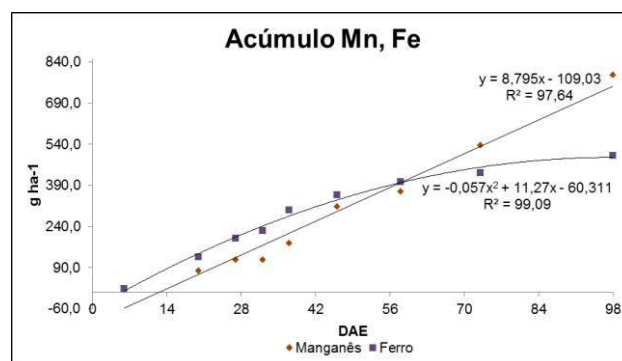


Figura 4. Acúmulo de Mn, Fe em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em $g\ ha^{-1}$, em função dos dias após a emergência (DAE).

CONCLUSÕES

Os micronutrientes em sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente de acúmulo na safra e na rebrota: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$.

Os micronutrientes são acumulados de forma crescente até o final do ciclo das plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota da safra.

Plantas de sorgo forrageiro acumulam maiores quantidades de micronutrientes na safra do que na rebrota da safra.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, C. J. B.; CAMARGO, R.; SOUZA, M. F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 10-20, 2013.

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 32, p. 150-172, 1975b.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

BORIN, A. L. D.; LANA, R. Q.; PEREIRA, H. S. P. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. Ciência e Agrotecnologia. v. 34. Lavras, Dez/2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

RESENDE, A. V. de.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009, p. 8. Circular Técnica, 119.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Acúmulo de Nutrientes para Silagem no Cultivo Consorciado de Sorgo e Capim Paiaguás Inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*

Marcelo Andreotti⁽¹⁾; Allan Hisashi Nakao⁽²⁾; Viviane Cristina Modesto⁽²⁾; Lourdes Dickamann⁽²⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽²⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽²⁾.

⁽¹⁾ Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: dreotti@agr.feis.unesp.br), ⁽²⁾ Pós-Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

RESUMO: As bactérias diazotróficas promotoras de crescimento vegetal e fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Azospirillum*, têm sido uma alternativa viável em sistemas de produção agrícola, porém são escassos os trabalhos na integração lavoura-pecuária com sorgo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes de cultivares de sorgo e capim-paiaguás consorciados, com uso ou não da inoculação das sementes de sorgo por *Azospirillum brasilense* em sistema integração lavoura-pecuária, no período de outono-inverno, em região do Cerrado. O experimento foi realizado a campo, no ano de 2015, na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, em Selvíria-MS. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero e dupla aptidão); em cultivo solteiro ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*. O sorgo granífero acumulou maiores quantidades de N, P, Ca, Mg e S quando comparado ao dupla aptidão. A consorciação de sorgo com capim-paiaguás incrementa a exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem. O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao dupla aptidão. Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

Termos de indexação: bactérias diazotróficas, sistema plantio direto, *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

Os fatores que causam a redução na produção de forrageiras e o aumento da degradação do solo são as práticas culturais inadequadas. Tal fato gera uma preocupação para os pecuaristas porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo e da sua boa adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (Quaresma et al., 2011).

A utilização do sistema integração lavoura-pecuária promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas com a consorciação de pastagens e lavouras na mesma propriedade. Neste sistema, recentemente o sorgo vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013) para produção de matéria seca e/ou grãos. Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, evidencia a importância de se realizarem pesquisas regionalizadas, buscando melhorar a eficiência destes sistemas produtivos, tanto para safra de verão, quanto principalmente para o cultivo outonal.

Vários trabalhos com *Azospirillum* spp. tem demonstrado resultados eficientes da inoculação de bactérias promotoras de crescimento, tanto com a finalidade de fixar nitrogênio quanto promover o crescimento vegetal por efeito hormonal. Além disso, a busca por novas tecnologias visando sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção estão aumentando, e alguns autores têm apresentado forma alternativa para a economia de fertilizante nitrogenado, a fixação biológica de N₂, a qual pode suplementar ou, até mesmo substituir a utilização destes fertilizantes (Bergamaschi, 2006).

Assim, devido à escassez de trabalhos na literatura sobre o uso da inoculação de bactérias diazotróficas em sistemas de integração lavoura-

pecuária, torna-se relevante a pesquisa nesta linha, principalmente com o uso do sorgo em consórcio com braquiárias, na safrinha, como opção de cultivo no Cerrado de baixa altitude. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do sorgo granífero ou dupla aptidão consorciados ou não com capim-paiaguás e inoculados ou não com *Azospirillum brasilense* sobre o acúmulo de nutrientes pela parte aérea das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP) localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m) e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso (538 g kg⁻¹ de argila).

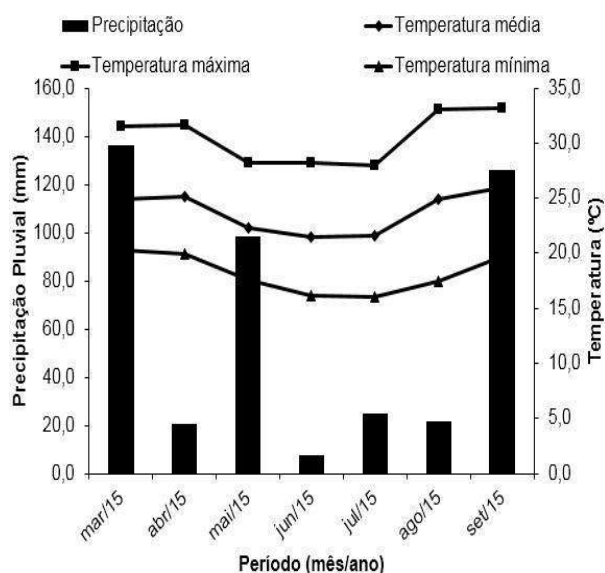


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no

período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 5,4; 16,0 mg dm⁻³ de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmolc dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e do capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Carfentrazone etílica (20 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. No consórcio estabelecido na semeadura dos sorgos, as sementes de capim foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. As parcelas constaram de 7 linhas de sorgo (3,57 m) com 20 m de comprimento, totalizando 71,4 m², utilizando-se como área útil da parcela as 5 linhas centrais e desprezando-se 1 m das extremidades.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes (9 x 10⁸ células viáveis/mL). A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Um dia antes da colheita das plantas (10/06/2015) para produção de silagem (grãos de sorgo com 70% de MS) estas foram cortadas manualmente na altura de 0,30 m em 1 m² por

parcela (3 repetições), pesadas e colocadas em estufa para secagem à 65° C. Destas amostras de material para ensilagem por parcela, foram retiradas amostras de 0,300 kg para determinação do teor de macronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta (1997). Com base nestes teores, multiplicando pela produtividade de matéria seca das plantas para ensilagem calculou-se o acúmulo de macronutrientes exportados da área. As análises de macronutrientes foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia rural e Solos da FEIS/UNESP.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o acúmulo de nutrientes das cultivares de sorgo com e sem o consórcio com capim para produção de silagem, deve-se destacar o N que apresentou os maiores valores, principalmente no cultivo exclusivo do sorgo granífero (**Tabela 1**). Para o K houve efeito no tratamento com a presença do capim-paiaguás, sendo esse o segundo nutriente requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. A interação entre os fatores sorgo e capim (S x C) foi significativo para o Ca, enquanto que capim e inoculação (C x I), significativos para P e Ca.

Tabela 1. Acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S do sorgo para ensilagem, em cultivo exclusivo ou em consórcio com o capim-paiaguás, inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	499a	73a	260	90a	80a	37a
Dupla Aptidão	401b	54b	226	54b	54b	29b
Capim						
Com	499a	69a	268a	88a	77a	37a
Sem	401b	58b	218b	57b	57b	30b
Inoculação						
Com	465	69a	246	90a	71	34
Sem	435	58b	240	54b	63	32
Teste F						
Sorgo (S)	7,44*	25,24**	3,91ns	31,74**	10,4**	12,97**
Capim (C)	7,28*	7,61*	8,70**	24,60**	6,22*	10,10**
Inoculação (I)	0,68ns	8,54**	0,13ns	32,02**	0,92ns	0,95ns
S x C	0,88ns	2,08ns	0,64ns	24,70**	3,80ns	2,46ns
S x I	0,28ns	0,73ns	1,08ns	4,49ns	0,63ns	0,01ns
C x I	0,32ns	5,75*	0,12ns	19,70**	0,06ns	0,20ns
S x C x I	0,62ns	0,34ns	1,69ns	3,10ns	0,43ns	0,83ns
DMS	75,12	7,73	35,84	13,12	16,91	4,45
CV (%)	22,68	16,58	20,05	24,56	29,05	17,95

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

Nos resultados para acúmulo de macronutrientes pelos sorgos houve diferenças para N, P, Ca, Mg e S, evidenciando uma maior extração para o sorgo granífero, entretanto, para o K não houve significância para aumentos na sua concentração quando comparado com o dupla aptidão. Esse maior acúmulo pode ser atribuído à maior produtividade de grãos desta cultivar quando comparada ao sorgo de dupla aptidão.

Para o consórcio com capim-paiaguás, todos os nutrientes apresentaram influência com aumentos significativos de acúmulo de nutrientes na massa vegetal para ensilagem, mostrando que a consorciação com a forrageira na integração lavoura-pecuária é um método alternativo para aumento das cadeias produtivas no Cerrado brasileiro, entretanto com maior exportação de nutrientes. Enquanto que a inoculação de sementes de sorgo com *Azospirillum brasilense*, apenas para o P e o Ca houve incrementos nos acúmulos na massa vegetal. Para o acúmulo de N, mesmo havendo aumento, não se observou tal efeito. Uma das hipóteses pode estar nas variações no ambiente, solo, nas plantas e nos componentes da microflora segundo Dobbelaere et al. (2001).

No desdobramento da interação entre cultivares de sorgo com e sem capim-paiaguás (**Tabela 2**) para o acúmulo de Ca, verificou-se diferenças significativas entre os sorgos combinados com o capim, ocorrendo aumentos mais expressivos para o sorgo granífero.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem capim paiaguás, para os acúmulos de Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Capim Paiaguás	
	Com	Sem
	Ca (Kg ha ⁻¹)	
Sorgo Granífero	121,78aA	59,11aB
Sorgo Dupla Aptidão	54,87bA	54,93aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também se verificou interação significativa entre capim x inoculação para o acúmulo de P e Ca (**Tabela 3**), indicando uma maior expressão do resultado para o capim-paiaguás associado com a presença da inoculação do *Azospirillum brasilense*. A explicação pode estar no crescimento adequado do capim-paiaguás juntamente com a ação promotora de crescimento das bactérias diazotróficas e com suas raízes crescendo mais em profundidade, explora maior volume de solo, absorvendo mais nutrientes pouco móveis como o P, além de outros como o Ca.

Contudo, a extração de nutrientes em diferentes níveis de produção, devem ser tomadas pela cultivar com alto potencial produtivo. Sendo que a colheita de plantas inteiras para uso na ensilagem promove intensa remoção de nutrientes do solo.

Tabela 3. Desdobramento das interações significativas de capim-paiaguás com ou sem a inoculação, para os acúmulos de nutrientes de P e Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculado	
	Com	Sem
	P(Kg ha ⁻¹)	
Com Capim	79,1aA	59,1aB
Sem Capim	59,6bA	57,7aA
	Ca (Kg ha ⁻¹)	
Com Capim	120,19aA	56,46aB
Sem Capim	60,87bA	53,17aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade.

CONCLUSÕES

A consorciação de sorgo com capim-Paiaguás incrementa o acúmulo e exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem.

O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao de dupla aptidão.

Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o primeiro autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivars de sorgo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S. & OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal Plant Physiology**. v.28, p. 871-879, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.
- QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.



RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 284p.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).

Acúmulos de Nutrientes nas Rebrotas de Sorgos em Consórcio com Capim-Paiaguás e Inoculação por *Azospirillum brasilense*.

Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾; Viviane Cristina Modesto⁽³⁾; Lourdes Dickmann⁽³⁾; Gabriela Noronha Moraes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: allannakao@hotmail.com) ⁽²⁾ Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” ⁽³⁾ Pós-Graduandos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: A formação de palhada na cobertura do solo é uma das técnicas indicadas para melhorar o sistema produtivo da cultura sucessora. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes pelos rebrotos de plantas de sorgo granífero ou de dupla aptidão, em consórcio ou não com capim-paiaguás, com ou sem inoculação por *Azospirillum brasilense* no intuito de ciclagem e liberação dos nutrientes para a cultura sucessora. O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), no município de Selvíria-MS. As cultivares de sorgo foram granífero (Rancheiro) e de dupla aptidão (A9902) foram cultivadas exclusivamente ou em consórcios o Capim-paiaguás, com a as sementes do sorgo inoculadas ou não com bactérias diazotróficas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 (granífero ou de dupla aptidão) x 2 (com ou sem capim) x 2 (inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*), com quatro repetições. As rebrotas foram avaliadas quanto aos teores de macronutrientes e produtividade de massa seca da parte aérea aos 99 dias após o corte das plantas para produção de silagem. A parcela experimental foi constituída de 7 linhas de 20 m de comprimento, considerando-se com área útil as 3 linhas centrais, onde foram avaliados o acúmulo de nutrientes da parte aérea da rebrota das culturas. Os resultados evidenciaram que o consórcio com capim-paiaguás junto a inoculação das sementes de sorgo aumentam o acúmulo de nutrientes na palhada residual.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, macronutrientes, sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto na palha tornou-se importante instrumento de manutenção e/ou recuperação de áreas degradadas, aumentando a capacidade produtiva de solos do Cerrado. A utilização de pastagens e lavouras consorciadas proporcionam melhorias edáficas do solo, pela presença de palha e raízes da pastagem, resultando em aumento nos teores de nutrientes e capacidade de infiltração de água.

Entre as forrageiras utilizadas para os sistemas de rotação, sucessão ou de consorciação de culturas na região dos Cerrados (Ikeda et al., 2007), destaca-se as gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*). Além disso, o sorgo recentemente vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013). Neste sentido, o sorgo tem ganhado espaço nos últimos anos, devido às suas características de alto valor nutritivo, alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica no processo de produção da silagem (Neumann et al., 2002), bem como a sua resistência a seca e alta capacidade de rebrota. Segundo Zago (1991), após a colheita da cultura original do sorgo, a planta conserva vivo seu sistema radicular, possibilitando sua rebrota, desde que haja condições de temperatura, umidade no solo e fertilidade adequada.

Os gastos com fertilizantes em gramíneas são altos, assim, a demanda por adubações pode muitas vezes, elevar os custos de produção. O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliado ao seu elevado custo, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi verificar o acúmulo de nutrientes da rebrota de sorgo granífero ou dupla aptidão em consórcio ou não com o capim-paiaguás, inoculadas ou não com o *Azospirillum brasilense*, visando a produção de palhada para continuidade do sistema plantio direto em cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 20°20'05”S e 51°24'26”W e aproximadamente 335 m de altitude e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso.

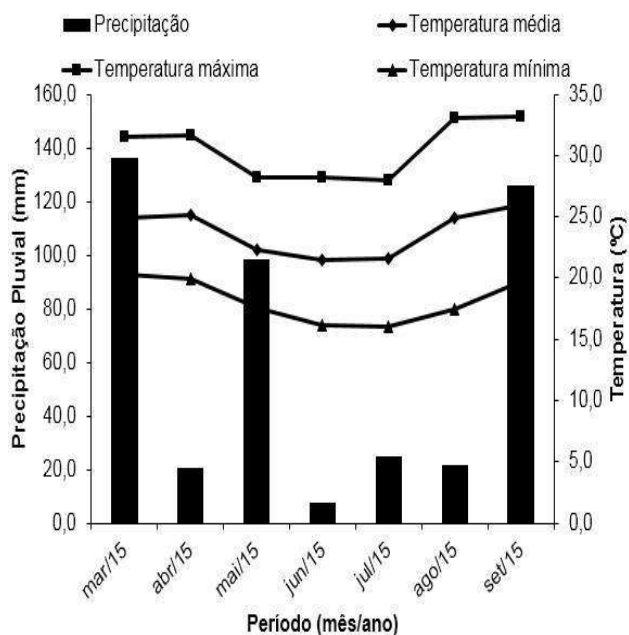


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) a qual revelou as seguintes características: pH (CaCl₂) = 5,4; 16,0 mg dm⁻³ de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-Paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Roundup Original (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Aurora 400 EC (20 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para sistema plantio direto, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. Nos consórcios estabelecidos na semeadura do sorgo, as sementes

de forrageiras foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Após a colheita do sorgo e capim para silagem, deixou-se um período de vedação da pastagem e rebrota do sorgo, e no dia 17/09/2015 (99 dias após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte) foram colhidas a parte aérea dos rebrotes, utilizando o método do quadrado de metal (1,0 x 1,0m) em 3 repetições por parcela. Posteriormente a massa vegetal de cada espécie foi pesada e colocada em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da produção de MS e moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo a metodologia proposta por Malavolta (1997), visando cálculo do acúmulo de macronutrientes que poderiam pela decomposição da palhada liberar gradativamente esses nutrientes, para a continuidade do sistema plantio direto.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sorgo granífero apresentou maior acúmulo de magnésio do que a rebrota do dupla aptidão (**Tabela 1**). A elevada produção de fitomassa e concentração do nutrientes nas folhas do capim em consórcio com o sorgo granífero, em relação ao de dupla aptidão pode ter contribuído para a maior concentração de Mg pela sua função constituinte da clorofila.

Tabela 1. Acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S nos rebrotes de sorgo inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*, em cultivo exclusivo ou em consórcio com o capim-paiaguás. Selvíria, MS.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	66,5	5,6	36,3	13,1	14,8a	7,4
Dupla Aptidão	62,4	5,3	37,3	11,0	11,1b	6,5
Capim						
Com	105,9a	8,2a	61,9a	18,7a	21,6a	10,7a
Sem	22,9b	2,7b	11,8b	5,4b	4,3b	3,2b
Inoculação						
Com	74,8a	6,4a	38,7	14,3a	16,4a	8,0a
Sem	54,1b	4,5b	34,9	9,9b	9,5b	6,0b
Teste F						
Sorgo (S)	1,00ns	0,60ns	0,11ns	4,19ns	6,21*	2,22ns
Capim (C)	400,4**	173,28**	267,85**	165,47**	138,16**	145,83**
Inoculação (I)	24,94**	20,92**	1,59ns	18,44**	21,59**	10,64**
S x C	0,08ns	0,95ns	0,01ns	4,25ns	3,37ns	2,45ns
S x I	6,68*	5,18*	5,62*	3,13ns	0,17ns	1,47ns
C x I	1,43ns	0,01ns	1,26ns	1,62ns	3,28ns	0,06ns
S x C x I	0,84ns	0,87ns	2,77ns	1,09s	0,06ns	0,06ns
DMS	8,6	0,8	6,3	2,1	3,0	1,2
CV (%)	18,20	21,67	23,49	24,08	32,00	25,01

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

No consórcio sorgo + capim, a forrageira contribuiu para todos os acúmulos de nutrientes, evidenciando o seu elevado potencial de produção após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte.

A inoculação do sorgo com *Azospirillum brasilense* aumentou os acúmulos de N, P, Ca, Mg e S (**Tabela 1**). Tal efeito deve-se a bactéria em fixar biologicamente o N atmosférico e também promover o crescimento radicular, assim explorando melhor o solo e podendo absorver mais nutrientes, uma vez que na rebrota, tanto o capim quanto o sorgo permanecem com o sistema radicular ainda ativo. Longhini et al. (2016) estudando a inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho, relataram a melhoria em teores nutricionais para N, P, K e S nas folhas.

O acúmulo para o K, não apresentou diferença significativa por efeito da inoculação, provavelmente relacionada ao teor elevado deste nutriente no solo da área experimental, com histórico de sistema plantio direto, pois o K não tem papel estrutural no tecido vegetal e é rapidamente liberado de palhadas antecessoras.

No desdobramento da interação entre sorgo granífero e/ou dupla aptidão com ou sem a inoculação de sementes de sorgo com *A. brasilense*

(Tabela 2) para os acúmulos de N, P, K, verificou-se diferenças significativas entre as cultivares com a inoculação, evidenciando que o granífero associado com a bactéria melhora o acúmulo destes macronutrientes.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem a inoculação, para os acúmulos de N, P e K nas rebrotas. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculação	
	Com	Sem
N (kg ha ⁻¹)		
Sorgo Granífero	82,2aA	50,8B
Sorgo Dupla Aptidão	67,4b	57,4
P (kg ha ⁻¹)		
Sorgo Granífero	7,1aA	4,2B
Sorgo Dupla Aptidão	5,8b	4,8
K (kg ha ⁻¹)		
Sorgo Granífero	41,9A	30,7B
Sorgo Dupla Aptidão	35,6	39,0

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O uso de *Azospirillum brasilense* associado à cultura do sorgo granífero e dupla aptidão apresenta resultados promissores em relação ao meio de produção sustentável, destacando-se na contribuição em relação aos maiores acúmulos de nutrientes da parte aérea na rebrota dos sorgos consorciados com capim-Paiguás em condições de Cerrado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de**

Ilha Solteira. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1)

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

LONGHINI, V. Z.; SOUZA, W. C. R. ANDREOTTI, M.; SOARES, N. A. COSTA, N. R. Inoculação de bactéria diazotrófica e adubação nitrogenada de cobertura em milho irrigado. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 338-347, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDOTESE, L.; PEIXOTO, L. A. de O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n.1, p.302-312, 2002.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. 1991, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1991. p. 169-217.**



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Aplicação de *Azospirillum Brasilense* com redução da adubação de cobertura na cultura do milho

Marcelo Cruz Mendes⁽¹⁾; Jean Carlos Zocche⁽²⁾; Emanuel Gava⁽³⁾; Janaína Neiverth⁽⁴⁾; Paulo Henrique Matchula⁽⁵⁾; Dimitrya Amanda Oliveira Felício⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro – Oeste; Guarapuava - PR; E-mail: mcmendes@unicentro.br; ⁽²⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁶⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

RESUMO: Atualmente, merece destaque os estudos realizados com bactérias *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas: milho, arroz e o trigo Hungria (2011). Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com níveis de adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agronômicas na cultura do milho. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial oito x um correspondente a um híbrido de milho e oito níveis tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha), totalizando 32 parcelas. Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha⁻¹. Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

Termos de indexação: *Zea mays*, bactéria diazotrófica e nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do milho, pois o nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos, ATP (Adenosina Tri-fosfato), clorofila e inúmeras enzimas (Jakelaitis et al., 2005), influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (Bredemeier; Mundstock, 2000).

Sendo assim, a sua deficiência pode comprometer os processos de crescimento e reprodução das plantas e que aplicações eficientes de nitrogênio estão intrinsecamente relacionadas ao solo, clima e à própria planta (Cazeta et al. 2007).

Porém, pesquisas realizadas com a cultura, para este nutriente, permitiram evidenciar que as plantas de trigo conseguem utilizar apenas 50% do fertilizante nitrogenado aplicado, pois metade é perdido via lixiviação e desnitrificação (Teixeira Filho et al., 2010).

Uma alternativa seria o aproveitamento do nitrogênio atmosférico por meio de bactérias capazes de fazer a sua redução, entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho e trigo (Hungria et al., 2010).

Resultados positivos obtidos com o uso de bactérias do gênero *Azospirillum* estão atribuídos principalmente à promoção do crescimento e o

acúmulo de N em plantas de trigo (Sala et al., 2005), aumento de produção (Sala et al., 2007), o aumento de produtividade é atribuído à melhoria da translocação da biomassa até os grãos e no aumento da atividade fotossintética, justificado pela elevação dos tecidos verdes e aumento na eficiência do sistema radicular, ocasionado em razão da simbiose (Vogel et al., 2013).

Mendes et al. (2011) observaram a eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo, cultivar Quartzo, cultura antecessora milho em Guarapuava-PR. Estes autores observaram aumento na produtividade de grãos de trigo quando associado ao uso de *Azospirillum brasilense*, com e sem a redução na adubação de cobertura com nitrogênio.

No que diz respeito à redução da adubação nitrogenada associada ao uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, Sala et al. (2007) destacaram que, ao trabalhar com diferentes doses de N, obtiveram maior incremento na produtividade de grãos na ausência de N adicional. Estes autores atribuíram os benefícios causados por essas bactérias à sua capacidade de síntese de fitormônios.

Outra importante variação a ser estudado diz respeito ao genótipo da planta, pois há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, aliado à seleção de estirpes eficientes.

Nesse sentido, este trabalho teve com objetivo avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com a redução da adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agrônômicas e teores foliares na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, no campus CEDETEG, em Guarapuava-PR, com latitude de 25°23'36"S, longitude de 51°27'19"W e altitude de 1.120 m, em solo classificado como Latossolo Bruno

distroférico típico, textura muito argilosa Embrapa (2006) na safra agrícola 2014/2015.

A área experimental foi cultivada no período de inverno, com aveia preta sob sistema de cultivo plantio direto, e na safra anterior de verão com soja.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8 x 1, correspondente a um híbrido de milho e oito níveis de tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha) totalizando 32 parcelas.

O espaçamento utilizado foi de 70 cm entre linhas, sendo cada parcela constituída por quatro linhas de 5m de comprimento.

O híbrido de milho utilizado foi o P30F53H, proveniente da empresa Pioneer Sementes S.A, é um híbrido simples precoce e com alto teto produtivo, sendo este recomendado para a região de estudo.

Após a abertura dos sulcos com semeadora de plantio direto, a semeadura foi realizada manualmente, com 40 sementes em cada linha de plantio, deixando após desbaste, uma população final de plantas de 70.000 plantas ha⁻¹.

As dosagens de fertilizantes de base utilizadas na condução do experimento foram calculadas de modo a fornecer a quantidade de 28 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para isso foi utilizado o adubo formulado 08-30-20 na dosagem de 350 kg ha⁻¹, para todos os tratamentos.

A cobertura foi realizada com adubação nitrogenada, quando as parcelas se encontravam no estágio de V4, nas seguintes dosagens de acordo com cada tratamento: dose de 182 kg de ureia por hectare, no tratamento 100% N (82 kg de N), e dosagem de 60 kg de ureia (27 kg N) nos tratamentos 50% N, excluindo a cobertura com N no tratamento testemunha absoluta.

A inoculação da semente com o *Azospirillum brasilense* foi realizada momentos antes da semeadura, sendo utilizadas a dose de 100 mL ha⁻¹, para cada 60.000 semente, nos tratamentos no

SULCO e ÁREA TOTAL, as dosagens foram de: 200 e 300 mL ha⁻¹, a qual foi realizada com o uso de pulverizador pressurizado por CO₂. Vale lembrar que serão utilizadas as cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros de 2x10⁸.

Foram determinadas as seguintes características agrônomicas: Peso de 1000 Grãos (P1000) - valor médio obtido por meio da pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela e Produtividade de grãos (PROD) – as espigas das duas linhas centrais foram trilhadas e os grãos foram pesados e determinado o teor de água, sendo os dados transformados em kg ha⁻¹, a umidade de 13%, posteriormente foi realizada a determinação do teor de nitrogênio foliar (NFoliar), determinado no período do florescimento (folha abaixo e oposta à espiga) em amostra de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR[®] Ferreira (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos somente para a característica de produtividade de grãos. Este fato indica que, os tratamentos de diferentes doses e em diferentes modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*, influenciaram esta característica, sendo que o tratamento de 100% não diferiu estatisticamente do tratamento com redução da adubação nitrogenada em 50% e quando aplicado no sulco de plantio *Azospirillum brasilense* na dosagem de 300 ml ha⁻¹ (Tabela 1).

Este fato vem corroborar com resultados obtidos anteriormente em outros estudos que comprovaram que gramíneas são colonizadas por bactérias diazotróficas endofíticas, as quais contribuem com parte da nutrição da planta, seja através do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) ou da produção de fitohormônios, que atuam no aumento do sistema radicular das plantas Hungria (2011).

Para a característica produtividade de grãos houve diferença estatística entre os modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*. Porém os tratamentos com redução de adubação de cobertura

e uso da bactéria (TS, 200 mL no sulco, 200 mL e 300 mL área total) não diferiram do tratamento testemunha e com redução e sem *Azospirillum brasilense*. Mas quando comparado os resultados obtidos para o tratamento com redução da adubação e uso de 300 mL no sulco de plantio, este não diferiu dos tratamentos com 100% de N (Tabela 1).

Os dados obtidos nesta pesquisa corroboram com outros resultados obtidos anteriormente, onde foi possível comprovar a existência da eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo Mendes et al. (2011) e com milho Mendes et al. (2012) e Mendes et al. (2014).

Este mesmo autor, trabalhando com estas mesmas cepas ABV5 e ABV6, afirmou ter havido maior peso de 1000 grãos para o híbrido de milho estudado com o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, via foliar, independente da dose do inoculante utilizada e sem redução da adubação de cobertura nitrogenada. Houve aumento na produtividade de grãos de milho, em espaçamento reduzido, quando associado o uso de *Azospirillum brasilense*, via foliar, sem redução de adubação de cobertura nitrogenada, sendo a melhor dosagem 300ml ha⁻¹ do inoculante (Mendes et al., 2012)

Por meio dos resultados obtidos, em espaçamento convencional (70 cm entre linhas) podemos evidenciar que a utilização do tratamento com *Azospirillum brasilense*, com aplicação no sulco de plantio, proporcionou uma maior produtividade de grãos na cultura do milho frente ao tratamento testemunha (sem N e sem MG) e o tratamento com redução de nitrogênio (50%N e sem Az), cuja dose a ser utilizado seria de 300 ml ha⁻¹.

CONCLUSÕES

Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha⁻¹.

Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro e a Stoller do Brasil Ltda por ter fornecido as bactérias em estudo.

REFERÊNCIAS

- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 02, p. 365-372, 2000.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.
- HUNGRIA, MARIÂNGELA. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Documentos / Embrapa Soja, Londrina, PR. 2011.36p.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 39-46, 2005.
- MENDES, M.C. ROSARIO, J.G. FARIA, M.F. ZOCHE, J.C. WALTER, A.L. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.95-110, 2011.
- MENDES, M.C.; POSSATO JUNIOR, O.; ROSSI, E.S.; NEIVERTH, V.; ZOCHE, J.C.; SCHLOSSER, J.; ROSÁRIO, J.G.DO; FARIA, M.V. Redução da Adubação em Cobertura e Associação com *Azospirillum brasilense* aplicado Via Foliar na Cultura do Milho em Espaçamento Reduzido. **Anais... XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Águas de Lindóia, SP, 2012. CD-ROM.
- MENDES, M.C.; GAVA, E.; SCHLOSSER, J.; ZOCHE, J.C.; MATCHULA, P.H.; NEIVERTH, J. Estudo de dose e modo de aplicação de *Azospirillum Brasilense* Com Redução da Adubação de Cobertura na Cultura Do Milho. **Anais... XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Salvador, BA, 2014. CD-ROM.
- MENEHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A. DE; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1941-1948, 2008.
- SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p.833-842, 2007.
- SALA, V. M. R.; FREITAS, S. S.; DONZELI, V. P.; FREITAS, J. G.; GALLO, P. B.; SILVEIRA, A. P. D. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 345-352, 2005.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

TABELA 1. Médias das avaliações dos parâmetros agrônômicos estudados associados ao uso de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*¹ em três diferentes modos de aplicação na cultura do milho, na safra agrícola 2014/2015. Guarapuava, PR.

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.* TS – tratamento de semente; SULCO – aplicação no sulco de plantio; Área total – aplicação foliar na área da parcela

N	Azo	Modo Aplicação*	NFoliar	P 1000	PROD
0	0	-	14.9 a	358 a	10.289 b
50%	0	-	16.5 a	358 a	10.451 b
100%	0	-	23.6 a	370 a	12.012 a
50%	100	TS	21.9 a	366 a	11.041 b
50%	200	Sulco	25.1 a	366 a	11.098 b
50%	300	Sulco	18.8 a	364 a	12.209 a
50%	200	Área total	20.2 a	364 a	11.306 b
50%	300	Área total	21.9 a	369 a	11.098 b
Média			20,4	384.6	11.182
C.V. (%)			22,1	16.6	7,2



Aplicação de bioestimulante e fertilizante nitrogenado no estágio V_T da cultura do milho.

Thays Vieira Bueno⁽¹⁾; Wender Santos Rezende⁽²⁾; Diego Francisco Fuentes Aguilera⁽³⁾; Danyllo Ferreira dos Reis⁽⁴⁾; Gilmar Dantas da Silva⁽⁵⁾; Ricardo Camara Werlang⁽⁶⁾; Césio Humberto de Brito⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; thaysvieirabueno@gmail.com; ⁽²⁾Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; wendersrezende@gmail.com; ⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, Autônomo; ⁽⁴⁾Pesquisador, PA Consultoria Agrônômica, Pesquisa & Agricultura de Precisão; ⁽⁵⁾Pesquisador, Syngenta Brasil; ⁽⁶⁾Pesquisador; ⁽⁷⁾Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A melhoria do manejo da adubação nitrogenada e o uso de bioestimulantes são práticas agrícolas que visam aprimorar o sistema de produção da cultura do milho. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de fertilizante nitrogenado e bioestimulante no estágio V_T sobre caracteres agrônômicos da cultura do milho. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013 na fazenda Floresta do Lobo, localizada em Uberlândia. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2×2 , com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu a presença e ausência de aplicação de N no estágio V_T do milho, e o segundo a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulante também realizada em V_T . As características avaliadas foram porcentagem de colmos saudáveis, diâmetro de colmos, força de quebra do colmo, altura de quebra do colmo e força de arranquio da planta. Não houve interação significativa entre a adubação nitrogenada em V_T e a aplicação de bioestimulante nas características avaliadas. Verificou-se que a aplicação do fertilizante nitrogenado em V_T proporcionou o aumento significativo nas características, porcentagem de colmos saudáveis, diâmetro de colmos, força de quebra do colmo e altura de quebra do colmo. A aplicação do bioestimulante propiciou o aumento significativo na força necessária ao arranquio da planta. Assim, conclui-se que a adubação nitrogenada no estágio V_T da cultura do milho promove a melhoria na qualidade do colmo no final do ciclo, e a aplicação foliar do bioestimulante em V_T aumenta a resistência ao arranquio da planta.

Termos de indexação: adubação nitrogenada, regulador de crescimento, *Zea mays* L..

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.), em função de sua composição, valor nutritivo e elevado potencial produtivo, exerce papel fundamental no sistema de produção brasileiro e mundial (Dourado Neto et al., 2004). Além disso, o milho possui diversas aplicações, tanto na alimentação humana quanto animal, e serve de matéria-prima industrial, possuindo importante papel socioeconômico.

Devido à importância desta cultura, existe uma busca incessante pelo aprimoramento do sistema de produção. Nesse sentido, pode-se citar a melhoria do manejo da adubação nitrogenada e o uso de bioestimulantes.

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado na cultura do milho tem levantado muitas controvérsias e discussão devido a suas transformações no solo e perdas por lixiviação e volatilização (Meira, 2006; Lara Cabezas & Souza, 2008). Comumente, os fertilizantes nitrogenados são aplicados de forma parcelada no início do ciclo da cultura, parte em semeadura e parte em cobertura, quando as plantas apresentam de quatro a oito folhas expandidas (estádios V_4 a V_8) (Fornasieri Filho, 2007). Porém, após o florescimento a planta ainda absorve cerca de metade do nitrogênio (N) que necessita (Cantarella, 1993). Por isso, alguns autores discutem as vantagens da aplicação tardia de N (Meira, 2006; Fornasieri Filho, 2007).

Com relação aos bioestimulantes, diversos autores têm mostrado sua eficiência no incremento do crescimento e rendimento de culturas como milho (Dourado Neto et al., 2004), soja (Albrecht et

al., 2011) e feijoeiro (Abrantes et al, 2011). Os bioestimulantes são compostos sintéticos ou naturais que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, para obtenção de diversos efeitos, como promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, com intuito de incrementar a produção e melhorar a qualidade do produto (Rademacher, 2000). Esses compostos fazem parte do grupo de substâncias vegetais denominadas hormônios vegetais, dentre os quais citam-se auxinas, citocininas e giberilinas (Dourado Neto et al., 2004).

Visto isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de fertilizante nitrogenado e bioestimulante no estágio V_T sobre caracteres agrônômicos da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013 na fazenda Floresta do Lobo, localizada em Uberlândia – MG (19°04'39"S, 48°07'49"W, a 961 m de altitude). O solo da área é classificado como um latossolo vermelho (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu a presença e ausência de aplicação de 25 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) no estágio V_T do milho (pendoamento). O segundo fator correspondeu a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulante também em V_T . As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de 4,2 m, espaçadas por 0,6 m, sendo as quatro linhas centrais consideradas como parcela útil, totalizando, portanto, 10,08 m² de área útil em cada parcela.

O bioestimulante utilizado foi composto por cinetina (0,09 g L⁻¹), ácido giberélico (0,05 g L⁻¹) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g L⁻¹), cuja dose aplicada foi de 1 L ha⁻¹. A pulverização do bioestimulante foi realizada com pulverizador costal motorizado com pontas XR 110-02 e volume de calda de 200 L ha⁻¹. A aplicação do fertilizante nitrogenado em V_T foi realizada manualmente a lanço na entrelinha da cultura. Para tanto, utilizou-se sulfato de amônio (21% de N) na dose de 120 kg ha⁻¹, o que resultou em 25 kg ha⁻¹ de N.

Utilizou-se um híbrido simples de milho de alto potencial produtivo, cujo manejo buscou expressão desse potencial. Antes da implantação do experimento foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (60 % de K₂O) a lanço. A semeadura foi realizada sob sistema de semeadura direta, com aplicação, em todos os tratamentos, de 250 kg ha⁻¹ de MAP (11-54-00). A adubação de cobertura foi realizada no estágio V_5 (cinco folhas expandidas), também em todos os tratamentos, com 450 kg ha⁻¹ do formulado NPK 36-00-12.

As características avaliadas foram força de quebraamento do colmo, altura de quebraamento do colmo, porcentagem de colmos sadios, diâmetro de colmos e força de arranquio da raiz.

A força necessária ao quebraamento do colmo foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho inclinômetro, equipado com dinamômetro. Utilizou-se o método descrito por Gomes et al. (2010), que consiste em aplicar força transversal ao colmo na altura da espiga principal, com auxílio de uma corda, até o ponto de ruptura da planta. Ao romper-se o colmo, o dinamômetro registra a força necessária ao quebraamento. A altura de quebraamento correspondeu à altura entre o solo e o ponto em que o colmo quebrou-se e foi medida com fita métrica.

Para avaliação dos colmos sadios, cortaram-se o colmo de uma das linhas da parcela útil a cerca de 30 cm do solo. Posteriormente contou-se o número de colmos sadios e podres e calculou-se a porcentagem que os sadios representavam no total.

O diâmetro de colmo foi avaliado, com paquímetro digital, em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil, iniciando-se a partir da segunda planta da linha. Mediu-se o diâmetro maior do colmo do milho no segundo entrenó acima do nível do solo.

A força necessária ao arranquio da planta foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho arrancômetro, constituído por uma base de sustentação, uma manivela, um sistema de roldanas, uma garra e um dinamômetro. A metodologia, descrita por Gomes et al. (2010), consiste em exercer força vertical necessária para arrancar a planta. O sistema de roldanas distribui a força necessária ao arranquio em quatro partes, e o dinamômetro quantifica uma dessas partes. Para o cálculo da força total necessária ao arranquio da planta, aplicou-se a equação $F = Fd \times 4$, onde F é a força total (kgf) e Fd é a força medida pelo dinamômetro (kgf).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se 0,05 como valor de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre a adubação nitrogenada em V_T e a aplicação de bioestimulante nas características avaliadas. Para porcentagem de colmos sadios, diâmetro de colmo, força de quebraamento do colmo e altura de quebraamento do colmo observou-se efeito significativo do fator adubação nitrogenada em V_T .

A porcentagem de colmos sadios e o diâmetro de colmo aumentaram com a aplicação de fertilizante nitrogenado em V_T (Tabela 1). O suprimento adequado de N favorece o stay green, que pode ser definido como o atraso da senescência da planta, ou seja, a manutenção da planta com alto metabolismo no final do ciclo (Borrell et al., 2001). Desse modo, a aplicação de fertilizante nitrogenado em V_T possivelmente propiciou fornecimento mais adequado de N para as plantas, conseqüentemente aumentando o stay green e retardando o apodrecimento dos colmos. Com isso, os colmos permaneceram mais turgidos, justificando o aumento no diâmetro de colmo.

Tabela 1 – Porcentagem de colmos sadios e diâmetro de colmo em relação à ausência e presença de adubação nitrogenada em V_T .

Adubação nitrogenada em V_T	Colmos sadios (%)	Diâmetro de colmo (mm)
Ausência	72,77 b ^{/1}	21,93 b
25 kg N ha ⁻¹	87,89 a	22,46 a

^{/1} médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A adubação nitrogenada em V_T aumentou a força necessária para o quebramento do colmo do milho (Tabela 2). Isto sugere que em condições adversas, como na presença de ventos fortes, a adubação nitrogenada em V_T pode tornar as plantas mais resistentes ao acamamento (Rezende et al., 2015). Possivelmente, esse resultado é decorrente do aumento do *stay green* mencionado anteriormente.

Tabela 2 – Força de quebramento do colmo e altura de quebramento do colmo em relação à ausência e presença de adubação nitrogenada em V_T .

Adubação nitrogenada em V_T	Força de quebramento (kgf)	Altura de quebramento (cm)
Ausência	0,85 b ^{/1}	75,36 b
25 kg N ha ⁻¹	1,07 a	81,88 a

^{/1} médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A aplicação de nitrogênio em V_T também proporcionou aumento na altura de quebramento do colmo. A altura de quebramento do colmo, quando este evento ocorre, é um fator decisivo para a viabilidade da colheita, pois maior altura de quebramento permite que a espiga fique mais distante do solo.

O bioestimulante promoveu aumento significativo

na força de arranquio da planta (Tabela 3). Essa medida é utilizada como avaliação da resistência das plantas de milho ao acamamento (Gomes et al., 2010).

Há muitos relatos da eficiência de bioestimulantes no crescimento de raízes de culturas como soja (Moterle et al., 2011) e milho (Aragão et al., 2001). Contudo, no presente trabalho, o bioestimulante foi aplicado quando o crescimento das raízes do milho estava cessando (Fornasier Filho, 2007). Por isso, o aumento na resistência das raízes ao arranquio possivelmente está relacionada à maior manutenção da integridade das raízes durante o período reprodutivo da cultura proporcionada pelo bioestimulante.

Tabela 3 – Força de arranquio da planta quanto à ausência e presença de bioestimulante aplicado em V_T .

Aplicação de bioestimulante	Força de arranquio (kgf)
Ausência	38,01 b ^{/1}
Presença	45,36 a

^{/1} médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante nitrogenado no estágio V_T da cultura do milho promove melhoria na qualidade do colmo no final do ciclo, pois aumenta a porcentagem de colmos sadios, o diâmetro de colmo, a força de quebramento do colmo e a altura de quebramento do colmo.

A aplicação foliar de bioestimulante em V_T aumenta a resistência ao arranquio da planta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALERIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e

desempenho das plantas de soja, **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ARAGÃO, C. A.; LIMA, M. W. P.; MORAIS, O. M.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J. CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 62-67, 2001.

BORRELL, A.; HAMMER, G.; OOSTEROM, E. V. Stay-green: a consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. **Annals of Applied Biology**, Chichester, v. 138, n. 1, p. 91-95, 2001.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1993. 166p.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. M.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 574p.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H.; MORAES, D. F.; LOPES, M. T. G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 140-145, 2010.

LARA CABEZAS, W. A. R. L.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2331-2342, 2008.

MEIRE, F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. 52f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2006.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, n. 1, p.501-531, 2000.

REZENDE, W. S.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; FRANCO, C. J. F.; FERREIRA, M. V.; FERREIRA, A. S. Desenvolvimento e produtividade de grãos de milho submetido a níveis de desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 203-209, 2015.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; BARBOSA, D. K.; MOCHINSKI, A. Influência de fitoregulador no crescimento do milho. **Anais... I Seminário Sistemas de Produção Agropecuária, Dois Vizinhos – PR**. 2007.



Aplicação de nitrogênio no sulco do milho safrinha.

**Douglas de Castilho Gitti⁽¹⁾; Andre Faleiros Lourenção⁽²⁾; José Fernando Jurca Grigolli⁽³⁾;
Alex Marcel Melotto⁽⁴⁾; Renato Roscoe⁽⁵⁾.**

⁽¹⁾ Pesquisador Fertilidade do Solo; Fundação MS; Maracaju, MS; douglas@fundacaoms.org.br; ⁽²⁾ Pesquisador Fitotecnia Milho; Fundação MS; ⁽³⁾ Pesquisador Fitossanidade; Fundação MS; ⁽⁴⁾ Pesquisador Sistemas Integrados; Fundação MS; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo Doutor.

RESUMO: O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais proporciona aumentos de produtividade do milho (Bull, 1993). Práticas de manejo da adubação nitrogenada em áreas de plantio direto podem otimizar sua utilização e reduzir o custo no sistema de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses e fontes de N na população de plantas e produtividade de grãos aplicando o N no sulco de semeadura do milho safrinha. Os experimentos foram conduzidos no município de Maracaju, MS, durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 5 repetições e 5 tratamento (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹), sendo o experimento 1 realizado com ureia convencional (45-00-00), e o experimento 2 ureia com revestimento de enxofre (40-00-00). Foi avaliada a população inicial e final de plantas, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade. Concluiu-se que: o aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha apresentou resposta distinta entre as fontes de N avaliadas sobre a população de plantas e a produtividade de grãos do milho safrinha.

Termos de indexação: Ureia, Revestimento, Enxofre.

INTRODUÇÃO

A adubação do sistema de produção soja e milho safrinha em áreas que apresentam elevados teores de nutrientes no solo são realizados considerando a reposição do estoque de nutrientes no solo, definindo as quantidades de nutrientes a serem aplicadas a partir dos níveis de exportação proporcionais às produtividades esperadas das culturas da soja e do milho safrinha.

Em Mato Grosso do Sul, o milho safrinha predomina no sistema de produção que apresenta a

cultura da soja como sucessão. Nesse sistema, calcula-se que a fixação biológica de N pela cultura da soja deixe um residual no solo de 35 a 45 kg ha⁻¹ de N (Oliveira et al., 2008). A mineralização libera em média 20 kg ha⁻¹ de N para cada 1% de matéria orgânica do solo (Coelho et al., 2008). Em um solo com 3% de matéria orgânica (30 g kg⁻¹), seriam liberados 60 kg ha⁻¹ de N. Assim, em média, solos agrícolas bem corrigidos e em sistema plantio direto estabelecido podem fornecer cerca de 100 kg ha⁻¹ de N para a cultura do milho safrinha em sucessão à soja. Levando-se em consideração as produtividades médias para a safrinha, as quais têm ficado entre 4.800 a 6.000 kg ha⁻¹ em Mato Grosso do Sul, o milho apresenta demanda de N entre 120 e 150 kg ha⁻¹ de N (Pauletti, 2004). Nessas condições, adubações nitrogenadas entre 20 e 50 kg ha⁻¹ de N seriam suficientes para a manutenção desse nutriente (Roscoe; Miranda, 2013).

Em solos que apresentam disponibilidade adequada de nutrientes o fornecimento da demanda nutricional das culturas da soja e do milho safrinha em sucessão, pode ser realizado na cultura da soja (principalmente o fósforo), assim há possibilidade da aplicação da demanda de N do sistema para a cultura do milho safrinha no sulco de semeadura, tendo em vista o melhor aproveitamento do N pela redução do processo de volatilização, que ocorre em aplicações em superfície. No entanto, há dúvidas com relação à quantidade e a fonte de N a ser aplicado no sulco de semeadura da cultura do milho safrinha.

Para tanto, foram conduzidos dois experimentos para análise da aplicação de doses de N no sulco de semeadura da cultura do milho safrinha com os fertilizantes nitrogenados, ureia convencional (45-00-00) e ureia com revestimento de enxofre - Polyblen (40-00-00), durante a safrinha de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Maracaju, MS, na unidade de pesquisa da Fundação MS, localizada na Fazenda Alegria. As características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm foram: pH CaCl₂ = 5,3, matéria orgânica = 33,9 g dm⁻³, P Mehlich = 20,9 mg dm⁻³, K = 0,27 cmol_c dm⁻³, Ca = 5,45 cmol_c dm⁻³, Mg = 1,15 cmol_c dm⁻³, Al = 0, CTC = 10,8 cmol_c dm⁻³, V% = 63,1 e argila = 37%.

Foram conduzidos dois experimentos em blocos casualizados com 5 repetições, sendo as doses de N no sulco de semeadura de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ e duas fontes de N (ureia convencional - 45-00-00) e ureia com revestimento de enxofre (Polyblen - 40-00-00), sendo as fontes avaliadas em experimentos distintos durante a safrinha de 2015.

Em ambos os experimentos a semeadura do híbrido AG 9040 YG foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2015 com a densidade de 60.000 sementes por ha. A possibilidade da antecipação da semeadura da soja para o final de setembro e início de outubro, permite o início da semeadura do milho safrinha, em sucessão a essa leguminosa, já na última semana de janeiro e início de fevereiro.

O tratamento de sementes foi realizado com os produtos Standak® e Cruiser® nas doses de 4 e 10 mL kg⁻¹ de sementes, respectivamente.

Foi avaliada a população inicial de plantas por ha, população final de plantas por ha, número de espigas por ha, produtividade e massa de 100 grãos do milho safrinha.

A população inicial de plantas foi realizada aos 6 dias após a semeadura do milho. As avaliações da população final de plantas por ha, número de espigas por ha, produtividade e massa de 100 grãos foram realizadas no momento da colheita do milho, no dia 13 de julho de 2015.

Foi realizada a análise de variância dos resultados pelo teste F e após identificação de significância (p<0,05) submeteu-se os dados a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha reduziu linearmente a população inicial, final e número de espigas por ha. O reflexo da redução no estande de plantas proporcionou também, redução na produtividade do milho safrinha utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia. Com relação à massa de 100

grãos não houve influência das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha (Tabela 1 e 2).

A população inicial, final e o número de espigas por ha reduziram em 103,3 plantas (y = 52.366,7000 - 103,3343x); 98,3 plantas (y = 52.066,7 - 98,3x) e 85,4 espigas (y = 52.999,8 - 85,4x) por kg de N (Tabela 1) aplicado no sulco de semeadura do milho safrinha utilizando a ureia, reduzindo consequentemente a produtividade em 8,9 kg de milho (y = 6.167,7 - 8,9x) por ha por kg de N (Tabela 2), conforme ajuste as equações lineares negativas.

Tabela 1 - População inicial, final e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia (45-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	Pop. inicial (plantas ha ⁻¹)	Pop. final (plantas ha ⁻¹)	Nº Espigas (espigas ha ⁻¹)
0	51.166 ⁽¹⁾	50.666 ⁽²⁾	52.166 ⁽³⁾
40	47.166	48.500	48.666
80	47.833	45.666	49.000
120	40.499	41.833	43.166
160	33.833	34.333	37.833
Teste F	14,09**	8,67**	7,51**
CV	8,4	9,9	8,9

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F. CV - coeficiente de variação. ⁽¹⁾ y = 52366,7000 - 103,3343x (R² = 0,89). ⁽²⁾ y = 52.066,7 - 98,3x (R² = 0,93). ⁽³⁾ y = 52.999,8 - 85,4x (R² = 0,90).

Tabela 2 - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia (45-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	24,75	5959 ⁽¹⁾
40	25,65	5817
80	25,67	5778
120	26,30	5242
160	26,32	4451
Teste F	1,47 ^{ns}	7,92**
CV	4,1	8,1

** e ^{ns} - significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV - coeficiente de variação. ⁽¹⁾ y =

6.167,7 – 8,9x (R² = 0,83).

A semeadura do milho safrinha em condições de solo mais úmidos e com precipitações com grandes volumes, principalmente final de janeiro e início de fevereiro, são fatores que devem ser levados em consideração quanto à aplicação de N no sulco do milho, pois a aplicação de fontes nitrogenadas com alta solubilidade, como exemplo: a ureia convencional pode salinizar o sulco de semeadura e reduzir o estande inicial e final de plantas, consequentemente a produtividade.

Os fertilizantes nitrogenados que apresentam tecnologias para liberação lenta do N, como exemplo: as ureias revestidas com enxofre elementar podem contribuir para a cultura do milho safrinha em semeaduras realizadas no final de janeiro e início de fevereiro, devido à liberação lenta distribuída durante o ciclo dessa cultura, principalmente do N aplicado no sulco de semeadura.

Utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen, o aumento das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha proporcionou resposta quadrática da população inicial, final, número de espigas por ha e da produtividade (Tabela 3 e 4). Ou seja, as doses que proporcionaram maiores estimativas da população inicial, final, número de espigas por ha e produtividade foram de 49,3; 50,2; 53,1 e 60,0 kg/ha de N aplicado no sulco de semeadura, sendo os valores obtidos conforme derivada das equações $y = 52.280,8166 + 99,4297x - 1,0094x^2$; $y = 51.947,5261 + 110,1232x - 1,0962x^2$; $y = 52.830,0809 + 79,0511x - 0,7440x^2$ e $y = 6.166,5142 + 21,3124x - 0,1778x^2$, respectivamente. Assim, doses superiores às mencionados podem reduzir o estande de plantas e consequentemente a produtividade.

Tabela 3 - População inicial, final e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen (40-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	Pop. inicial (plantas ha ⁻¹)	Pop. final (plantas ha ⁻¹)	Nº Espigas (espigas ha ⁻¹)
0	53.666 ⁽¹⁾	51.833 ⁽²⁾	52.833 ⁽³⁾
40	52.166	56.000	55.666
80	52.889	50.222	51.777
120	53.333	52.666	54.222
160	40.666	40.444	45.555
Teste F	24,75 **	31,62 **	6,63 **

CV 3,86 3,70 5,18

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F. CV – coeficiente de variação. ⁽¹⁾ $y = 52.280,8166 + 99,4297x - 1,0094x^2$ (R² = 0,79). ⁽²⁾ $y = 51.947,5261 + 110,1232x - 1,0962x^2$ (R² = 0,81). ⁽³⁾ $y = 52.830,0809 + 79,0511x - 0,7440x^2$ (R² = 0,75).

Considerando os valores das doses obtidas para as avaliações e a expectativa de produtividade do milho safrinha de 6.000 kg ha⁻¹ (100 sc ha⁻¹), a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N utilizando o produto Polyblen seria suficiente para suprir a demanda de N por essa cultura em sucessão a soja.

Tabela 4 - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen (40-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg/ha)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg/ha)
0	26,40	6.119 ⁽¹⁾
40	26,62	6.976
80	27,22	6.289
120	27,02	6.513
160	26,22	4.923
Teste F	0,27 ^{ns}	2,60 ***
CV	6,00	15,38

*** e ^{ns} - significativo a 10% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. ⁽¹⁾ $y = 6.166,5142 + 21,3124x - 0,1778x^2$ (R² = 0,83).

CONCLUSÕES

O aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha, utilizando a ureia (45-00-00) como fonte nitrogenada, reduziu linearmente a população inicial e final de plantas, número de espigas e a produtividade de grãos.

O aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha, utilizando como fonte nitrogenada o produto Polyblen (40-00-00), proporcionou incremento na produtividade de grãos até a dose de 60 kg ha⁻¹ de N.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os funcionários da Fundação MS pela dedicação e comprometimento na execução das atividades de pesquisas

REFERÊNCIAS

BÜLL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERMANI, L.C. **Fertilidade de solos**. In: Sistemas de Produção, 2. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MS, 2008.

OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; SFREDO, G.J.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA-JUNIOR, A. **Fertilidade do solo e nutrição mineral da soja**. Circular Técnica 62, Embrapa Soja, Londrina-PR, 2008. 8p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e interpretações**. 2.ed. Castro, Fundação ABC, 2004. 86p.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Manejo da adubação do milho safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013**. Curitiba: Midiograf, 2013. cap. 1, p. 15-36.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Avaliação de características agronômicas de duas variedades de milho crioulo submetidas a diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

Daelcio Vieira Spadotto⁽¹⁾; Francieli da Silva Santos⁽¹⁾; Maurício Maraschin Neumann⁽¹⁾; Natan Crestani⁽¹⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽²⁾; Wellington Rogério Zanini⁽²⁾.

⁽¹⁾ Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul. daelciospadotto@gmail.com; franzinha_s@hotmail.com; mauricioneumann66@gmail.com; natancrestani@hotmail.com.br; ⁽²⁾ Docentes do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importante do mundo a qual demanda grande quantidade de nitrogênio, este pode ser obtido por meio da inoculação de semente com a bactéria *Azospirillum brasilense*. Deste modo, o objetivo desde trabalho foi avaliar o comportamento de características agronômicas de duas variedades de milho, submetidas as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido no município de Lagoa Vermelha, RS, sem a utilização de adubação mineral. O delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, sendo o primeiro fator as cultivares sendo estas, "Oito Carreiras" e "Cateto" e o segundo fator as diferentes doses de *Azospirillum brasilense* (0; 2; 4 e 8 g kg⁻¹ de semente). Os parâmetros avaliados foram: inserção de espiga, altura de planta, teor de clorofila e rendimento de grãos ha⁻¹. O produto *Azospirillum brasilense* não demonstrou influência na variável inserção de espiga, altura de planta e teor de clorofila em nenhuma das variedades isoladas. Houve influência das diferentes dosagens em ambas as variedades. A variedade "Cateto" é mais responsiva no quesito rendimento de grãos, quando usado o produto *Azospirillum brasilense*. A dosagem que mais proporcionou incremento no rendimento de grãos na cultivar "Cateto" foi de quatro g Kg⁻¹ (5162 kg ha⁻¹), e para o oito carreira oito g kg⁻¹ de semente (3398 kg ha⁻¹).

Termos de indexação: *Zea mays*, inoculação de plantas, sementes crioulas.

INTRODUÇÃO

As variedades crioulas são importantes por razões técnicas, ambientais e sociais. Apesar de produzir menos que os híbridos comerciais, essas

variedades são importantes para o melhoramento genético como fonte de variabilidade genética, e também como fonte de renda para pequenos agricultores (Souza, 2008).

O nitrogênio é, entre os nutrientes que são absorvidos do solo, o que a maioria das plantas necessita em maior quantidade, já que este é constituinte de proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (Floss, 2011). Esse elemento, geralmente, é o mais caro nos sistemas de produção (Cantarella & Marcelino, 2008), assim, uma alternativa para a adubação química, seria de grande valia, como as bactérias fixadoras de nitrogênio (Hungria, 2011).

O gênero *Azospirillum* abrange um grande grupo de bactérias de promotoras de crescimento de plantas (BPCP) (Hungria, 2011). Essas bactérias são rizobactérias de vida livre fixadoras de N₂, que são de estrita associação com as raízes das plantas. Elas conseguem exercer efeitos benéficos na produção e crescimento de várias culturas, nos mais diferentes solos e ambientes (Okon & Vanderleyden, 1997).

A principal espécie de bactéria fixadora de nitrogênio pesquisada no Brasil, desde os anos 1970, é a *Azospirillum brasilense*, tentando se delinear uma interação entre a bactéria e diversas plantas de interesse agrônomo (Hungria, 2011).

Um dos fatores chave para a inoculação é a seleção das estirpes certas para a espécie vegetal a ser inoculada (Hungria, 2011), ou ainda para diferentes cultivares da mesma espécie (Wani et al., 1985).

A determinação do teor de nitrogênio na folha da planta pode ser realizada mais rapidamente com o auxílio de um medidor portátil, em alternativa aos métodos tradicionais, que requerem destruição de amostras e maior trabalho na extração e quantificação (Dwyer et al., 1991).

Dentre a diversidade de variedades de milho existentes cultivadas pelos agricultores, poucas informações se tem sobre seus comportamentos em relação a caracteres agrônômicos. Um deles é quanto a resposta a uso de diferentes tecnologias empregadas como o uso de *Azospirillum brasilense*.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de características agrônômicas de duas variedades de milho, submetidas as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lagoa Vermelha, no Rio Grande do Sul, em um Latossolo Vermelho distrófico húmico (Streck et al., 2008), e com um clima, segundo Koppen, classificado como Cfb, caracterizado como clima temperado úmido com chuvas uniformemente distribuídas e verões amenos (Moreno, 1961).

O experimento foi semeado manualmente no dia 26/10/2014, com um espaçamento de 0,5m. Não foi utilizado nenhum tipo de fertilizante na base nem em cobertura. Os resultados da análise química do solo da camada 0-20 cm foram: pH em água: 4,7; teor de argila: 60%; Matéria orgânica (M.O): 3,3 %; Potássio (K): 122 mg dm⁻³; Fósforo (P): 1,8 mg dm⁻³; Cálcio (Ca): 5,76 cmol_c dm⁻³; Magnésio (Mg): 3,2 cmol_c dm⁻³; Alumínio (Al): 2,25 cmol_c dm⁻³; CTC_{pH7,0}: 22, 97; Saturação por bases (V): 40,15 %.

Foram utilizadas duas variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.), coletadas de agricultores da região, que vem sendo selecionadas a anos por estes, visando sempre aumentar a produtividade, sendo designadas por "Oito Carreiras", que apresenta colocação de grão branco, arquitetura foliar ereta, porte alto e ciclo precoce, e "Cateto", uma variedade de ciclo longo, porte alto, coloração laranja-forte e arquitetura foliar aberta, variedade que foi muito utilizada em programas locais de milho híbrido, devido a sua grande heterose em cruzamento com outras variedades (Paterniani & Goodman, 1977 apud Sawazaki & Furlani, 1987), e também a sua tolerância ao calor e alumínio (Sawazaki & Furlani, 1987).

Para controle de plantas daninhas, tanto em pré como pós-emergência, realizou-se capinas. Não foram aplicados produtos para controle de insetos, nem doenças. O produto foi a base de *Azospirillum brasilense*, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10⁸ Unidades Formadoras de Colônia g⁻¹. O composto foi aplicado no momento do semeio, diretamente na semente.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial "2x4", com quatro blocos. Onde o primeiro fator foram as variedades (Oito Carreiras e Cateto), já o segundo

fator foram as doses do produto a base de *Azospirillum brasilense* (0, 2, 4 e 8 g kg⁻¹ de semente), sendo que a indicação do produto é a dose de 4 g do produto diluído em solução açucarada por kg de semente. As parcelas utilizadas tiveram área de 12 m², mas a área útil foi de 4,5 m².

Dentre as variáveis avaliadas encontram-se: a altura de plantas, a altura da inserção da espiga, o teor de clorofila e o rendimento de grãos por hectare. Com exceção do rendimento de grãos, as demais variáveis foram avaliadas em 4 plantas por parcela, no estádio V12.

O método utilizado para avaliação do teor de clorofila foi o descrito no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rolas, 2004). Para a leitura do teor de clorofila utilizou-se o Medidor Portátil de Clorofila (MPC) Falker® Clorofilog®, o qual possui uma escala de medição de zero a 100 Índice de Clorofila Falker (ICF), resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

Posteriormente à colheita, foi feita a classificação das amostras para retirar as impurezas, e também a quantificação da umidade, para posterior correção a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo programa Assistat®, onde as médias foram comparadas pelo teste F, e se detectada diferença, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Valores de rendimento de grãos, em kg ha⁻¹, para as duas variedades, em relação, as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Doses de <i>Azospirillum</i> (g kg ⁻¹ de semente) ¹			
	0	2	4	8
8 Carreiras	1613 aD	3109 bB	2487 bC	3398 bA
Cateto	1739 aC	3873 aB	5162 aA	3957 aB

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, não se diferenciaram na linha, e para letras minúsculas, na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV_{exp.} = 5,35 %.

Como pode-se observar na **tabela 01** houve interação dos fatores analisados. Na variedade "8 Carreiras" a melhor dosagem do produto foi de oito g kg⁻¹ de semente (3398 kg ha⁻¹) seguida de dois g kg⁻¹ de semente (3109 kg ha⁻¹) e quatro g kg⁻¹ de semente (2487 kg ha⁻¹). Estes resultados mostram a importância de se usar o produto, pois independente da dosagem obteve-se incremento no rendimento

de grãos em relação a dosagem zero.

Para a variedade "Cateto", também denota-se diferença com incremento no rendimento. A melhor dosagem foi de quatro g kg⁻¹ de semente (5162 kg ha⁻¹) seguida de oito (3957 kg ha⁻¹) e dois g kg⁻¹ de semente (3873 kg ha⁻¹), em que nestes dois últimos valores tanto faz usar um quanto outro, segundo análise estatística.

Existem poucos estudos com diferentes dosagens de *Azospirillum brasilense* sem uso de fertilizantes, principalmente nitrogenado. Uma vez que os estudos existentes são visando a redução do fertilizante nitrogenado (Peres et al., 2013; Basi et al., 2013). Porém como o presente estudo é em variedades de milho crioulo e sem uso de fertilizantes justifica, testar as dosagens.

Quando analisado os dois fatores em estudo (variedades X dosagens), para o fator rendimento de grãos em kg ha⁻¹ na **tabela 01**, denota-se que para dosagem zero não houve diferença estatística, o que nos diz que tanto faz usar uma variedade quando outra. Já nas demais dosagens a variedade "Cateto" sobressaiu-se a variedade "8 Carreiras", assim variedade cateto se mostrou mais eficiente quando submetida as diferentes dosagens do produto.

Isto comprova a importância de empregar estudos interativos, que vão além de encontrar a melhor variedade para o ambiente, condizendo com estudos de Souza et al. (2004), mas de encontrar uma relação positiva entre a variedade mais responsiva a determinada tecnologia, que neste caso é o *Azospirillum brasilense*.

Tabela 2 – Valores médios de inserção de espigas para as duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Inserção da Espiga (m) ^{1 2}
8 Carreiras	1,82 a
Cateto	1,59 b

¹ Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Plantas avaliadas no estádio V12. CVexp. = 14,85.

O produto *Azospirillum brasilense* não demonstrou influência na variável inserção de espiga e altura de planta, em nenhuma das variedades isoladas, como demonstra a **tabela 2 e 3**. Este resultado também foi encontrado por (Müller et al., 2012).

Porém houve diferença entre as variedades, por possuírem diferenças genéticas como cita (Costa, 2010).

Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas para

duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Altura da Planta (m) ^{1 2}
8 Carreiras	2,86 a
Cateto	2,63 b

¹ Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Plantas avaliadas no estádio V12. CVexp. = 7,44.

Na **tabela 4** encontram-se valores médios de clorofila, onde não houve significância, nem para as variedades isoladas, e nem para as diferentes doses do produto condizendo com estudos de Müller et al. (2012) e Basi et al. (2013).

Tabela 4 – Valores médios de clorofila para duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Índice de clorofila Falker ¹
8 Carreiras	51,53 n.s ²
Cateto	53,01

¹ Plantas avaliadas no estádio V12. ² Não ocorreu diferença significativa pelo teste F. CVexp. = 7,08.

CONCLUSÕES

O uso da bactéria *Azospirillum brasilense* proporcionou aumento do rendimento de grãos nas duas variedades em estudo. Porém não alterou as variáveis altura de plantas, inserção de espiga e teor de clorofila.

A variedade cateto é mais responsiva no quesito rendimento de grãos, quando usado o produto *Azospirillum brasilense*.

As diferentes dosagens do produto *Azospirillum brasilense*, mostraram ter diferentes comportamentos nas duas variedades na variável rendimento de grãos por hectare. Para o oito carreira oito g kg⁻¹ de semente (3398 kg ha⁻¹) e para cateto quatro g kg⁻¹ de semente (5162 kg ha⁻¹).

REFERÊNCIAS

- ASSISTAT. **Assistência Estatística**: versão 7.7 beta. Paraíba: Campina Grande, 2016.
- BASI, S. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 122, v. 1, p. 12-14, 2008.

- COSTA, E. F. N.; SOUZA, J. C.; LIMA, J. L.; CARDOSO, G. A. Interação genótipos x ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1433-1440, 2010.
- DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 505-509, 1991.
- FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, **Manual de Instruções**, 32 p., 2007.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF, 2011. 734 p.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 40 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012.
- OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, Washington, v. 26, n. 7, p. 364-370, 1997.
- PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F.; PORTUGAL, J. R.; ARF, FRANCO, A. A. Doses de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* via foliar e doses de nitrogênio em cobertura em milho safrinha. In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha. 2013. Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa UF/GD, 2013. p. 1-6.
- ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- SOUZA, A. R. R.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, L. V.; FERREIRA, P. L. Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 497-503, 2008.
- SOUZA, E. M. DE.; CARVALHO, H. W. L. DE.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X. DOS.; SANTOS, D. M. DOS.; CAVALCANTE, M. H. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes dos estados de Sergipe e Alagoas. **Archivos de Agrotrópica**, Itabuna, p. 23-30. 2004.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.
- SAWAZAKI, E.; FURLANI, P. R. Genética da tolerância ao alumínio em milho cateto. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 2, p. 269-278, 1987.
- WANI, S. P.; CHANDRAPALAIH, S.; DART, P. J. Responses to pearl millet cultivars to inoculation with nitrogen-fixing bacteria. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 175-182, 1985.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação de plântulas de milho em solução nutritiva sob a ação de bioestimulantes à base de microrganismos

Sylvia Moraes de Sousa⁽¹⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽²⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽²⁾; Ubiraci Gomes de Paula Lana⁽³⁾; Natalia Gonçalves Santos⁽⁴⁾; Lucimara Batista Oliveira⁽⁴⁾; Fernanda de Cássia Batista⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; sylvia.sousa@embrapa.br. ⁽²⁾Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾Estudante; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas; ⁽⁵⁾Estudante, Centro Universitário de Sete Lagoas.

RESUMO: Os bioestimulantes compostos por microrganismos tem grande potencial, uma vez que promovem o crescimento das plantas com menor impacto ambiental. Eles podem ser aplicados nas plantas ou na rizosfera, a fim de melhorar a eficiência de uso de nutrientes, a tolerância a estresses abióticos e a produtividade. O objetivo desse trabalho foi avaliar em plântulas de milho o efeito de três cepas de microrganismos promotores de crescimento na morfologia radicular. As plântulas de milho foram crescidas em solução nutritiva Hoagland meia força (pH 5,65) pelo sistema de *floating* sob um período de aclimatação de sete dias. Após o período de aclimatação em solução as raízes foram incubadas com os microrganismos (Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 e controle sem inoculação) por 6 h e depois recolocadas em solução nutritiva por sete dias. As raízes foram fotografadas e as características radiculares foram quantificadas com RootReader2D e WhinRhizo. O tratamento com a cepa Endofítica B2 levou à redução do comprimento, área radicular total e área de superfície de raízes superfina. Os tratamentos com as cepas Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 reduziram significativamente a área de superfície de raízes grossas e o peso seco da raiz. O tratamento com *Azospirillum* também promoveu um aumento significativo de raízes finas e do peso seco da parte aérea, enquanto o tratamento com *Bacillus* apresentou apenas uma tendência de aumento destes mesmos parâmetros. Os resultados indicam que o inóculo de *Azospirillum* E1 altera a morfologia radicular e tem potencial de uso como promotor de crescimento em milho.

Termos de indexação: Promotores de crescimento, solução nutritiva, raiz.

INTRODUÇÃO

Uma das características mais importantes para a produção agrícola é a conversão de recursos do solo em maior produtividade de forma eficiente. Embora fundamentais à produtividade, os fertilizantes químicos apresentam custo elevado, sendo a maioria importados e de baixa eficiência de utilização pelas plantas. A substituição de pelo menos parte destes insumos químicos consumidos na produção agrícola por nutrientes supridos via fontes biológicas torna-se altamente desejável dentro dos preceitos de uma agricultura sustentável nas dimensões econômicas, sociais e ecológicas que minimizem a dependência dos insumos importados. Neste cenário, microrganismos promotores do crescimento de plantas são indispensáveis para o planejamento de sistemas de manejo que visem à otimização da produtividade agrícola.

Os bioestimulantes utilizados atualmente são compostos por diversas substâncias e/ou microrganismos que podem ser aplicados nas plantas ou na rizosfera para estimular os processos naturais de crescimento e desenvolvimento ou aumentar a aquisição de nutrientes, tolerância a estresses abióticos ou a produtividade das plantas (Calvo et al., 2014). Os bioestimulantes microbianos normalmente são compostos por uma ou duas linhagens crescidas separadamente e isoladas do meio de cultura, concentradas e formuladas com algum carreador (Calvo et al., 2014). Alguns inóculos microbianos podem atuar como promotores de crescimento, alterando a arquitetura radicular e promovendo o desenvolvimento da planta através da produção ou degradação dos principais hormônios vegetais, auxinas (IAA), citoquininas, giberelinas (GA) e etileno (Idris et al., 2007; Bhattacharyya & Jha 2012; Dodd et al., 2010).

Várias espécies de *Azospirillum* produzem diferentes giberelinas e auxinas que são responsáveis pelo aumento do crescimento vegetal após a inoculação (Piccoli et al., 1997). Além disso,

diversos gêneros de bactérias, incluindo *Acetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae* (Bastián et al., 1998) e *Bacillus* spp. (Gutierrez-Mañero et al., 2001) produzem substâncias do tipo giberelina (GA). O exato mecanismo de como ocorre à promoção do crescimento por GA permanece desconhecido. Outros microrganismos promovem a produção de IAA que altera o desenvolvimento e a morfologia radicular (Aloni et al., 2006). O objetivo desse trabalho foi avaliar em plântulas de milho o efeito de três cepas de microrganismos promotores de crescimento na morfologia radicular.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Câmara de Crescimento da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas – Minas Gerais. Foi utilizado o genótipo de milho L521236/CMSM036 do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. Foram utilizadas três cepas, Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 e um controle não inoculado.

Os microrganismos foram crescidos em caldo nutritivo, por três dias, a 28 °C, sob agitação. Após o período de incubação, as culturas foram centrifugadas por 10 minutos, a 6000 RPM. As suspensões bacterianas foram ajustadas à absorbância igual ou superior a 1, em comprimento de onda de 550 nm, com a finalidade de obter-se aproximadamente 10^9 células mL⁻¹.

As sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, plântulas uniformes foram transplantadas para um sistema composto por bandejas com oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (Liu et al., 1998) e mantidas em aclimação por sete dias. Após a aclimação as plântulas foram deixadas por 6h a temperatura ambiente (25 ± 1 °C) na suspensão bacteriana. As plântulas com os inóculos foram agitadas manualmente em intervalos frequentes para facilitar o contato da bactéria com as raízes. Após o período de incubação, o excesso de inóculo foi retirado e as plântulas foram colocadas em solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65. As plantas controles foram incubadas em solução salina. A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas por sete dias.

O sistema radicular foi separado da parte aérea

e foi fotografado com uma câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Régent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características de morfologia radicular e o peso seco total (de Sousa et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com cinco plantas cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SISVAR versão 5.4 (Ferreira, 2011) e as médias, comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para as características área de superfície finas (diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm) e grossas (diâmetro maior do que 2,0 mm) e peso seco da raiz e da parte aérea (**Tabela 1**). O coeficiente de variação foi de baixo a médio para todas as características analisadas no experimento com os microrganismos (**Tabela 1**), indicando confiabilidade dos dados.

O tratamento com a cepa Endofítica B2 levou à redução do comprimento, área radicular total e área de superfície de raízes superfinais (diâmetro entre 0 e 1 mm) (**Figura 1**). Os tratamentos com as cepas Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 reduziram significativamente a área de superfície de raízes grossas (diâmetro maior do que 2 mm) e o peso seco da raiz (**Figura 1**). O tratamento com *Azospirillum* levou a um aumento significativo de raízes finas (diâmetro entre 1 e 2 mm) e do peso seco da parte aérea, enquanto que o tratamento com Rizosférica *Bacillus* B1 apresentou uma tendência de aumento (**Figura 1**). O aumento de raízes finas e redução de raízes grossas tende a aumentar a aquisição de nutrientes, especialmente o fósforo (de Sousa et al., 2012). O aumento da aquisição de macro e micronutrientes por plantas inoculadas com microrganismos promotores de crescimento, através do aumento da superfície radicular já foi relatado em diversos trabalhos (Calvo et al., 2014), mas o seu mecanismo ainda não foi completamente elucidado. Um trabalho feito com inóculo de *Azospirillum* em arroz em solução nutritiva mostrou que a superfície radicular total não foi afetada, mas que houve aumento da parte aérea (Murty & Ladha, 1988), de forma semelhante ao que foi observado em nosso trabalho.

Os resultados indicam que o inóculo de *Azospirillum* altera a morfologia radicular e tem potencial de uso como promotor de crescimento em milho. Um estudo mais detalhado será necessário

para elucidar o mecanismo associado ao aumento do desenvolvimento da planta inoculada.

CONCLUSÕES

O inóculo microbiano com *Azospirillum* E1 induziu o aumento da superfície de raízes entre 1-2 mm, a redução de raízes maior do que 2 mm e o aumento do peso seco da parte aérea de plântulas de milho crescidas em solução nutritiva, tendo potencial como bioestimulante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli pela ajuda na condução dos experimentos e à Embrapa, CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALONI, R., ALONI, E., LANGHANS, M., ULRICH, C. Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. **Ann. Bot.**, v. 97, p. 883-893, 2006.

BASTIÁN, F., COHEN, A., PICCOLI, P. *et al.* Production of indole-3-acetic acid and gibberellins A1 and A3 by *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum seropedicae* in chemically-defined culture media. **Plant Growth Regul.**, v. 24, p. 7-11, 1998.

BHATTACHARYYA, P.N., JHA, D.K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World J Microbiol. Biotechnol.**, v. 28, p. 1327-1350, 2012.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.

DE SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C. de; VASCONCELOS, M. J. V. de; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GUTIERREZ-MAÑERO, F.J., RAMOS-SOLANO, B., PROBANZA, A.N., MEHOUACHI, J., TADEO, F.R., TALON, M. The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilis* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. **Physiol. Plant**, v. 111, p. 206-211, 2001.

IDRISS, E.E., MAKAREWICZ, O., FAROUK, A. *et al.* Extracellular phytase activity of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB45 contributes to its plant-growth-promoting effect. **Microbiology**, v. 148, p. 2097-2109, 2002.

LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

MURTY M.G., LADHA, J.K. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. **Plant and Soil**, v. 109, p. 281-285, 1988

Tabela 1. Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco de plântulas de milho avaliadas sob efeito dos inóculos microbianos Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 após 7 dias de tratamento. Comprimento radicular total (CTR) (cm), área de superfície radicular total (AST) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1,0 mm (AS1) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre (AS3) (cm²), peso seco da raiz (PSR) (g), peso seco da parte aérea (PSPA) (g) e peso seco total (PST) (g).

FV	GL	Quadrado Médio							
		CRT	AST	AS1	AS2	AS3	PSR	PSPA	PST
Tratamento (T)	3	7957,48	900,67	173,14	740,70*	172,04*	0,001*	0,003*	0,001
erro	8	2699,77	276,19	54,89	56,09	9,89	0,000	0,001	0,001
Total corrigido	11								
CV %		17,08	12,68	27,58	13,00	8,54	10,95	17,37	9,81
Média Geral		304,17	131,05	26,87	57,63	36,85	0,13	0,14	0,26

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

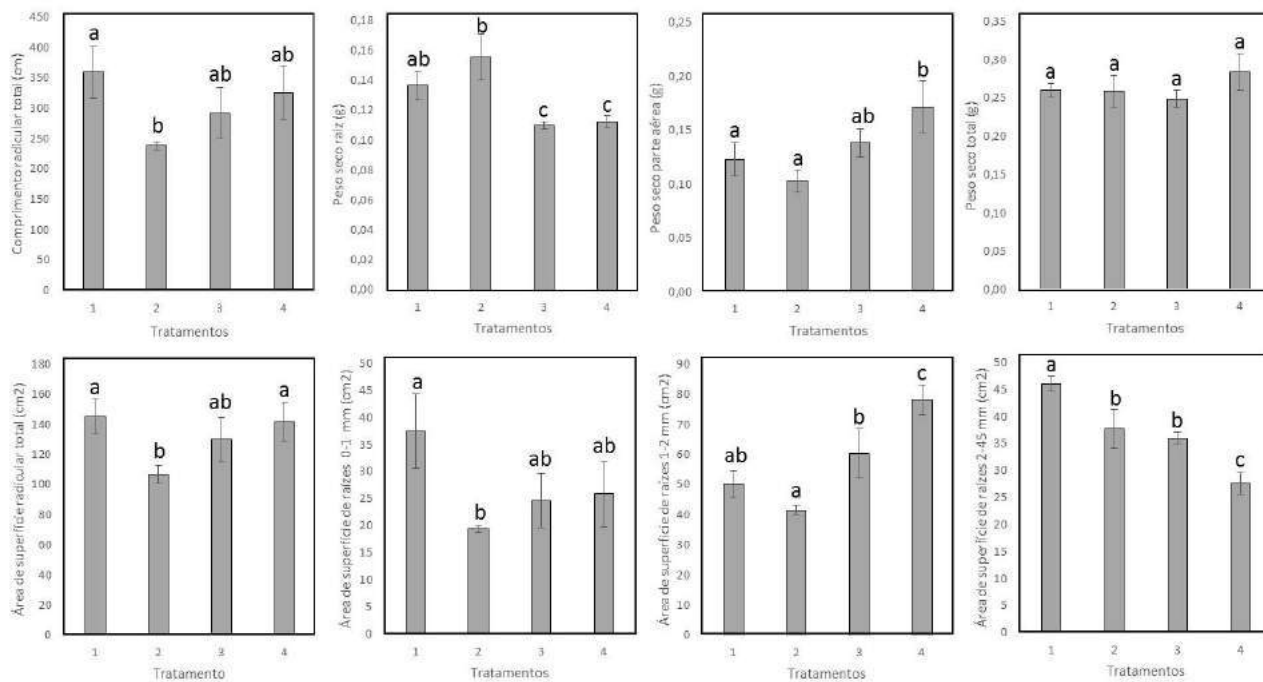


Figura 1. Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após sete dias de tratamento. 1- Controle negativo, 2- Endofítica B2, 3- Rizosférica *Bacillus* B1 e 4- *Azospirillum* E1. As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste LSD ($p < 0,05$).

Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais na massa de raiz e parte aérea do milho

Melissa Cristina de Carvalho Miranda⁽¹⁾; Mara Lúcia Martins Magela⁽²⁾; Reginaldo Camargo⁽³⁾; Regina Maria Quintão Lana⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; melissamiranda94@gmail.com; ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A simples aplicação de fertilizantes não é suficiente para incrementar a fertilidade do solo, é necessário ter eficiência no uso dos mesmos. Surge como alternativa os fertilizantes organominerais, o produto originado da mistura física ou associação de fertilizantes minerais e orgânicos. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de formulações de fertilizantes organominerais na cultura do milho, com diferentes doses e fontes. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, e esquema fatorial 2x5+2, correspondentes a 2 fontes de fertilizantes organominerais (biossólido e torta de filtro), 5 doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140%), e um controle positivo com adubação mineral (100%) e outro controle negativo, ausência de adubação. As doses dos fertilizantes organominerais foram definidas tendo como referência o teor de P_2O_5 do solo e seguindo a recomendação para Minas Gerais, de modo que a dose 100% refere-se a 120 kg ha^{-1} de fertilizante para suprir a cultura em P_2O_5 , e as demais doses são em relação a esta dose de 100%. Foram avaliados massa verde e seca da parte aérea e das raízes aos 65 dias. Conclui-se que a massa verde e seca da parte aérea e das raízes aos 65 dias foi similar com o uso de fertilizantes organominerais à base de biossólido ou torta de filtro. Quando aplicou-se 40% de fertilizantes organominerais a mais do que a recomendação (percentual 140%), o equivalente a dose 168 kg ha^{-1} de P_2O_5 , houve maior massa de raízes.

Termos de indexação: fertilidade, resíduos orgânicos, condicionador de solo.

INTRODUÇÃO

Mesmo que a cultura do milho apresente alto potencial produtivo, na prática no Brasil observa-se produção baixa e irregular, resultado do uso inadequado dos fertilizantes disponíveis. A fertilidade do solo, a nutrição e a adubação são fatores primordiais para a construção de um eficiente sistema de produção. Assim, não basta apenas fornecer nutriente para o solo, mas garantir que a disponibilidade de nutrientes esteja sincronizada com o requerimento da cultura em quantidade, forma e tempo (COELHO, 2006).

Quando se comparam os fertilizantes organominerais às fontes solúveis minerais, evidencia-se que o primeiro possui um potencial químico relativamente inferior, entretanto, sua solubilização ocorre gradativamente no decorrer do desenvolvimento da cultura, podendo obter uma eficiência agrônômica superior (KIEHL, 2008). A matéria orgânica contida no fertilizante organomineral é um melhorador ou condicionador do solo, pois influi nas suas propriedades, de modo a aumentar a retenção de cátions, melhorar a atividade microbiana e as propriedades físicas do solo que influenciam na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas (PELÁ, 2002).

Estes fertilizantes utilizam vários resíduos orgânicos da agroindústria, como dejetos de animais e restos agrícolas, porém ainda há estudos incipientes a respeito da utilização como matéria-prima, de escórias urbanas como lodo de esgoto. O lodo de esgoto, por sua vez, é gerado como subproduto nos processos de tratamento de esgoto, e caracteriza-se por ser um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes (BETTIOL & CAMARGO,

2006). O lodo de esgoto pode ser chamado de biossólido, após a passagem pelos processos de higienização, estabilização e secagem, e só depois realizados esses procedimentos é permitido seu uso na agricultura (MELO et al., 2000).

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de fertilizantes organominerais na cultura do milho, com distintas doses e fontes. Espera-se avaliar se o emprego de biossólido na formulação do fertilizante organomineral para a cultura do milho apresenta vantagens (ou se equivale) aos efeitos promovidos pelos fertilizantes minerais e dos organominerais (torta de filtro).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia-MG, no período entre 21/01 a 27/03 de 2015, localizada a 18°91'86" de latitude Sul e 48°27'72" de longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude média de 800 m.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizado, em esquema fatorial $2 \times 5 + 2$, correspondentes a 2 fontes de fertilizantes organominerais constituídos de resíduos orgânicos diferentes (biossólido e torta de filtro), 5 doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140%), e um controle positivo com adubação mineral (100%) e outro controle negativo, ausência de adubação. As doses dos fertilizantes organominerais foram definidas tendo como referência o teor de P_2O_5 do solo e seguindo a “Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (CFSEMG, 1999), de modo que a dose 100% refere-se a 120 kg ha^{-1} de fertilizante para suprir a necessidade da cultura em P_2O_5 , e as demais doses seguem o mesmo padrão.

A formulação dos fertilizantes organominerais é 5-17-10 (0,1% Boro + 3% Silício + 8% COT), e fabricados pela empresa Geociclo. No controle com apenas fertilizantes minerais, foi utilizado como fonte de nitrogênio, potássio e fósforo, os fertilizantes ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente. Foram realizadas quatro repetições.

Cada parcela do tratamento correspondem a dois vasos com capacidade de 5 litros de solo, medindo 20 cm de altura, 20 cm de diâmetro superior e 17 cm de diâmetro inferior. Aos 65 dias as plantas foram retiradas do solo, sendo cada uma dessas separadas nas seguintes partes: aérea e raízes. Logo em seguida foi aferida a massa úmida, da parte aérea e das raízes, após isso o material foi seco em estufa a 65°C e novamente foi calculada

sua massa.

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS versão 17.0. Todos os dados atenderam aos pressupostos, a 0,01 de significância.

Posteriormente, as características avaliadas foram submetidas ao teste de F da análise de variância. O estudo das fontes de fertilizantes organominerais foi realizado pelo Teste de Tukey para a comparação entre as médias dos tratamentos. O estudo das doses de fertilizantes organominerais foi realizado por regressão para obtenção de modelo estatístico. E para os tratamentos adicionais, o controle positivo e o negativo, aplicou-se o Teste de Dunnett. As análises foram realizadas ao nível de 0,05 de significância, com o programa estatístico ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que não houve interação significativa entre as fontes de fertilizantes organominerais com as doses utilizadas, portanto foram feitos estudos isolados para doses e fontes, bem como, a comparação com a adubação mineral e ausência da adubação.

Apenas para a variável massa verde de parte aérea observou-se diferença estatística a 5% de probabilidade para as fontes de fertilizantes organominerais.

Quanto à avaliação de massa verde de parte aérea observa-se na **tabela 1**, que o único tratamento que apresentou diferença estatística daquele sem fertilizante, foi com o uso de biossólido e na dose de 80%. Porém, os demais tratamentos não apresentaram diferenças dos controles. É possível verificar que independente das doses utilizadas, o fertilizante utilizando organomineral com base no biossólido proporcionou maior massa verde de parte aérea para o milho.

Na massa seca de parte aérea de plantas (**Tabela 2**), não houve diferença entre a utilização de fertilizantes organominerais com a utilização de adubo mineral ou a ausência de fertilizante. Tal fato pode justificar-se pela contribuição proporcional da adubação orgânica como da mineral para massa seca, já que Saraiva et al., (2010) observaram que as produções de matéria seca em plantas de milho foram afetadas significativamente tanto pela adição de matéria orgânica crescente e como pela adubação química (N). Teixeira et al., (2011) em trabalhos conduzidos em cana-de-açúcar

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	12.9159	12.7322
80	14.4309	14.3622
100	13.3522	14.2522
120	14.6672	13.0484
140	14.7922	15.5034
Média	14.03165 a	13.97965 a
Mineral		12.24465 °
Sem adubo		11.52215 *

encontraram resultados semelhantes, em que houve ausência de efeito significativo sobre a produção de matéria seca de parte aérea das plantas em função das fontes de fertilizante empregadas, em razão provavelmente do curto período de condução do experimento, que pode ter sido insuficiente para a cultura expressar todo o seu potencial de extração e acúmulo de nutrientes.

De acordo com Kornodörfer (2011) o fato de não observar-se diferença entre os fertilizantes pode ser atribuído ao fato de que os fertilizantes orgânicos e organominerais apresentam os

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	125.7280	110.9234
80	154.4097 *	132.7159
100	138.2372	130.0634
120	144.7621	130.8284
140	141.3596	140.1221
Média	140.89930 a	128.93060 b
Mineral		126.9934 °
Sem adubo		110.91715 *

nutrientes associados a compostos orgânicos, o que lhes conferem solubilidade gradual, ou seja, o teor total não é solúvel plenamente em água, fazendo com que os nutrientes sejam liberados gradualmente ao longo do tempo, e no início com menor disponibilidade.

Tabela 1 – Massa verde de parte aérea de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

CV% = 13.39; DMS Dunnet = 36.3339 ; DMS Fonte = 11.3998 ; **W= 0.959; F lev= 1.088; F adit= 2.481**

* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Tabela 2 – Massa seca de parte aérea de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

CV%= 18.30; DMS= 5.1265; **W=0.977; F lev= 1.775; F adit= 0.045**

* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância

Observa-se que houve diferença e resultados superiores para a massa verde de raiz (**Tabela 3**) do fertilizante organomineral com biossólido na dose 100% e 140% e torta de filtro na dose de 140% em comparação com ausência de adubação e fertilizante mineral. No parâmetro massa seca de raiz (**Tabela 4**), com biossólido a dose de 140% obteve-se também resultados favoráveis.

Com maiores doses de fertilizante organomineral há maior disponibilidade de nutrientes para a planta de milho, principalmente do fósforo, e o crescimento das raízes é influenciado pela disponibilidade de fósforo no solo, em especial no desenvolvimento de raízes laterais e fibrosas. Além do que, a matéria orgânica presente no fertilizante organomineral é rica em substâncias húmicas, e que possui a propriedade de aumentar a disponibilidade de cargas negativas na região de liberação de fosfato de fertilizantes organominerais, podendo tornar esse nutriente mais disponível para as raízes das plantas (Kiehl, 2008).

Tabela 3 – Massa verde de raiz de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	36.9167	35.1292
80	41.5567	38.3105
100	47.033 * °	38.0417
120	41.1980	44.9917 °
140	52.3692 * °	46.683 * °
Média	43.8147 a	40.6312 a
Mineral		27.9567 °
Sem fertilizante		31.23795 *
CV%= 17.31 ; DMS= 14.2532; W= 0.965; F lev= 1.231; F adit= 0.435		

* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Tabela 4 – Massa seca de raiz de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Percentual (%)	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
60	4.9705	5.5167
80	6.8342	5.4567
100	7.2392	5.6305
120	5.7842	7.4267
140	16.7767 * °	8.3067
Média	8.32095 a	6.46745 a
Mineral	3.19045 °	
em fertilizante	4.6817 *	

CV% = 66.59 ; DMS= 9.3151 ; W= 0.778; F lev= 4.898 ; F adit= 3.764

* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ^aW, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos conclui-se que a massa verde e seca de parte aérea e raiz foram similares com o uso de fertilizantes organominerais à base de biossólido ou torta de filtro.

Quando aplica-se 40% de fertilizantes organominerais a mais do que a recomendação (percentual 140%), o equivalente a dose 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅, há maior massa de raízes. Assim, para resultados favoráveis é necessário aplicar fertilizantes organominerais em um percentual igual ou acima do recomendado (120 kg ha⁻¹).

REFERÊNCIAS

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de; GALVÃO, J.A.H.; GHINI, R. Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto: Descrição do Estudo. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. cap. 1, p. 17-23.

COELHO, A. M. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. Sete Lagoas**: Embrapa Milho e

Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnica, 78).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** (RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. Eds.). Viçosa: Editora UFV, 1999. 359p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: E. J. Kiehl. 160p. 2008.

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.92-97, 2009.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.109-141.

PELÁ, A. Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP. 2002. 53 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SARAIVA, K. R. et al., Efeitos de um composto orgânico biotecnológico sobre a produção de biomassa e a altura das plantas de milho. **Rev. Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 79–84, 2010.

Biossolubilização de rochas silicáticas e produção de ácidos orgânicos *in vitro* por fungos filamentosos isolados de solos ferruginosos de Minas Gerais

Talita Coeli D'Angelis de Aparecida Ramos ⁽¹⁾; Francisco Adriano de Souza ⁽²⁾; Christiane de Abreu Oliveira Paiva ⁽²⁾; Maria Lúcia Ferreira Simeane ⁽²⁾; Jacqueline Aparecida Takahashi ⁽³⁾; Ivanildo Evódio Marriel ^(2,4)

⁽¹⁾ Mestre em Ciências Agrárias; Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo. ⁽³⁾ Professora, Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais. ⁽⁴⁾ Autor correspondente (marriel@embrapa.br)

RESUMO: A comunidade autóctone de fungos filamentosos de ambientes inóspitos como solos próximos de áreas de mineração desenvolve mecanismos adaptativos que envolvem a produção de diversos metabólitos de interesse biotecnológico. Objetivou-se avaliar a produção de ácidos orgânicos como mecanismo de biossolubilização de rochas silicáticas *in vitro* por fungos filamentosos isolados de áreas impactadas por mineração e entorno. Foram avaliados nove isolados de fungos pertencentes à Coleção de Micro-organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo. Cinco discos de micélio de cada isolado foram transferidos para em meio MISK suplementado com pó de glauconito e flogopito como única fonte de potássio (K), e incubados durante 14 dias sob agitação de 100 rpm à 28° C. Após, as culturas foram centrifugadas e filtradas para a quantificação dos ácidos orgânicos (cítrico, oxálico e láctico) dos teores de Potássio. A produção de ácidos orgânicos variou em função da rocha e do isolado de fungo. Independentemente da rocha, os valores médios variaram de 13 3,86 mg L⁻¹ a 1400,0 3,86 mg L⁻¹ para ácido cítrico, 68 3,86 mg L⁻¹ a 329049,0 3,86 mg L⁻¹ para ácido láctico e 0,54 3,86 mg L⁻¹ a 9,5 3,86 mg L⁻¹ para ácido oxálico, sendo os valores mais elevados observados para o isolado CMSV798 (*Penicillium sp.*). Houve correlação positiva e significativa entre produção de ácido orgânico e liberação de K, com maior coeficiente para ácido cítrico. Os resultados evidenciam o envolvimento destes ácidos, em particular do ácido cítrico, como mecanismos envolvidos na biodisponibilidade de nutrientes a partir de rochas silicáticas.

Termos de indexação: Rochas potássicas, mecanismos, biodisponibilização de nutrientes.

INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a oferta de nutrientes para garantir a crescente demanda por

alimentos torna o Brasil cada vez mais dependente de fertilizantes importados, principalmente os potássicos. Este fato implica em ações que favoreçam bem como a conservação dos recursos minerais locais, a sustentabilidade da agricultura brasileira, bem como a mitigação de impactos potenciais negativos de fertilizantes sintéticos sobre o ambiente (Chaves, 2010; Martins et al., 2008). Vários estudos demonstram a contribuição de micro-organismos selecionados eficientes em solubilizar rochas silicáticas e potássicas de baixa solubilidade, enfatizando a importância dos processos biológicos na geração de fertilizantes alternativos e diferenciados (Meena, 2014; Marriel et al., 2006).

A comunidade autóctone de fungos filamentosos de ambientes inóspitos como solos próximos de áreas de mineração desenvolve mecanismos adaptativos que envolvem a produção de diversos metabólitos de interesse biotecnológico. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de determinados ácidos orgânicos como mecanismo de biossolubilização de rochas silicáticas *in vitro* por fungos filamentosos isolados de áreas impactadas por mineração e de seu entorno.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais. Para avaliar a produção de ácidos orgânicos e a capacidade de biossolubilização de Potássio (K), foram utilizados nove isolados de fungos filamentosos oriundos de solos da região do Quadrilátero Ferrífero, MG, pré-selecionados para biossolubilização. Estes isolados que estavam preservados a -86° C na coleção de Micro-organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo (CMMF-CNPMS) foram reativados e testados quanto à pureza em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA), durante sete dias e

identificados via sequenciamento da região ITS do rDna (**Tabela 1**).

Cinco discos de micélio de 8 mm de diâmetro de cada isolado foram transferidos para frascos erlenmeyers de 125 mL contendo 50 mL de meio de cultura líquido MISK (solução de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 10%, 5 mL; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%, 2 mL; $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%, 2 mL; FeCl_3 1%, 1 mL; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,1%; pH 7,0) suplementado com 0,5 % de pó de Glauconito (Verdete de Abaeté) e Flogopito, como única fonte de potássio. As culturas foram incubadas durante 14 dias sob agitação de 100 rpm, à temperatura de 28° C. Logo após, foram centrifugadas e filtradas. Uma alíquota do sobrenadante de cada cultura foi utilizada para a quantificação dos ácidos orgânicos (ácido cítrico, oxálico e láctico) via HPLC (High Performance Liquid Chromatographic) e dos teores de K por meio de espectrofotometria de Emissão Atômica por Plasma (ICP).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 10x2 com três repetições. O controle consistiu do meio de cultura sem o inóculo, somente com o pó de rocha. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SISVAR 5.3®. O teste de correlação de Pearson foi realizado no programa minitab 14.0.7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados para teores de Potássio liberado no meio de cultura contendo as rochas silicáticas testadas estão apresentados na **Tabela 2**. Independentemente do tipo de rocha, observou-se diferença significativa para o teor de K disponível em função dos isolados de fungos.

Em relação à rocha flogopito, os teores de K solubilizado variaram de 0,07 a 3,86 3,86 mg L⁻¹, sendo os valores mais elevados detectados na presença dos isolados CMSV 296 - *Penicillium sp* (2,22 3,86 mg L⁻¹), CMSV 200 - *T. harzianum* (2,85 3,86 mg L⁻¹), CMSV 798 - *Penicillium sp.* (3,86 3,86 mg L⁻¹) após 14 dias de incubação. Neste caso, o isolado CMSV 798 mostrou maior eficiência de solubilização, com incremento de até 338%, em relação ao tratamento controle, sem inoculação.

Por outro lado, o fungo que apresentou maior capacidade de solubilização de K a partir da rocha verdete foi o isolado CMSV 947, identificado como *P. simplicium*, com a liberação de até 6,72

3,86 mg L⁻¹ de K no meio, equivalente a 407% superior em relação ao controle.

Os teores de K disponibilizados no meio assemelham-se aos encontrados por Zhang & Kong (2014) em estudos realizados com estirpes bacterianas para solubilização da rocha feldspato. Os autores encontraram 0,59 a 4,4 mg L⁻¹ de K ao final de sete dias de incubação.

O coeficiente de correlação entre K e pH não foi significativo, embora a eficiência de solubilização tenha apresentado uma associação negativa com o aumento da acidez. ($r = -0,10$). Entretanto, houve redução nos valores de pH ($p < 0,05$) do meio, atingindo valores de 2,63 e 2,65 para as rochas verdete e flogopito respectivamente, na presença do isolado CMSV 798 (**Figura 1**).

Estes resultados estão de acordo com vários trabalhos que relatam decréscimos dos valores de pH durante o processo solubilização a partir da liberação de ácidos orgânicos e prótons H⁺ pelos micro-organismos (Behera et al., 2014; Meena et al., 2014).

Os resultados da análise cromatográfica para determinação de ácidos orgânicos demonstrou o potencial de produção de ácido oxálico, cítrico e láctico exibido pelos isolados de fungos filamentosos analisados. Observou-se variabilidade genética entre os isolados na capacidade de produção de ácidos orgânicos pelos fungos na presença de flogopito e verdete ($p < 0,05$) (**Tabela 3**).

Com relação às rochas, o ácido encontrado em maior concentração foi o láctico, com 271202,8 mg L⁻¹ na presença de flogopito e 368895,8 mg L⁻¹, na presença de Verdete.

Entre os isolados avaliados, o isolado CMSV 798 identificado como *Penicillium sp.* destacou-se, sendo o mais eficiente na produção dos três ácidos orgânicos independentemente do tipo de rocha. Os resultados apresentados demonstram que este isolado promoveu um acréscimo de mais de 1000 vezes nos teores de ácido cítrico, sendo potencialmente útil na agroindústria.

Observou-se uma correlação significativa entre a produção de ácidos orgânicos e solubilização de K ($r^* = 0,51, 0,48, 0,46$ para ácido cítrico, láctico e oxálico respectivamente). Este fato implica na capacidade de produção de ácidos orgânicos pelos fungos no processo de biossolubilização. Houve correlação negativa e significativa entre a produção de ácidos orgânicos e ph para ácido cítrico ($r = -0,34^*$). Para os demais ácidos esta correlação não foi significativa, embora também tenha sido observada uma associação negativa. Vários autores apontam para ocorrência de acidificação do meio por meio da liberação de H⁺ proveniente principalmente da produção de ácidos

orgânicos (Behera et al., 2014; Meena et al, 2014; Parmar & Sindhu, 2013).

Como resultado dessa análise, os fungos com alto potencial de produção de ácidos orgânicos, como o isolado CMSV 798 – *Penicillium sp.*, podem ser explorados de diversas formas. Além do processo de solubilização como estratégia para aumentar o valor fertilizante de rochas de baixa solubilidade os ácidos orgânicos avaliados possuem uma gama de utilizações biotecnológicas e o mercado consumidor é crescente, a busca de fontes alternativas e de baixo custo para a sua produção torna-se cada vez mais relevante.

CONCLUSÕES

A variabilidade existente entre os fungos habitantes de ambientes ferruginosos permitiu a seleção de isolados com potencial biotecnológico de interesse agroindustrial.

Os ácidos orgânicos avaliados principalmente o ácido cítrico, participam dos mecanismos envolvidos na biodisponibilidade de nutrientes a partir de rochas silicáticas, além de uso potencial em outros setores biotecnológicos.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, FAPEMIG, CNPq, EMBRAPA e VALE S.A pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARCHANA, D.S.; NANDISH, M.S.; SAVALAGI, V.P.; ALAGAWADI, A.R. Characterization of potassium solubilizing bacteria (KSB) from rhizosphere soil. *Bioinfolet*, v.10, p. 248-57, 2013.

BEHERA, B.C.; SINGDEVSACHAN, R.R.; DUTTA, S.K.; THATOI, H.N. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilising microorganism in mangrove-A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 3, p. 97-110, 2014.

CHAVES, A.P. Rotas tecnológicas convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MARRIEL, I.E.; COELHO, A M.; GUIMARÃES, P.S.; SOARES, E.M.; NONATO, L.F.V.; OLIVEIRA, C.A.; ALVES, V.M.C. Seleção de isolados de fungos biossolubilizadores de rochas silicáticas in vitro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2006. Dourados. Anais. Embrapa Agropecuaria Oeste. CDRom

MARTINS, E.S.; RESENDE, A.V.; OLIVEIRA, C.G.; NETO, A.E.F. Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MEENA, V.S.; MAURYA, B.R.; VERMA, P. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soils? *Microbiological Research*, v. 169 p. 337-347, 2014.

ZHANG, A. ZHAO, G. GAO, T. WANG, W. LI, J. ZHANG, S. Solubilization of insoluble potassium and phosphate by *Paenibacillus kribensis* CX-7: a soil microorganism with biological control potential. *Afr J Microbiol Res*, v. 7(1), p. 41-47, 2013.

PARMAR, P.; SINDHU, S.S. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions. *J Microbiol Res*, v. 3, p. 25-31. 2013.

ZHANG, F. KONG. Isolation and identification of potassium-solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. *Applied. Soil Ecology*, v. 82, p.18-25, 2014.

Tabela 1. Isolados de fungos filamentosos utilizados para avaliação da capacidade de biossolubilização de Potássio e produção de ácidos orgânicos.

Identificação do isolado (CMMF-CNPMS)	Identificação no GenBank ¹	Ecosistema ²
CMSV 844	<i>Trichoderma harzianum</i>	Mata
CMSV 502	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Canga
CMSV 870	<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto
CMSV 200	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Canga
CMSV 296	<i>Penicillium sp.</i>	Eucalipto
CMSV 798	<i>Penicillium sp.</i>	Cerrado
CMSV 947	<i>Penicillium simplicium</i>	Canga
CMSV 250	<i>Penicillium sp.</i>	Cerrado
CMSV 733	<i>Mucor fragilis</i>	Capim

¹Identificação de isolados de fungos filamentosos por sequenciamento da região ITS do rDNA pela ferramenta BLAST N em comparação com o material encontrado no *GenBank*² Área de coleta dos fungos na mina córrego do meio, Sabará, MG

Tabela 2. Solubilização de K após 14 dias de incubação em meio de cultura MISK contendo pó de rocha Flogopito e Verdete como fonte única de K.

Isolado	Teor de Potássio	
	Flogopito	Verdete
	----- mg L ⁻¹ -----	
CMSV 250	n.d	0,67 a
CMSV 870	0,07 a	1,28 a
CMSV 844	0,73 a	n.d
CMSV 947	0,79 a	6,72 d
CMSV 733	0,98 a	n.d
Não inoculado	1,14 a	1,65 b
CMSV 502	1,45 a	2,49 b
CMSV 296	2,22 b	1,89 b
CMSV 200	2,85 b	0,48 a
CMSV 798	3,86 b	4,86 c

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. n.d indica que não foi detectado.

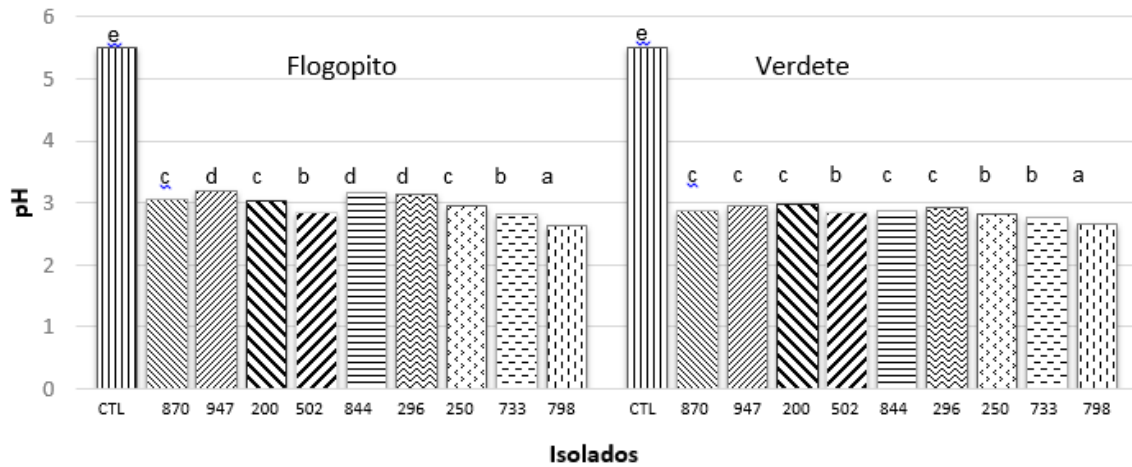


Figura 1. Variação do pH no meio de cultura após 14 dias de incubação em meio de cultura MISK contendo pó de rocha Flogopito e Verdete como única fonte de potássio. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Tabela 3. Produção de ácido cítrico, láctico e oxálico por isolados de fungos filamentosos em meio MISK suplementados com pó de rocha Flogopito e Verdete

Isolado	Ácido cítrico (3,86 mg L ⁻¹)		Ácido láctico (mg L ⁻¹)		Ácido oxálico (mg L ⁻¹)	
	Flogopito	Verdete	Flogopito	Verdete	Flogopito	Verdete
CMSV 798	1664,7 a	1228,84 a	271202,8 a	386895,80 a	12,28 a	6,82 a
CMSV 733	451,86 b	112,95 c	872,19 b	228,23 b	0,64 b	0,81 b
CMSV 947	271,69 c	276,42 b	13,22 b	184,69 b	1,07 b	1,03 b
CMSV 250	259,25 c	229,4 b	31,61 b	79,79 b	0,20 b	0,23 b
CMSV 502	215,57 c	122,19 c	331,48 b	305,67 b	0,57 b	0,87 b
CMSV 296	177,46 c	249,97 b	24,04 b	61,36 b	0,24 b	0,31 b
CMSV 200	106,93 d	30,03 d	133,99 b	124,68 b	0,93 b	0,54 b
CMSV 870	34,67 d	117,73 c	54,88 b	64,29 b	0,72 b	0,94 b
CMSV 844	11,99 d	15,36 d	39,05 b	97,32 b	0,48 b	0,61 b
Controle	2,45 d	7,58 d	11,38 b	15,75 b	0,66 b	1,72 b

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Características agrônômicas de milho adubado com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos.

Denize Carvalho Martins⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; João Carlos Cardoso Galvão⁽³⁾; Eduardo de Paula Simão⁽⁴⁾; Gabriela de Oliveira Almeida⁽⁵⁾; Heider Lopes Ferreira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; denizevarvalhom@yahoo.com.br; ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; ⁽³⁾Professor; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾Mestranda em Produção Vegetal; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; ⁽⁶⁾Estudante do curso de Agronomia; UFSJ.

RESUMO: Novas tecnologias vêm sendo usadas na agricultura visando maiores produtividades, diminuição do custo de produção e uso sustentável de recursos. Dentre essas tecnologias, inclui-se o uso de fertilizantes organominerais. O presente trabalho objetivou avaliar as características agrônômicas da cultura do milho adubada com doses de fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos. O experimento foi conduzido em Sete Lagoas – MG, no ano de 2015, comparando três fertilizantes como fontes de fósforo (superfosfato triplo – STP, organomineral com STP e organomineral com fosfato de Bayovar), em quatro doses (65, 130, 195 e 260 kg ha⁻¹ de P₂O₅ total), além de um controle que não recebeu adubação fosfatada. Foram avaliadas a altura de planta; altura de espiga; diâmetro do colmo; número de fileiras por espiga; número de grãos por fileira; peso de mil grãos e índice de espigamento. Tratando-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, as características agrônômicas do milho foram pouco influenciadas pelas fontes e doses de fósforo na adubação de manutenção.

Termos de indexação: fontes alternativas de nutrientes, fosfato reativo, adubação fosfatada.

INTRODUÇÃO

Na busca de elevação dos níveis de produtividade e de rentabilidade na produção de milho, novas tecnologias são constantemente incorporadas pelos agricultores no Brasil. O uso integrado e racional dos recursos disponíveis nas propriedades rurais, juntamente com a introdução de novas tecnologias, permite aumentar a estabilidade dos sistemas de produção, com

redução de custos e aumento de produtividade (Feliniet al., 2011).

De acordo com a legislação brasileira, fertilizante organomineral é definido como o produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. A fabricação e uso de fertilizantes organominerais vem ganhando espaço no País a partir da produção de resíduos orgânicos na criação de suínos e aves. Cada vez mais intensificadas, estas criações requerem alternativas para destinação segura de resíduos, como forma de viabilizar a sustentabilidade do setor.

Segundo Benites et al. (2010), a principal vantagem dos fertilizantes organominerais em relação aos convencionais é o fato de utilizarem como matéria prima resíduos que são passivos ambientais de outros sistemas de produção. A adição de fertilizantes minerais aos resíduos orgânicos reduz os impactos ambientais dos mesmos, aumenta a fertilidade do solo e, ainda, diminui a necessidade de adubos convencionais, gerando uma série de ganhos para o produtor rural (Teixeira, 2013).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar as características agrônômicas da cultura do milho submetida à adubação de manutenção com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos, em latossolo já cultivado na Região Central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob irrigação por aspersão em 2015, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, com coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, e altitude de 732 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cwa (com inverno seco e verão quente).

A área do estudo consiste de um Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso. Em toda área foi passado subsolador a 25 cm de profundidade e realizada a aplicação de calcário e gesso agrícola segundo a análise do solo, sendo incorporados com grade aradora cerca de três meses antes da implantação do experimento. Foram também aplicados cloreto de potássio e FTE BR 12, seguindo-se uma gradagem niveladora. As condições de fertilidade do solo antes da aplicação dos tratamentos são apresentadas na Tabela 1.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4+1, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu a três fertilizantes fosfatados: superfosfato triplo (STP, com 44% de P_2O_5 total), fertilizante organomineral a base de cama de frango com fosfato de Bayovar (OBAY, com 16,3% de P_2O_5 total) e fertilizante organomineral com super triplo (OSTP, com 13,4% de P_2O_5 total). O segundo fator constituiu-se das doses de 65, 130, 195 e 260 kg ha^{-1} de P_2O_5 total. Como tratamento adicional, utilizou-se um controle sem adubação com fósforo.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de sete metros de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si, considerando-se como área útil as duas linhas centrais com um metro de bordadura nas extremidades.

Implantação e condução do experimento

Para se estabelecer os tratamentos com as doses de fósforo, a quantidade de cada fertilizante foi distribuída manualmente em sulcos abertos com equipamento mecanizado no dia da semeadura, que se deu na primeira quinzena de janeiro de 2015. Após cobrir o adubo com uma fina camada de solo, as sementes foram depositadas manualmente e cobertas com outra camada de solo. Foi utilizada a cultivar de milho DKB 390 PRO, buscando uma densidade de 60.000 plantas ha^{-1} .

Todos os tratamentos receberam a mesma adubação de cobertura com 300 kg ha^{-1} do formulado NPK 20-00-20. Irrigação complementar foi realizada por meio de aspersão convencional. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi feito sempre que necessário, mediante monitoramento constante.

Características avaliadas

Por ocasião da colheita, foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura de planta; altura de espiga; diâmetro do colmo; número

de fileiras por espiga; número de grãos por fileira; peso de mil grãos e índice de espigamento.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). Quando ocorreram efeitos significativos identificados pelo teste F, foi aplicado teste de médias de Tukey comparando os fertilizantes ou realizada análise de regressão em função das doses de fósforo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os tratamentos de adubação fosfatada de manutenção não apresentaram efeitos expressivos sobre as variáveis avaliadas (Tabela 2), o que pode ser justificado pelo fato de tratar-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, apresentando disponibilidade inicial de fósforo (Tabela 1) interpretada como adequada a alta, de acordo com critérios de Sousa & Lobato (2004).

Embora tenha havido diferença significativa dos tratamentos com adubação em relação ao controle para as variáveis altura de espiga, altura de planta, diâmetro do colmo e número de grãos por fileira (Tabela 2), apenas essa última apresentou diferença devido ao tipo de fertilizante e às doses de fósforo, porém sem interação significativa desses fatores.

A utilização do fertilizante organomineral com super triplo resultou em maior número de grãos por fileira na espiga (Figura 1). Fontoura et al. (2010), estudando aplicação de diferentes fontes de fósforo em sistema de plantio direto, verificaram que o super triplo é mais eficiente do que os fosfatos naturais reativos. No caso do presente estudo, porém, somente quando aplicado na forma organomineral o super triplo mostrou-se superior.

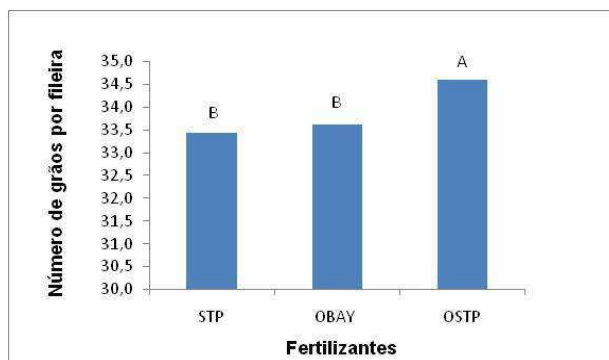


Figura1- Número de grãos por fileira da espiga de milho adubado com superfosfato triplo (STP), fertilizante organomineral com fosfato Bayovar

(OBAY) e fertilizante organomineral com super triplo (OSTP). Tratamentos com mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5 %.

Independente da fonte utilizada, o número de grãos por fileira apresentou incremento linear com o aumento das doses de P_2O_5 (Figura 2). Maior número de grãos por fileira com a aplicação de doses de fósforo também foi relatado por Valderrama et al. (2011), em trabalho realizado com fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto.

Para algumas das características vegetativas do milho, a superioridade da média dos tratamentos do fatorial (fertilizantes x doses) em relação ao controle que não recebeu adubação (Tabela 2) foi condizente com o que se espera em experimentos a campo. Assim, na média dos tratamentos com adubação fosfatada, verificou-se 13, 10 e 2 cm a mais na altura de planta, de espiga e no diâmetro do colmo, respectivamente. Mesmo em solos de boa fertilidade, a cultura do milho costuma expressar maior crescimento vegetativo em resposta à adubação de manutenção no sulco de semeadura, embora nem sempre isso se reflita em ganhos de produtividade.

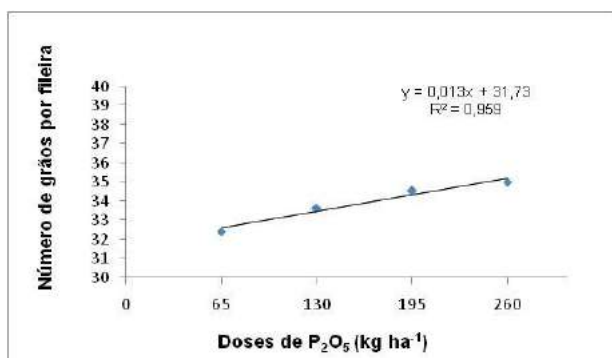


Figura 2 - Número de grãos por fileira da espiga de milho em função de doses de fósforo na adubação de manutenção.

Os fertilizantes organominerais utilizados neste trabalho apresentaram eficiência equivalente ao superfosfato triplo para a maioria das características agrônomicas avaliadas. Considerando que o solo já possuía considerável reserva de fósforo acumulada a partir de adubações anteriores (Tabela 1), essa similaridade nos resultados dos tratamentos da adubação de manutenção não surpreende. A expectativa é que, ao se avaliar o efeito residual para os cultivos subsequentes, sejam evidenciadas variações de resposta decorrentes de eventuais diferenças de desempenho das fontes de fósforo em

mais longo prazo, bem como das doses aplicadas nesse primeiro cultivo de milho.

Há relatos de que os fertilizantes organominerais podem ter melhor eficiência agrônômica ao reduzirem a adsorção de fósforo no sistema coloidal do solo (Parent et al., 2003) e contribuírem para o aumento de suas formas mais lábeis (Tiritan et al., 2010), aumentando, consequentemente, a disponibilidade do nutriente para as plantas.

CONCLUSÕES

Tratando-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, as características agrônomicas do milho foram pouco influenciadas pelas fontes e doses de fósforo na adubação de manutenção.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro, e ao CNPq, pela concessão de bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- BENITES, V. de M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29. Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2010.
- FELINI, F.Z., BONO, J.A.M. 2011. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. **Ensaio e ciência: Ciências agrárias, biológicas e da saúde**, v.15, n.5, p. 9-18, 2011.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, n.1, p.1907-1914, 2010.
- PARENT, L. E.; KHIARI, L. & PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. **Acta Horticulturae**, n.627, p. 35-41, 2003.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio de fertilizantes mineral e organomineral**. Uberlândia: UFU, 99p. 2013. Dissertação (Mestrado)
- TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; BORDINI, R.A.; FOLONI, J.S.S.; ONISHI, R.Y. Produção de matéria seca de milho



em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n.1, p. 01-07, 2010.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

Tabela 1- Atributos químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos, na profundidade de 0-20 cm.

pH água	P Mehlich	K	H+Al	Al	Ca	Mg	CTC	SB
	----- mg dm ⁻³ -----		----- cmolc dm ⁻³ -----					
5,9	6,4	105	4,3	0,0	4,4	0,8	9,8	5,5
V	Sat. Al	Cu	Fe	Mn	Zn	M O		
-----%-----	-----mg dm ⁻³ -----						dag kg ⁻¹	
53	0,0	1,0	22	23	3,8	3,6		

Tabela 2- Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGR), peso de mil grãos (P) e índice de espigamento (IE) do milho.

FV	GL	QM						
		AP (m)	AE (m)	DC (cm)	NF	NGR	P (g)	IE
Fertilizante	2	0,0046 ns	0,0006 ns	0,8219 ns	0,2826 ns	24,6619 **	68,0006 ns	0,0015 ns
Dose	3	0,0033 ns	0,0045 ns	2,2528 ns	0,5117 ns	59,3214 **	187,6190 ns	0,0002 ns
F x D Fatorial	6	0,0032 ns	0,0024 ns	0,7395 ns	0,4284 ns	4,3632 ns	157,0240 ns	0,0006 ns
vsAdicional	1	0,0600 **	0,04001 **	15,0599 **	0,0001 ns	435,0851 **	95,5198 ns	0,0019 ns
Tratamento	12	0,0082 ns	0,0058 ns	2,3249 *	0,3892 ns	57,3793 **	144,7102 ns	0,0008 ns
Bloco	3	0,0108 ns	0,0077 ns	0,2373 ns	0,2115 ns	5,6741 ns	195,5347 ns	0,0023 *
Erro	36	0,0051	0,0052	0,9653	0,3166	7,1328	180,6809	0,0006
Total	51							
Média		2,32	1,34	24,87	17,44	67	360,9	1,00
CV(%)		3,08	5,38	3,95	3,23	3,99	3,72	2,49

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns não significativo pelo teste F.

Características Agronômicas do Milho Doce em Função da Inoculação das Sementes com *Azospirillum brasilense* Associada à Adubação Nitrogenada no Noroeste do Paraná

Alberto Yuji Numoto⁽¹⁾; Pedro Soares Vidigal Filho⁽²⁾; Carlos Alberto Scapim⁽²⁾; Alex Henrique Tiene Ortiz⁽³⁾; Anderson Takashi Hara⁽¹⁾; Antônio Augusto Nogueira Franco⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; alberto.y.numoto@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Doutor; Universidade Estadual de Maringá; ⁽³⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento; Universidade Estadual de Maringá; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Mato Grosso.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada sobre as características agronômicas do milho doce, na região Noroeste do Paraná. O experimento foi instalado na Safra de "Verão" de 2012/2013 na Fazenda Experimental de Iguatemi, em Maringá. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação das doses de inoculante (0, 50, 100, 150 e 200 mL ha⁻¹) e das doses de nitrogênio aplicadas na semeadura (0,0 e 30,0 kg ha⁻¹) e em cobertura (0,0 e 110,0 kg ha⁻¹) e um híbrido de milho doce (RB 6324) do grupo superdoce, formando um fatorial 5 x 2 x 2. As características agronômicas avaliadas foram a produtividade de espigas comerciais despalhadas e o teor foliar de N. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou acréscimo de 10,5% na produtividade de espigas comerciais despalhadas, enquanto que o teor foliar de N foi influenciado apenas pela adubação nitrogenada em cobertura.

Termos de indexação: produtividade de espigas, bactérias diazotróficas, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O milho doce é caracterizado por possuir um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, ou seja, bloqueiam a conversão de açúcares em amido, tornando os grãos mais adocicados (TRACY, 2010). Os principais destinos das espigas produzidas são o

processamento industrial e o consumo in natura (BARBIERI, 2005).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de milho comum, ocupando o terceiro lugar em produção de grãos, superado apenas pelos Estados Unidos e pela China (USDA, 2016). Assim sendo, o país apresenta, também, ampla aptidão ao cultivo de outros tipos especiais de milho, tais como o milho doce.

Embora haja diversos estudos envolvendo o manejo de milho comum no sistema agrícola, contudo, pouca ênfase tem sido dada aos milhos especiais. Neste sentido, os produtores rurais têm utilizado as recomendações preconizadas para o milho comum, o que de certa forma pode vir a limitar o potencial produtivo dos milhos especiais.

Dentre os manejos agrícolas que afetam a produtividade do milho, um dos mais importantes é a adubação nitrogenada (OKUMURA et al., 2014). Devido à dinâmica do N no sistema, torna-se cada vez mais necessária a realização de estudos sobre o tema. Além disso, alternativas tecnológicas capazes de melhorar o estado nutricional da cultura do milho por N, como por exemplo, a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* (HUNGRIA et al., 2010; SPOLAOR et al., 2016), são essenciais, quando se almeja elevada produtividade.

Diante dessas considerações, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, associada à adubação nitrogenada, sobre as características agronômicas do milho doce, no período de Verão, na região Noroeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimento de Iguatemi (FEI), pertencente à

Universidade Estadual de Maringá (UEM), na Safra de Verão de 2012/2013, em Maringá, na região Noroeste do Paraná, latitude 23°20'48" Sul e longitude 52°04'17" Oeste, com altitude aproximada de 550 m. O solo da área é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de inoculante (0,0; 50; 100; 150 e 200 mL ha⁻¹) contendo *Azospirillum brasilense* (Estirpes AbV5 e AbV6), duas doses de N (0,0 e 30,0 kg ha⁻¹) aplicadas na ocasião da semeadura, duas doses de N (0,0 e 110,0 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura no estágio V₄ e um híbrido de milho doce (RB 6324), do grupo superdoce (Sh2). O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições. Cada unidade experimental possuía 27,0 m², sendo cinco linhas de plantas espaçadas em 0,9 m e 6,0 m de comprimento. Por sua vez, a área útil foi constituída por três linhas centrais, excluindo 0,5 m de cada extremidade, totalizando 13,5 m².

A semeadura foi realizada manualmente (matraca), no dia 20 de outubro de 2012, em sistema de plantio direto, adotando-se uma população de 55.500 plantas ha⁻¹.

Avaliou-se a produtividade de espigas comerciais despalhadas (maiores que 15 cm de comprimento e com diâmetro maior que 3 cm; isentas de ataques de insetos-praga e doenças) (Mg ha⁻¹) e o teor foliar de N (g kg⁻¹). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 1), evidenciam que a inoculação com *A. brasilense* exerceu influência positiva sobre a produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce. Por outro lado, o teor foliar de N foi afetado apenas pela adubação nitrogenada em cobertura.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância referente à produtividade espigas comerciais despalhadas (PECD) e ao teor foliar de N (TFN) do milho doce na Safra de "Verão" 2012/2013

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		PECD	TFN
		Mg ha ⁻¹	g kg ⁻¹
Inoculante (I)	4	2,049*	11,869 ^{ns}
N Sem. (S)	1	0,219 ^{ns}	12,824 ^{ns}
N Cob.(C)	1	0,013 ^{ns}	155,320*
S x C	1	0,292 ^{ns}	0,007 ^{ns}
I x S	4	1,216 ^{ns}	5,343 ^{ns}

I x C	4	0,995 ^{ns}	3,741 ^{ns}
I x S x C	4	1,036 ^{ns}	4,320 ^{ns}
Blocos	3	3,645 ^{ns}	1,828 ^{ns}
Resíduo	57	0,766	5,533
Média geral		7,67	28,61
CV (%)		11,41	8,22

*Significativo (p≤0,05) e ^{ns}não significativo (p>0,05), pelo teste F.

A produtividade de espigas comerciais despalhadas, em função das doses de inoculante utilizadas, ajustou-se de forma significativa ao modelo linear crescente (Figura 1). Dessa forma, com base no coeficiente angular da equação, a cada 10,0 mL de inoculante adicionado via tratamento de sementes observou-se incremento de 40 kg ha⁻¹ na produtividade de espigas comerciais despalhadas. Ou seja, os incrementos de produtividade chegaram a 10,5% em relação aos tratamentos sem inoculação com *Azospirillum brasilense*. Efeitos benéficos na produtividade decorrente de inoculação também foram relatados por Swedzyska e Sawicka (2000) que obtiveram incremento de 27,0 % na produtividade de espigas de milho doce inoculado com *Azospirillum brasilense*. Por sua vez, em milho comum, Hungria et al. (2010) obtiveram incrementos na produtividade de grãos que variaram de 16 a 30 % com a inoculação das sementes com *A. brasilense* (estirpes AbV5, AbV6 e AbV7).

O efeito da inoculação com *Azospirillum* spp. inicia-se nos primeiros estádios de desenvolvimento do milho, durante os primeiros dias após a colonização da raiz (JACOUD et al., 1999). As modificações que ocorrem no sistema radicular decorrentes da associação com a bactéria possibilitam melhor absorção de água e de nutrientes minerais do solo e maior resistência das plantas ao estresse mecânico durante o ciclo da cultura, o que as tornam mais tolerante aos estresses abióticos.

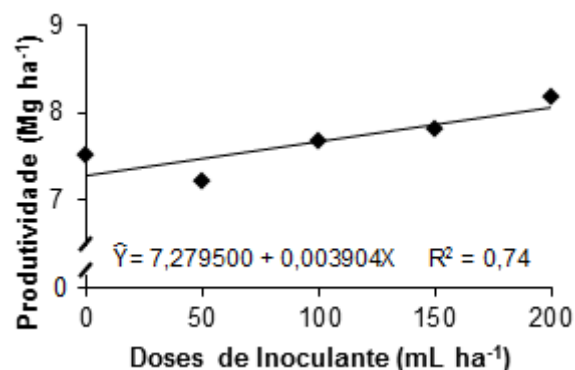


Figura 1. Produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce em função da inoculação das sementes com *Azospirillum*

brasiliense, na média das doses de N aplicadas na ocasião da semeadura e em cobertura, na Safra de Verão 2012/2013 em Maringá.

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a fixação biológica de N pelas bactérias diazotróficas contribuem tanto no acúmulo de massa nos grãos quanto na qualidade das espigas colhidas. Isto pode ser explicado pelo fato das bactérias do gênero *Azospirillum* terem a capacidade de sintetizar quantidades significativas de fitormônios tais como auxina, giberelina e citocinina (CASSÁN; VANDERLEYDEN; SPAEPAN, 2014), os quais contribuem para o melhor desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta de milho.

O teor foliar de N proporcionado pela dose de 110,0 kg de N ha⁻¹ aplicada em cobertura, no estágio V₄ da cultura, foi de 30,0 g kg⁻¹, incremento de 10,21% em relação ao tratamento testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (1998), que não obtiveram resposta significativa no teor foliar de N com a inoculação (*A. brasiliense*) das sementes do milho Nitroflint, contudo, a adubação nitrogenada incrementou positivamente esta variável resposta.

Cerrato e Blackmer (1991) estimaram o nível crítico de N na folha de milho comum em 21,0 g kg⁻¹. Portanto, considera-se que os valores obtidos no presente trabalho foram adequados para alcançar boas produtividades de espigas verdes.

Tabela 2 – Teor foliar de N (TFN) desdobrado dentro das doses de N aplicadas em cobertura no estágio V₄ da cultura do milho doce, na média das cinco doses de inoculante e das duas doses de N aplicadas na semeadura na Safra de "Verão" de 2012/2013, em Maringá

N em cobertura	TNF (g kg ⁻¹)
Ausência	27,22 b
Presença	30,00 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (p ≤ 0,05), pelo teste F.

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* propiciou incremento na produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce de 10,5% em relação às testemunhas.

A adubação nitrogenada influenciou positivamente o teor foliar de N.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá; ao Programa de Pós-graduação em Agronomia; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária (FA).

REFERÊNCIAS

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e população de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPAN, S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.33, n.2, p.440-459, 2014.

CERRATO, M.E.; BLACKMER, A.M. Relationships between leaf nitrogen concentrations and the nitrogen status of of corn. **Journal of Production Agriculture**, v.4, n.3, p.525-531, 1991.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 3 ed., 2013. 353 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasiliense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v.331, p.413-425, 2010.

JACOUD, C.; JOB, D.; WADOUX, P.; BALLY, R. Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum*

lipoferum CRT1 during maize seed germination. **Canadian Journal of Microbiology**, v.45, n.4, p.339-342, 1999.

MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J.; REIS, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.961-970, 1998.

OKUMURA, R.S.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; FRANCO, A.A.N.; SOUZA, R.S.; RECHE, D.L. Effects of nitrogen rates and timing of nitrogen topdressing applications on the nutritional and agronomic traits of sweet corn. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.12, n.2, p.391-398, 2014.

SPOLAOR, L.T.; GONÇALVES, L.S.A.; SANTOS, O.J.A.P.; OLIVEIRA, A.L.M.de; SCAPIM, C.A.; BERTAGNA, F.A.B.; KUKI, M.C. Plant growth-promoting bacteria associated with nitrogen fertilization at topdressing in popcorn agronomic performance. **Bragantia**, v.75, n.1, p.33-40, 2016.

SWEDRZYNSKA, D.; SAWICKA, A. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. *Saccharata* L.) under different cultivation conditions. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.9, n.6, p.505-509, 2000.

TRACY, W.F. History, genetics, and breeding of supersweet (shrunken2) sweet corn. **Plant Breeding Reviews**, v.14, p.189-380, 2010.

USDA – United States Department of Agriculture. **World agriculture supply and demand estimates**. Washington, Foreign Agricultural Service, March 2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2016



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Características produtivas do sorgo safrinha em função de épocas de semeadura e adubação NPK

Flávia Cristina dos Santos⁽¹⁾; Miguel Marques Gontijo Neto⁽²⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽³⁾; Eduardo de Paula Simão⁽⁴⁾; André May⁽⁵⁾; Samara Cristiele Barros da Cruz⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; flavia.santos@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Estudante de Doutorado; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei

RESUMO: O sorgo é uma alternativa para a safrinha. Objetivou-se avaliar o efeito de épocas de semeadura e adubação NPK sobre características produtivas do sorgo safrinha. Foi conduzido experimento nos anos de 2013 e 2014 em Rio Verde, GO, com o sorgo granífero 50A70, em delineamento de blocos ao acaso, esquema fatorial 4x2x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram quatro doses de N-P₂O₅-K₂O na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50, 50-50-50 kg ha⁻¹), duas doses de N em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹) e quatro épocas de semeadura (ano 2013: Ep1-06/02 e Ep2-25/02 e ano 2014: Ep1- 06/02 e Ep2- 26/02). Antes da semeadura do sorgo foi cultivada soja. Avaliaram-se a altura de plantas e a produtividade do sorgo. As alturas de plantas das primeiras épocas de cultivo foram superiores às dos plantios mais tardios. Considerando a produtividade do sorgo, no ano de 2013 houve maior rendimento de grãos com a cultura semeada no início de fevereiro, enquanto no ano de 2014, este resultado se inverteu, com o sorgo plantado no final de fevereiro apresentando melhor resultado produtivo. O tratamento testemunha, sem adubação, produziu menos (3.878 kg ha⁻¹ de grãos) que os tratamentos adubados, que não diferiram entre si (média de 4.691 kg ha⁻¹ de grãos). Em sistema de produção de sorgo safrinha após a soja, e condições semelhantes às desta pesquisa, recomendam-se 50-50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O na semeadura, não havendo necessidade da adubação nitrogenada, e o sorgo pode ser semeado em qualquer período do mês de fevereiro.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, granífero, fertilização.

INTRODUÇÃO

O sorgo granífero, por ser uma cultura mais eficiente no uso da água, em comparação com o milho (Magalhães et al., 2014), tem se destacado como uma boa opção para a produção de grãos no período da safrinha, em que a oferta hídrica é reduzida.

Além disso, o sorgo é bastante eficiente no uso de nutrientes (Maranville & Madhavan, 2002) e, como na safrinha o uso de fertilizantes é reduzido, tanto pelo residual que se espera da safra de verão, quanto pelo risco da produção, a cultura se sobressai em relação às demais.

Entretanto, sendo o sorgo uma cultura responsiva à adubação (Resende et al., 2009) e como em plantios mais tardios o risco de perda de produtividade aumenta, pesquisas que possam avaliar a adubação e época de plantio do sorgo são de grande relevância.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi testar o efeito da adubação NPK e de épocas de semeadura sobre aspectos produtivos do sorgo granífero cultivado na safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido experimento, durante os anos de 2013 e 2014, na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo (Cooperativa de Produtores do Sudoeste de Goiás), na cidade de Rio Verde, GO, sob sequeiro. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho distroférrico típico, com as seguintes características químicas e física antes da

instalação da pesquisa: pH H₂O = 5,4, Al = 0,0; Ca = 1,6; Mg = 0,2; T = 6,4 (cmol_c dm⁻³); P = 15,2; K = 49,4 (mg dm⁻³); V = 30,8 %; teor de argila e matéria orgânica = 39,0 e 2,7 (dag kg⁻¹). Em outubro de 2013, foram aplicadas 2,1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação por bases na camada de 0-10 cm a 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 4x2x4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de NPK na sementeira (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50, 50-50-50 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O), duas doses de N em cobertura (0 e 50 kg ha⁻¹) e quatro épocas de sementeira (ano de 2013: Ep1- 06/02 e Ep2- 25/02 e ano de 2014: Ep1- 06/02 e Ep2- 26/02).

A quantidade de chuva total durante o ciclo da cultura, em mm, foi: ano de 2013 Ep1- 948, Ep2- 792, ano de 2014 Ep1- 524, Ep2- 386. A média de temperatura máxima durante o ciclo do sorgo foi de 29° C e de temperatura mínima de 18° C, considerando todas as épocas de cultivo.

Na adubação de sementeira foi utilizado formulado NPK e a adubação de cobertura foi realizada no estádio V3, com a fonte ureia aplicada a lanço. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações existentes para a cultura do sorgo. Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivada soja, nas duas safras, que recebeu 400 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-18 e teve as sementes inoculadas com rizóbio. Nas colheitas da soja, foram obtidas produtividades de cerca de 3.000 kg ha⁻¹ de grãos.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,5 m. A parcela útil foi composta pelas duas linhas centrais de 3 m de comprimento, eliminando-se 1 m de bordadura em cada extremidade.

Utilizou-se a cultivar de sorgo 50A70, com estande de 200.000 plantas por hectare. As colheitas foram realizadas em 11/06/2013 e 16/07/2013 e em 24/06/2014 e 22/07/2014. As variáveis avaliadas foram altura de plantas e produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05) e teste de médias para comparação dos tratamentos por Scott-Knott (p<0,05). O programa estatístico utilizado foi o Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na tabela 1, a época de cultivo teve efeito significativo na altura de plantas e na produtividade do sorgo, e esta última também sofreu influência da adubação de sementeira NPK.

O teste de médias para o efeito das épocas de cultivo mostrou que o maior valor de altura de plantas foi obtido na época 1 do ano de 2014, ou seja, com o plantio no início do mês de fevereiro (Tabela 2). Fazendo-se uma avaliação no ano de 2013, houve superioridade também para a primeira época de cultivo em relação à segunda (Tabela 2).

Considerando a produtividade do sorgo, no ano de 2013 houve maior rendimento de grãos quando a cultura foi semeada no início de fevereiro, enquanto no ano de 2014, este resultado se inverteu, com o sorgo plantado no final de fevereiro apresentando melhor resultado produtivo (Tabela 2).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para altura de plantas (Alt) e produtividade de grãos do sorgo (Produ).
Produção (kg ha⁻¹)

F.V.	G.L.	Q.M.	
		Alt	Produ
NPK	3	31,098	5361936,934**
N	1	3,899	172032,915
Ep	3	903,921***	35138351,281***
NPK x N	3	11,494	1055840,947
NPK x Ep	9	4,485	2035357,140
N x Ep	3	15,402	691637,368
NPK x N x Ep	9	10,138	633926,622
Rep (Ep)	12	28,264	1180714,910
Erro	84	15,192	1108168,788
C.V. (%)		3,24	23,45

** , *** Significativo a 1 e 0,1 % respectivamente.

Os maiores limitantes ao cultivo de plantas na safrinha são a menor quantidade de chuvas, as temperaturas menores e a ausência ou pequenas doses de fertilizantes aplicadas nas culturas. Entretanto, neste estudo, como a adubação foi a mesma e como as temperaturas máximas e mínimas não sofreram grande variação ao longo dos cultivos, a explicação para as diferentes produtividades recai sobre as chuvas. Contudo, na primeira época de sementeira do ano de 2013 a

pluviosidade total foi bem superior à segunda época do mesmo ano e isso pode explicar a maior produtividade de grãos obtida (Tabela 2). Além disso, no período de maior demanda, que é o florescimento, foram registrados 137 mm de chuva na primeira época de plantio. Entretanto, no ano de 2014, embora com um total de chuva menor, a segunda época de cultivo foi a que resultou em maior produtividade de grãos de sorgo, se comparada com a primeira época do mesmo ano (Tabela 2). Assim, uma possível explicação pode estar vinculada a uma melhor distribuição da chuva em relação ao ciclo fenológico da cultura no segundo semeio, uma vez que o sorgo necessita de cerca de 380 a 600 mm de água durante o seu ciclo (Sans et al., 2003), e neste estudo, como choveu 386 mm na segunda época de semeadura, com boa distribuição, a demanda da cultura pode ter sido atendida.

Uma explicação para a inconsistência na resposta da produtividade em função da época de semeadura pode ser pelas características locais, sendo que o principal Estado produtor de sorgo granífero é o Goiás, com quase 40 % da produção nacional (IBGE, 2016). A produtividade média deste Estado para o ano de 2014 foi de 3.158 kg ha⁻¹ de grãos, superior à média nacional (2.713 kg ha⁻¹) (IBGE, 2016) e nota-se que neste trabalho, à exceção da segunda época de semeadura do ano de 2013, as produtividades do sorgo foram bem superiores à média do Estado (Tabela 2). Neste Estado prevalece a semeadura do sorgo safrinha nos meses de fevereiro, março e abril (Conab, 2015), ou seja, fevereiro corresponde aos plantios mais precoces e neste trabalho as duas épocas de semeadura foram neste mês.

Tabela 2 – Efeito da época de semeadura sobre a altura de plantas e produtividade do sorgo

Variável	2013		2014	
	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2
Alt	119,7 B	113,9 C	126,9 A	120,8 B
Produt	5.347 A	3.125 C	4.206 B	5.274 A

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade

Pelos resultados apresentados na tabela 1 e figura 1 nota-se que o sorgo respondeu à adubação de semeadura, se comparado à testemunha sem adubação, sendo que as doses de 50-50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O não diferiram das demais doses aplicadas destes nutrientes.

Não houve resposta ao N em semeadura e em

cobertura, e isso pode ser explicado pelo fornecimento de N dos resíduos da cultura anterior, a soja, com grande capacidade de fornecimento de N após a decomposição de sua palhada, além da contribuição da matéria orgânica do solo (Sousa & Lobato, 2004).

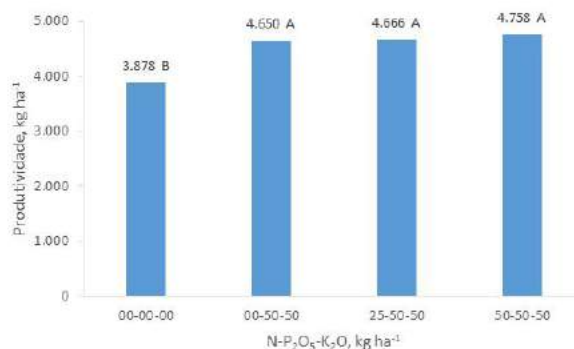


Figura 1. Produtividade de grãos de sorgo em função das doses de N-P₂O₅-K₂O na semeadura. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade

CONCLUSÕES

Em sistema de produção de sorgo safrinha após a soja, e condições semelhantes às desta pesquisa, recomendam-se 50-50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O na semeadura, não havendo necessidade da adubação nitrogenada, e o sorgo pode ser semeado em qualquer período do mês de fevereiro.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo financiamento das pesquisas.

REFERÊNCIAS

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Safra 2015/2016, v.3, 3º levantamento, 2015. 152p.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2014**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P>. Acesso: 30 de mai 2016

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; MAY, A.; LIMA FILHO, O.F.; SANTOS, F.C.; MOREIRA, J.A.A.; LEITE, C.E.P.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FREITAS, R.S. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A.C., eds.



Sorgo: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2014, p. 58-88.

MARANVILLE, J.W.; MADHAVAN, S. Physiological adaptations for nitrogen use efficiency in sorghum. **Plant and Soil**, v. 245, p. 25-34, 2002.

RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo.** 2009. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 119).

SANS, L.M.A.; MORAIS, A.V.C.; GUIMARÃES, D.P. **Época de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Cátions hidrossolúveis no milho em função da calagem e silicatagem superficial em experimento de longa duração

Katiúça Sueko Tanaka⁽¹⁾; Letusa Momesso Marques⁽²⁾; Cláudio Hideo Martins da Costa⁽³⁾; Beatriz da Silva Fabretti⁽⁴⁾; Aron Aiello Sandoval⁽⁵⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP; sueko_tanaka@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista Capes; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; letusamomesso@gmail.com; ⁽³⁾ Pós-doutorando em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; c_hideo@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; bia.fabretti@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; aas.mamica2014@gmail.com; ⁽⁶⁾ Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; crusciol@fca.unesp.br.

RESUMO: Os compostos orgânicos, liberados por resíduos vegetais e quantificados através dos cátions hidrossolúveis, podem melhorar a eficiência da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação superficial de calcário e silicato no teor de cátions solúveis e condutividade elétrica do extrato da parte aérea da cultura do milho. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/2015 em um Latossolo Vermelho distroférrico, instalado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), em sistema de plantio direto consolidado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos da acidez do solo aplicados superficialmente e o controle (calcário, silicato de cálcio e magnésio e sem corretivo). Foram determinados os teores de cátions hidrossolúveis e a condutividade elétrica da parte aérea do milho. A concentração de cátions hidrossolúveis na planta de milho não foi influenciada após 36 meses da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo.

Termos de indexação: resíduo vegetal, corretivos da acidez do solo, sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é a principal região produtora de grãos no Brasil. O solo predominante desta região é do tipo Latossolo, o qual é caracterizado pela baixa capacidade de retenção de água, baixa atividade microbiana, elevada acidez e baixa fertilidade

natural em função às deficiências em Ca^{2+} , Mg^{2+} e P e elevada toxicidade por Al^{3+} (Fageria & Baligar, 2008). A expansão da agricultura na região Central do Brasil, ocorreu em função dos sistemas conservacionistas do solo, como o SPD (Stone & Silveira, 2001). Esse sistema de produção tem sido adotado em todo os continentes, e no Brasil é cultivado sob 27 milhões de hectares (Caires, 2013). A presença de palhada na superfície e o revolvimento mínimo do solo diminuem a taxa de decomposição de ligantes orgânicos de baixo peso molecular por microrganismos, propiciando assim, a solubilização e a lixiviação dos compostos orgânicos (Miyazawa et al., 2000) e ainda, favorecendo no carregamento dos produtos da dissociação dos corretivos da acidez do solo (Castro et al., 2012). Por possuírem grupos funcionais que participam de reações químicas no solo, como a complexação metal-orgânica (Hue et al., 1986) e adsorção de íons, esses compostos podem favorecer a amenização da toxidez do Al trocável, mobilização do calcário e de cátions no solo (Ziiglio et al., 1999). Desse modo, a determinação da somatória de cátions solúveis pode indicar o potencial de mobilização de cátions e as quantidades de H^+ e Al^{3+} que possam ser neutralizados pelos resíduos vegetais (Franchini et al., 1999), e é um dos indicadores mais eficientes dos efeitos de resíduos na química da solução de solos ácidos (Cassolato et al., 2000; Miyazawa et al., 2000). A prática usual na correção da acidez do solo é a calagem. Além do calcário, o silicato de cálcio e magnésio pode ser utilizado como corretivo da acidez, pois se comportam de forma semelhante. Este material apresenta ainda maior solubilidade (6,78 vezes) e em razão da presença de silício, sendo um

elemento benéfico, pode aumentar a tolerância das plantas à estresses abióticos e elevar os rendimentos de algumas culturas (Korndörfer et al., 2002; Deren et al., 1994; Epstein, 1994; Marchner, 1995).

Sendo assim, objetivou-se comparar os efeitos da aplicação superficial de calcário e silicato de Ca e Mg, em experimento de longa duração, nos teores de cátions solúveis na condutividade elétrica dos extratos vegetais da parte aérea da cultura do milho na época do florescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde 2006 na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, localizada no município de Botucatu, SP, apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (Embrapa, 2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico argiloso. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich, 1994). Para a determinação das características químicas do solo, amostrou-se a camada 0,00-0,20 m, seguindo a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Os resultados foram: matéria orgânica de 27,9 g dm⁻³, pH (CaCl₂) de 4,6, P (resina) de 23 mg dm⁻³, K, Ca, Mg e CTC de 0,85, 23,4, 12,3 e 105,6 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e V% de 35%.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos aplicados superficialmente sobre o solo, e o tratamento controle (calcário, silicato de Ca e Mg e sem corretivo). Cada unidade experimental possuía dimensões de 5,4 m de largura e 10 m de comprimento, totalizando 54 m².

As doses dos corretivos foram calculadas objetivando elevar a saturação por bases (V%) a 70%, utilizando-se dois produtos: calcário dolomítico (PRNT=74%, CaO=35%, MgO=12%) e silicato de Ca e Mg (PRNT=66%, CaO=32%, MgO=9% e SiO₂=23%). A aplicação superficial dos corretivos foi realizada de forma manual no dia 26 de setembro de 2011.

O milho foi semeado em 06 de novembro de 2014, utilizando-se o híbrido simples Dekalb 390 VT

PRO 2, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e três plantas por metro. Adubou-se a cultura com 300 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. Realizou-se a adubação de cobertura com sulfato de amônio, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de N, quando a cultura encontrava-se no estádio V4. O florescimento pleno do milho ocorreu 65 dias após sua emergência. A soma de cátions e condutividade elétrica dos extratos vegetais foram determinados a partir das amostras coletadas para avaliação da produção de massa de matéria seca da parte aérea no florescimento. Para a extração dos compostos hidrossolúveis (ácidos orgânicos de baixo peso molecular), foi transferido 1 g dos resíduos para frascos de 100 mL e adicionou-se 50 mL de água destilada, agitando-se por 4 horas a 200 rpm, com posterior filtragem. De posse dos extratos vegetais, os teores de Ca, Mg e Mn foram determinados por absorção atômica e os de K e Na por fotometria de chamas. Os resultados foram expressos em mmol_c kg⁻¹, de forma individual para cada elemento e na forma de soma de cátions (Σ Ca, Mg, Mn, K e Na). Foi também analisada, no extrato vegetal, a condutividade elétrica (CE) da solução por condutivimetria em μ S cm⁻¹.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de H⁺ e Al³⁺ é indicada pela somatória dos cátions solúveis, que pode ser neutralizada pelos resíduos vegetais (Miyazawa et al., 2000). De modo que a calagem e a silicatagem podem melhorar a capacidade dos resíduos das plantas cultivadas em mobilizar cátions e imobilizar o

Al³⁺ da solução do solo. Porém, após 36 meses da aplicação superficial de corretivos da acidez, não houve efeito de ambos corretivos na soma de cátions no presente estudo, e também não se observou aumento da condutividade elétrica do extrato vegetal do milho (**Tabela 1**).

Castro et al. (2012) ao quantificarem os cátions solúveis do extrato vegetal do milho após a aplicação de calcário e silicato, verificaram diferença estatística apenas no teor de Mg²⁺, sendo encontrados maiores quantidades quando aplicou-se o calcário e o silicato, uma vez que ambos

corretivos possuem quantidades significativas de MgO. Entretanto, os autores não constatarem alterações nos teores de Ca, provavelmente devido o teor original de Ca²⁺ do solo considerado alto (Raij et al., 1997). Ainda que no presente experimento não houve diferença estatística, a aplicação superficial de corretivos da acidez do solo apresentaram maiores quantidade de Mg²⁺, em relação ao controle, da ordem de 18% e 20% para o calcário e o silicato, respectivamente (**Tabela 1**).

A quantidade de sais provenientes não foi suficiente para alterar o valor da condutividade elétrica. Soratto & Crusciol (2007), trabalhando com doses de calcário em um solo de mesma classificação, também não constatarem resposta na soma de cátions e condutividade elétrica do extrato vegetal de feijão, mesmo com a redução dos teores de Mg solúvel 18 meses após a aplicação superficial do corretivo. Miyazawa et al. (2000) afirmaram que a condutividade elétrica dos extratos vegetais, onde os valores podem variar de acordo com a determinação da soma de cátions, determina a concentração dos íons dissolvidos na solução.

Os resíduos vegetais que apresentam maior capacidade em mobilizar Ca²⁺ no perfil do solo são aqueles com alto teor de K⁺ solúvel em seus tecidos, variando de espécie para espécie (Franchini et al., 2003). Visto que maiores teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ solúveis nos resíduos vegetais, são mais eficientes em imobilizar o Al³⁺ da solução do solo, acarretando em uma maior neutralização desse elemento no perfil do solo (Castro et al., 2012).

CONCLUSÕES

A concentração de cátions hidrossolúveis na parte aérea da cultura do milho não foi influenciada pela aplicação de calcário e silicato após 36 meses da correção do solo.

A condutividade elétrica dos extratos vegetais não detectou diferenças nos teores e na somatória de cátions hidrossolúveis na planta de milho.

AGRADECIMENTOS

À Capes pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao sexto autor.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **International Plant Nutrition Institute – Brazil**. In: Informações Agronômicas n.141, Piracicaba. 2013.

CASSIOLATO, M. E. et al. Evaluation of oat extracts on the efficiency of lime in soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 05, p. 533-536, 2000.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; MENEGALE, M. L. C. Calagem e silicatagem superficiais e a disponibilidade de cátions hidrossolúveis em culturas anuais e braquiária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 740-748, 2012.

DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. & MARTIN, F.G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. **Crop Science**, v. 34, p. 733-37, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 353 p., 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 99, p. 345-399, 2008.

FRANCHINI, J. C. et al. Organic composition of green manures during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 13, p. 2045-2058, 2003.

FRANCHINI, J. C. et al. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 533-542, 1999.

HUE, N.V.; CRADDOCK, G.R. & ADAMS, F. Effect of organics acids on aluminum toxicity in subsoils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, p. 28-34, 1986.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 168 p., 1994.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; FRANCHINI, J. C. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, n. 92, p. 01-08, 2000.

RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions

hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 01, p. 81-90, 2007.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 395-401, 2001.

ZIGLIO, C.M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, p. 257-262, 1999.

Tabela 1. Teores de cátions solúveis, somatória dos cátions (Σ) e condutividade elétrica (CE) do extrato vegetal das plantas de milho na época do florescimento masculino, após 36 meses da aplicação superficial de corretivos em sistema plantio direto.

Tratamento	Cátions Solúveis								CE
	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Cu	Fe	Zn	Σ	
Corretivos	(mmol _c kg ⁻¹)								μS cm ⁻¹
Controle	148 a	143 a	118 a	1,8 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a	410 a	1078 a
Calcário	148 a	142 a	139 a	1,7 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a	430 a	1067 a
Silicato	145 a	129 a	141 a	1,4 a	0,2 a	0,2 a	0,3 a	416 a	1166 a
Probabilidade F	0,95 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,59 ^{ns}

* e ns significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p<0,05).

Compartimentalização e redistribuição de macronutrientes em milho cultivado sob dois níveis de investimento em adubação

Carine Gregório Machado Silva⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; Aaron Martínez Gutiérrez⁽³⁾; Gabriela Oliveira Almeida⁽³⁾; Eduardo de Paula Simão⁽⁴⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽²⁾

⁽¹⁾Estudante de mestrado; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas, MG; carine.greg@gmail.com; ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; ⁽³⁾Estudante de mestrado; UFSJ; ⁽⁴⁾Estudante de doutorado; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG .

RESUMO: Conhecer a demanda por nutrientes e como eles estão distribuídos na planta fornece dados importantes para subsidiar o manejo de adubação. O objetivo desse estudo foi avaliar a absorção, compartimentalização e redistribuição de macronutrientes pelo milho em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Foram cultivados os híbridos DKB 310 PRO 2, BRS 1040 e 11873. Foram coletadas plantas nos estádios R2 e R6, separando em folhas, colmo, palha da espiga, sabugo e grãos, para determinação do acúmulo de macronutrientes. As folhas são o principal compartimento de reserva e redistribuição de N e S. Todos os compartimentos da planta atuam como fonte do P direcionado aos grãos. O colmo é o local preferencial de acumulação de K quando há maior fornecimento deste nutriente. O colmo, e não a folha, funciona como fonte na redistribuição de Ca e Mg na planta durante a formação dos grãos. Em média, a colheita dos grãos exporta, respectivamente, 48, 64, 21, 1, 19 e 42 % do N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos pela cultura do milho. A maior extração de nutrientes pelo milho cultivado sob alto investimento em adubação não garante incremento na produtividade de grãos.

Termos de indexação: Acúmulo de nutrientes, remobilização, exportação de nutrientes.

INTRODUÇÃO

O aumento expressivo da produtividade de milho nos últimos anos é devido às mudanças no manejo cultural, de adubação e, principalmente à utilização de cultivares modernas, em áreas com adoção de técnicas que permitem a intensificação do sistema de produção, como o plantio direto e a rotação de culturas. Essas técnicas auxiliam na conservação do solo e promovem aumento da produtividade.

Devido ao avanço do melhoramento genético, os híbridos de milho disponíveis apresentam-se com potencial produtivo cada vez mais elevado e, portanto, é de se esperar que ao longo do tempo ocorram mudanças nos padrões de exigência nutricional da cultura. Via de regra, as maiores

produtividades são alcançadas em lavouras com médio a alto investimento em adubação, mas a real exigência da cultura em cada situação nem sempre é conhecida.

Nesse contexto, além de quantificar a extração, é importante identificar as épocas de maior demanda dos nutrientes e como eles são distribuídos na planta (Duarte et al., 2003). A partir desses dados é possível planejar adubações mais eficientes, fornecendo nutrientes na quantidade correta, evitando gastos desnecessários e perdas no sistema, diminuindo o risco de contaminação ambiental.

O objetivo desse estudo foi avaliar a absorção, compartimentalização e redistribuição de macronutrientes no início do enchimento de grãos e na maturação fisiológica do milho, quando cultivado em ambientes com médio e alto investimento em adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob irrigação complementar na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, na safra 2014/2015, em um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso (Embrapa, 2013). A área experimental vem sendo mantida sob plantio direto há cinco safras, com cultivos de soja, milho, feijão e plantas de cobertura (milheto e crotalária).

A área é dividida em dois ambientes condicionados sob médio ou alto investimento tecnológico em adubação. Para o estabelecimento do ambiente de alto investimento, na safra 2011/2012 foram realizadas aplicações a lanço de superfosfato simples (100 kg ha^{-1}), cloreto de potássio (200 kg ha^{-1}), óxido de magnésio (429 kg ha^{-1}) e FTE BR 10 (50 kg ha^{-1}), com o objetivo de se elevar a condição de fertilidade do solo. Após a aplicação desses fertilizantes, foram realizadas ainda outras práticas culturais conforme apresentado por Padilha (2014).

A partir da safra 2011/2012, em todos os experimentos conduzidos, o ambiente de alto investimento recebeu maior adubação de

manutenção. Na entressafra de 2014, foi cultivado feijão nos dois ambientes, apenas com utilização de 40 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) em cobertura, sendo realizada irrigação complementar. Em novembro de 2014, foram realizadas no ambiente de alto investimento aplicações de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, 1 t ha⁻¹ de gesso e 200 kg ha⁻¹ de uma mistura 3:1 de cloreto de potássio e FTE BR 12.

No presente experimento, para cada ambiente (níveis de investimento em adubação), o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de quatro linhas de 6 m de comprimento espaçadas 0,5 m entre si. Como área útil, consideraram-se as duas linhas centrais. Foram avaliados três genótipos de milho: DKB 310 PRO 2 (híbrido comercial transgênico), BRS 1040 (híbrido comercial convencional) e 11873 (híbrido simples experimental, da Embrapa).

No tratamento de sementes para o ambiente de alto investimento, utilizou-se um inseticida (350 mL 100 kg⁻¹) com os princípios ativos imidacloprido (150 g L⁻¹) e tiodicarbe (450 g L⁻¹), mais o fertilizante multinutriente Biozyme® (600 mL 100 kg⁻¹). Para o ambiente de médio investimento, as sementes receberam somente o inseticida.

A semeadura foi realizada no dia 17/12/2014, utilizando 340 e 500 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16 + 0,3% de B nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. Empregou-se uma semeadora de parcelas, com distribuição de 70.000 sementes por hectare. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico V4, foi realizada uma adubação de cobertura em todo o experimento, com 90 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

No ambiente de alto investimento, foram realizadas ainda mais duas adubações de cobertura, fornecendo-se 70 kg ha⁻¹ de N e de K₂O (NPK 20-00-20) em V5, e 40 kg ha⁻¹ de N mais 44 kg ha⁻¹ de S (sulfato de amônio) no estágio V7. Ainda em V7, foi realizada uma adubação foliar com uma mistura dos fertilizantes Biozyme® (2 L ha⁻¹), fosfato monoamônico - MAP (2,5 kg ha⁻¹) e nitrato de cálcio (1,5 kg ha⁻¹), utilizando pulverizador costal.

Em janeiro de 2015 foi realizada amostragem de solo de 0 a 20 cm de profundidade para caracterizar a condição de fertilidade em cada ambiente de investimento em adubação (Tabela 1).

Foram coletadas plantas em cada parcela nos estádios fenológicos R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica). As plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em folha, colmo, palha, sabugo e grãos. As amostras foram secas em estufa a 65 °C e pesadas para quantificação da massa seca, sendo em seguida trituradas e analisadas quanto aos teores de N, P,

K, Ca, Mg e S, segundo metodologias descritas em Silva (2009). A partir desses teores e da massa seca em cada amostra, foram calculados os respectivos acúmulos de macronutrientes, de modo a determinar sua compartimentalização na planta de milho.

Tabela 1. Condições de fertilidade do solo (0-20 cm de profundidade) em ambientes com médio e alto investimento em adubação, aos 20 dias após a semeadura do milho, no estágio V5.

Atributo	Ambiente/Investimento	
	Médio	Alto
Mat.Org. (dag kg ⁻¹)	4,1	3,9
pH em água	6,1	6,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	0	0
H+Al (cmol _c cm ⁻³)	5,6	6,8
P Mehlich (mg dm ⁻³)	14	22
K (mg dm ⁻³)	45	159
Ca (cmol _c dm ⁻³)	6,2	5,7
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,0	1,2
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,9	14,1
V (%)	57	52
m (%)	0	0
S (mg dm ⁻³)	4	15
B (mg dm ⁻³)	1,1	1,8
Cu (mg dm ⁻³)	0,9	0,5
Fe (mg dm ⁻³)	28	19
Mn (mg dm ³)	54	9
Zn (mg dm ⁻³)	3	4

Os dados foram submetidos a análises de variância conjunta, a fim de se verificar a existência de interação entre híbridos e ambientes de investimento em adubação. Utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5 % de probabilidade para a comparação de tratamentos, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificadas diferenças significativas de acúmulo de nutrientes entre os ambientes de cultivo, para alguns dos compartimentos da planta, nas duas épocas avaliadas (Tabelas 2 e 3).

No estágio R2 (início do enchimento de grãos), observou-se maior acúmulo de N, K, Mg e S nas folhas, e N, K e S nos colmos do milho em resposta ao ambiente com maior investimento em adubação. Porém, nesta fase do ciclo, a espiga ainda não

expressava efeitos da disponibilidade diferenciada de nutrientes entre os dois ambientes (Tabela 2). Na maturação fisiológica (estádio R6), acentuaram-se as diferenças, com reflexos inclusive no compartimento palha + sabugo, que sob alto investimento em adubação apresentou maior acúmulo de todos os macronutrientes, exceto Ca. Os grãos tiveram acúmulo diferenciado de N e S entre os ambientes (Tabela 3).

Conforme esperado, as plantas cultivadas no ambiente com maior aporte de fertilizantes absorveram maiores quantidades totais de nutrientes, exceto para Ca e Mg em R2, para os quais as quantidades acumuladas foram superiores no ambiente de médio investimento. Esse comportamento provavelmente foi devido à quantidade mais elevada de K fornecida no ambiente de alto investimento, que acabou por inibir a absorção de Ca e Mg.

A quantidade de N acumulada nas folhas em R2 foi bastante superior em relação aos demais compartimentos (Tabela 2), sendo que ao final do ciclo (estádio R6) houve forte redistribuição para outras partes, principalmente para os grãos (Tabela 3). Essa redistribuição drenou 66 e 61 % do N foliar nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. De acordo com Bender et al. (2013) aproximadamente 50 % do total de N absorvido pelo milho é redirecionado para os grãos. No presente trabalho, esse valor foi de 49 e 47 %, respectivamente, para médio e alto investimento em adubação (Tabela 3).

Mais de 70 % da quantidade de P nas folhas e mais de 40 % desse nutriente presente nos colmos em R2 foram direcionados para os grãos (Tabelas 2 e 3). Ao final do ciclo a quantidade de P nos grãos correspondeu a 67 e 60 % do total absorvido nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. Esses índices de exportação revelam uma tendência de redução em comparação ao reportado na literatura mais antiga, na qual os valores chegam a até 90 % com a colheita dos grãos (Vasconcellos et al., 1983; Coelho & França, 1995).

O colmo é o principal local de acumulação de K na planta de milho, conforme se observa para o ambiente de alto investimento em adubação, e aí tende a permanecer, uma vez que os processos de redistribuição ou de perda por lavagem ocorrem de forma mais intensa a partir do K presente nas folhas (Tabela 2). É interessante notar que o milho chegou à maturação fisiológica com aproximadamente 77 % da quantidade de K que havia absorvido até R2 no ambiente de alto investimento, havendo, portanto, perda do nutriente na fase de senescência da cultura. Esse comportamento é comum e Büll (1993) relata que as plantas de milho podem chegar ao

final do ciclo com até a metade da quantidade máxima de K acumulada anteriormente.

Em ambos ambientes houve incremento do acúmulo de Ca e Mg nas folhas entre R2 e R6, e a mobilização para os grãos ocorreu principalmente a partir do colmo (Tabela 2). O Ca apresenta baixíssima mobilidade na planta (Malavolta et al., 1997) e a porcentagem de redistribuição das folhas e colmos do milho para outros compartimentos é muito pequena. De acordo com Vasconcellos et al., (1998), 3 a 5 % do total do Ca absorvido é alocado nas partes reprodutivas. No presente estudo, os grãos acumularam menos de 1% do total de Ca presente na planta (Tabela 3), sendo o macronutriente exportado em menor quantidade ($0,4 \text{ kg ha}^{-1}$). A exportação de Mg variou de 18 a 20% do absorvido ($8 \text{ a } 9 \text{ kg ha}^{-1}$).

As folhas foram o principal local de reserva e redistribuição do S absorvido e o maior investimento em adubação proporcionou níveis mais elevados de armazenamento do nutriente em todos os compartimentos (Tabelas 2 e 3). Os grãos receberam 40% ou mais do S acumulado pela planta e a exportação variou de 9 a 10 kg ha^{-1} .

Apesar da maior extração de nutrientes, a média de produtividade de grãos dos híbridos não foi superior no ambiente de alto investimento em adubação, revelando provável consumo de luxo, principalmente de N e K. Na média dos dois ambientes, o híbrido DKB 310 PRO 2 foi significativamente mais produtivo ($13.219 \text{ kg ha}^{-1}$) que o BRS 1040 (9.013 kg ha^{-1}) e o 11873 (8.933 kg ha^{-1}), os quais não diferiram entre si.

CONCLUSÕES

As folhas são o principal compartimento de reserva e redistribuição de N e S.

Todos os compartimentos da planta atuam como fonte do P direcionado aos grãos.

O colmo é o local preferencial de acumulação de K quando há maior fornecimento deste nutriente.

O colmo, e não a folha, funciona como fonte na redistribuição de Ca e Mg na planta durante a formação dos grãos.

Em média, a colheita dos grãos exporta, respectivamente, 48, 64, 21, 1, 19 e 42 % do N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos pela cultura do milho.

A maior extração de nutrientes pelo milho cultivado sob alto investimento em adubação não garante incremento na produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro e concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- BENDER, R. R., HAEGELE, J. W., RUFFO, M. L., & BELOW, F. E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, v.105, n.1, p.161-170, 2013.
- BULL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: Bull, L. T., & Cantarella, H (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba. 1993. p.63-145.
- COELHO, A. M., & FRANÇA, G. D. Seja o Doutor do seu Milho. *Arquivo do agrônomo* n°2 Potafos, 1995.
- DUARTE, A. P., KIEHL, J. D. C., CAMARGO, M. A. F. D., & RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.3, 2003.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2013. 412p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.
- PADILHA, F. A., Desempenho de híbridos de milho em dois níveis de investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG. 2014. 72p. **Dissertação** (Mestrado), Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 370p. (Embrapa Solos. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia).
- VASCONCELLOS, C. A., VIANA, M. C. M., & FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.11, p.1835-1845, 1998.

Tabela 2. Acúmulo equivalente de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S (kg ha⁻¹) em compartimentos da planta de milho no estágio fenológico R2, em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Média de três híbridos.

Nutriente	Compartimento							
	Total		Folha		Colmo		Palha + sabugo + grãos	
	Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento	
	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
N	276 b	363 a	126 b (66)	156 a (61)	68 b (14)	125 a (36)	83 (57)	82 (43)
P ₂ O ₅	64	70	22 (75)	27 (70)	15 (43)	19 (41)	27 (76)	24 (58)
K ₂ O	173 b	389 a	78 b (75)	118 a (53)	54 b (0)	230 a (29)	42 (24)	41 (4)
Ca	58	52	33 (0)	29 (0)	21 (15)	19 (13)	4 (37)	3 (0)
Mg	52	41	17 b (0)	12 a (0)	28 (43)	23 (34)	8 (53)	7 (15)
S	17	21	8 b (38)	10 a (32)	4 b (7)	6 a (17)	5 (53)	5 (27)

Para cada variável, médias seguidas de letras distintas diferem entre os ambientes de investimento pelo teste de Scott-Knott a 5%. *Valor entre parêntesis corresponde ao percentual do nutriente redistribuído para outros compartimentos entre os estádios R2 e R6.

Tabela 3. Acúmulo equivalente de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg e S (kg ha⁻¹) em compartimentos da planta de milho no estágio fenológico R6, em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Média de três híbridos.

Nutriente	Compartimento									
	Total		Folha		Colmo		Palha + sabugo		Grãos	
	Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento	
	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
N	266 b	359 a	43 b (16)	62 a (17)	58 b (22)	80 a (22)	35 b (13)	47 a (13)	131b(49)	172a(47)
P ₂ O ₅	63 b	73 a	6 b (9)	8 a (11)	9 (14)	11 (15)	6 b (10)	10 a (14)	42 (67)	44 (60)
K ₂ O	145 b	298 a	20 b (14)	56 a (19)	54 b (37)	164 a (55)	31 b (22)	40 a (13)	40 (28)	39 (13)
Ca	57	57	37 (64)	36 (63)	18 (31)	17 (30)	3 (4)	4 (7)	0,4 (1)	0,4 (1)
Mg	44	43	17 (38)	14 (33)	16 (36)	15 (34)	4 b (8)	6 a (13)	8 (18)	9 (20)



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

S 20 b 25 a 5 b (25) 7 a (27) 4 b (20) 5 a (20) 2 b (12) 3 a (14) 9 b (43) 10 a (40)

Para cada variável, médias seguidas de letras distintas diferem entre os ambientes de investimento pelo teste de Scott-Knott a 5%.

*Valor entre parêntesis corresponde ao percentual do nutriente acumulado em cada compartimento em relação ao total absorvido.

Compartimentalização e Redistribuição de Zinco em Plantas de Milho sob Dois Níveis de Adubação em Latossolo no Cerrado

Aarón Martínez Gutiérrez⁽¹⁾; **Carine Gregório Machado Silva**⁽¹⁾; **Álvaro Vilela de Resende**⁽²⁾; **Eduardo de Paula Simão**⁽³⁾; **Denize Carvalho Martins**⁽³⁾; **Paulo Evaristo Oliveira Guimarães**⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias - PPGCA; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas – MG; E-mail aaron_0715@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas – MG; E-mail alvaro.resende@embrapa.br; ⁽³⁾ Doutorado(a) em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa – MG.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compartimentos de acúmulo e a redistribuição do Zn absorvido pelo milho. Foram cultivados três genótipos de milho, sendo um transgênico e dois convencionais, em ambientes com alto e médio investimento em adubação. Nos estádios R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica), foram coletadas plantas para quantificação da extração de Zn nos terços inferior, médio e superior, separando-se as folhas e colmos, além da palha, sabugo e grãos. O milho direciona o Zn absorvido para o terço superior da planta, mas, em condições de maior suprimento, as partes inferiores funcionam como órgãos de reserva. O colmo armazena 23 a 42%, a palha da espiga 19 a 26% e os grãos de 29 a 33% do Zn absorvido. A maior disponibilidade Zn no ambiente de alto investimento em adubação incrementa significativamente a extração total, mas não influencia os teores nos grãos e a exportação do micronutriente, que corresponde a cerca de 16 g t⁻¹.

Termos de indexação: Micronutriente, remobilização, nutrição vegetal, demanda nutricional

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que afetam a produtividade do milho, é frequente o manejo inadequado da adubação. Requeridos pelas plantas em pequenas quantidades, os micronutrientes ganham importância crescente para o desenvolvimento das culturas à medida que se buscam maiores produtividades. A fertilização deve ser equilibrada a fim de atender à demanda de nutrientes da cultura, sendo necessária sua reposição também para manter a fertilidade do solo adequada aos cultivos subsequentes.

A agricultura brasileira, especialmente no cerrado, está sujeita a deficiências ou desequilíbrios de micronutrientes em função da baixa fertilidade natural do solo, da exportação pelas colheitas, ou

pelo uso excessivo de calcário e adubos fosfatados que contribuem para a insolubilização de micronutrientes como o zinco (Bataglia & Raji, 1989). Isso exige maior atenção no manejo da adubação, evitando criar situações que dificultam a absorção dos micronutrientes pelas plantas.

A deficiência de zinco (Zn) compreende uma das principais limitações nutricionais em áreas do cerrado (Malavolta et al., 1997; Gonçalves Júnior et al., 2006), o que pode provocar diminuição da produtividade, sendo o milho uma das culturas mais sensíveis. Dessa forma, conhecer o comportamento do Zn no sistema solo-planta é de especial interesse quando se visa alto potencial produtivo, tornando relevante caracterizar a demanda de extração, a dinâmica interna na planta e a exportação pelo milho em diferentes sistemas de cultivo ou níveis de investimento tecnológico.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compartimentos de acúmulo e a redistribuição do zinco absorvido pelo milho, quando cultivado sob dois níveis de adubação em Latossolo da região do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2014/2015, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situada a 19°28'30" de latitude S, 44°15'08" de longitude W, a uma altitude de 732 m, em Sete Lagoas – MG. A área experimental é constituída de Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013), com textura muito argilosa (660 g kg⁻¹ de argila).

Foram cultivados três genótipos de milho, sendo um transgênico (híbridos simples DKB 310 PRO 2) e dois convencionais (híbrido experimental 11873 e BRS 1040, da Embrapa), em ambientes com alto e médio investimento em adubação. Em cada ambiente, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de 6 m de

comprimento, espaçadas de 0,5 m, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais com bordaduras de um metro nas extremidades (4 m²). Previamente à instalação do experimento, foram aplicados a lanço no ambiente de alto investimento 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, 1 t ha⁻¹ de gesso e 200 kg ha⁻¹ de mistura 3:1 de cloreto de potássio e FTE BR 12, com a finalidade de proporcionar condições diferenciais de fertilidade do solo naquele ambiente.

Também no ambiente de alto investimento, as sementes foram tratadas com o inseticida Cropstar[®] (350 mL 100 kg⁻¹) mais o fertilizante Biozyme[®] (600 mL 100 kg⁻¹), que contém 2,43% de Zn. No caso do ambiente de médio investimento, as sementes receberam somente o inseticida. Na adubação de semeadura, foram utilizados 500 e 340 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16 + 0,3% de B, para alto e médio investimento, respectivamente.

A primeira adubação de cobertura para ambos os ambientes, foi de 90 kg ha⁻¹ de N (200 kg ha⁻¹ de ureia) no estádio V4. No ambiente de alto investimento, foram realizadas ainda mais duas adubações de cobertura, fornecendo-se 70 kg ha⁻¹ de N e de K₂O (350 kg ha⁻¹ de NPK 20-00-20) no estádio fenológico V5, e 40 kg ha⁻¹ de N + 44 kg ha⁻¹ de S (200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio) no estádio V7. Por fim, ainda no estádio V7, neste ambiente foi realizada uma adubação foliar com uma mistura dos fertilizantes Biozyme[®] (2 L ha⁻¹), fosfato monoamônico - MAP (2,5 kg ha⁻¹) e nitrato de cálcio (1,5 kg ha⁻¹), utilizando pulverizador costal. No estádio V9, os teores de Zn (extrator Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de profundidade eram de 5,4 e 3,4 mg dm⁻³ nos ambientes de alto e médio investimento, respectivamente.

Nos estádios R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica), foram coletadas plantas em cada parcela para análise de tecidos e quantificação da extração de zinco. As plantas foram cortadas rente ao solo e fragmentadas em terço inferior, médio e superior, separando-se as folhas e colmos dessas partes, além da palha, sabugo e grãos (este último somente em R6). As amostras das diferentes partes da planta foram secas em estufa a 65°C até ficarem com peso constante. Na sequência, foram pesadas, moídas e enviadas ao laboratório para as determinações dos teores de Zn, segundo metodologia descrita em Silva (2009). A partir do teor de Zn e massa seca, foi calculado o acúmulo do micronutriente em cada compartimento, expressando os resultados por hectare, admitindo-se uma população de 70 mil plantas. Após a colheita da área útil, determinou-se a produtividade de grãos com 13% umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para verificar a existência de

interação entre híbridos e ambientes de investimento em adubação. Utilizou-se o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre ambientes de investimento em adubação e híbridos para teor ou acúmulo de Zn nos compartimentos avaliados nas plantas de milho, tanto no enchimento de grãos (R2) quanto na maturação fisiológica (R6). Em alguns casos, detectou-se efeito isolado de ambiente e, em outros, efeito de híbridos. Assim sendo, optou-se por apresentar os resultados considerando a média dos valores expressos pelos três híbridos, de modo a se obter uma caracterização do Zn absorvido em função dos dois ambientes de adubação (Tabelas 1, 2 e 3).

Observa-se que os teores de Zn nas folhas no estádio R2 variaram de 15,2 a 38,1 mg kg⁻¹ nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente (Tabela 2), enquadrando-se na faixa considerada adequada para a cultura do milho, entre 15 e 100 mg kg⁻¹ (Bull, 1993; Raji & Cantarella, 1996). Entretanto, as folhas superiores é que expressaram os teores mais elevados. Essa mesma tendência foi observada para as partes do colmo.

Diferenças estatisticamente significativas devido aos ambientes de investimento em adubação foram detectadas para o teor e acúmulo de Zn no estádio R2 apenas nas folhas e colmo dos terços médio e inferior (Tabela 2). Desse modo, constata-se que o milho prioriza a alocação desse micronutriente para as partes mais jovens e, mesmo sob condições de menor disponibilidade (médio investimento em adubação), consegue manter o terço superior mais bem suprido em relação ao restante da planta. Por outro lado, percebe-se que em condições de maior fornecimento (alto investimento em adubação) o Zn é armazenado nas partes mais velhas, sobretudo no terço inferior do colmo.

Verifica-se que no período até a maturação fisiológica (estádio R6) ocorreram alterações substanciais na distribuição do Zn entre os compartimentos da planta (Tabelas 1 e 3) em comparação ao existente em R2 (Tabela 2). O novo dreno criado para a formação dos grãos fez com que houvesse redistribuição do Zn que havia sido acumulado nas partes vegetativas, notadamente nas folhas. Com o desenvolvimento das espigas, houve redução da proporção de Zn acumulado nas folhas e nos colmos. Segundo Jurkowska et al. (1990), quanto maior o teor no tecido vegetativo, maior é a remobilização e acúmulo deste micronutriente nos grãos.

Para todos os ambientes e épocas de amostragem, o colmo mostra-se como importante repositório de Zn, armazenando de 23 a 42 % do que foi alocado na parte aérea. No estágio de maturação fisiológica, a espiga passa a constituir o principal local de acúmulo de Zn (Tabela 3). É interessante notar que, após os grãos, a palha da espiga é o compartimento que isoladamente estoca mais Zn, representando cerca de um quarto do acúmulo total. Assim como os grãos, a palha acaba

Tabela 1. Variação relativa (%) do Zn acumulado entre os estádios R2 e R6, em diferentes compartimentos da planta de milho, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação	
	Alto	Médio
Folha inferior	-46,7	-33,5
Folha média	-44,0	-48,7
Folha superior	-23,4	-49,7
Colmo inferior	-49,2	-8,0
Colmo médio	-18,9	-2,0
Colmo superior	35,0	-1,6
Palha	60,6	63,6
Sabugo	6,8	-13,9
Planta inteira	32,4	46,2

representando um forte dreno de Zn, visto que há incremento de mais de 60% no conteúdo do micronutriente na palha entre os estádios R2 e R6 (Tabela 1).

A extração de Zn pelo milho perdura até o final do ciclo, sendo que um terço ou mais da absorção total ocorre tardiamente, a partir do início do enchimento de grãos até a maturação. Do total de 563 e 493 g ha⁻¹ de Zn acumulados na planta inteira no estádio R6, 61,1 e 66,4 % foram direcionados para as espigas, nos ambientes alto e médio investimento, respectivamente. Esse resultado reforça os relatos de que o Zn é o micronutriente que acumula mais nas espigas em relação à planta inteira (Duarte et al., 2003).

No presente estudo, a maior disponibilidade de Zn no ambiente de alto investimento incrementou significativamente a extração total, mas não influenciou os teores nos grãos ou a exportação do micronutriente (Tabelas 2 e 3). Na média dos híbridos, não houve efeito do nível de adubação sobre a produtividade de grãos, a qual foi 10,7 e 10,0 t ha⁻¹ para alto e médio investimento, respectivamente, resultando em potencial de exportação de 165 e 162 g ha⁻¹ de Zn com a colheita dos grãos. Essas quantidades corresponderam a 29,4 e 32,9 % do total acumulado na parte aérea, para os ambientes de alto e médio investimento tecnológico, respectivamente (Tabela 3). As quantidades de Zn presentes nos grãos estão próximas à obtida por Martínez et al. (2015), que foi de 182 g ha⁻¹ para uma produtividade de 12,9 t ha⁻¹, na média de 10 híbridos. Se assemelham também ao valor de 170 g ha⁻¹ relatado por Malavolta et al. (1997), para uma produtividade de 9,0 t ha⁻¹.

Todavia, tanto a proporção extraída pelas plantas a partir da fase de enchimento da espiga quanto o percentual do Zn absorvido que foi alocado nos grãos foram de menor magnitude em comparação aos padrões encontrados por Bender et al. (2013), ao avaliarem o comportamento de seis híbridos transgênicos em dois locais dos EUA, com produtividade ao redor de 12 t ha⁻¹. Esses autores observaram que 52% da absorção total ocorreu após o florescimento e que o acúmulo nos grãos correspondeu a 62% do Zn extraído. Tais variações reforçam a necessidade de mais estudos regionalizados, que considerem os efeitos de cultivares, ambientes, tratos culturais e potencial produtivo, de modo a aprimorar os conhecimentos e subsidiar melhorias no manejo de micronutrientes na cultura do milho.

CONCLUSÕES

O milho direciona o Zn absorvido para o terço superior da planta, mas, em condições de maior suprimento, as partes inferiores funcionam como órgãos de reserva.

O colmo armazena 23 a 42%, a palha da espiga 19 a 26% e os grãos de 29 a 33% do Zn absorvido.

A maior disponibilidade Zn no ambiente de alto investimento em adubação incrementa significativamente a extração total, mas não influencia os teores nos grãos e a exportação do micronutriente, que corresponde a cerca de 16 g t⁻¹.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro. Ao CONACYT do México, pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. V. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.
- BENDER, R.R HAEGELE, J.W; RUFFO, M.L; BELOW, F.E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal** 105:161-170. 2013.
- DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-20, 2003.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

GONÇALVES JUNIOR, A.C. et al. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférico. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

JURKOWSKA, H.; WISNIOWSKA-KIELIAN, B.; ROGOZ, A.; WOJCIECHOWICZ, T. The effect of N-fertilization rate on the levels of mineral components in various plant species: Part II. Microelements. **Rolnictwo Z**, v.29, p.51-64, 1990.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios**

e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARTINEZ, A. G.; PADILHA, F. A.; SILVA, C. G. M.; RESENDE, A.V.; MOREIRA, S.G.; SIMAO, E. Teor nos grãos e exportação de micronutrientes pelo milho em dois níveis de investimento tecnológico.. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal - RN. O Solo e suas Múltiplas Funções. **Anais...** Natal - RN: SBCS/EPARN, 2015. p. 1-4.

SILVA, C.S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

Tabela 2. Teor (mg kg^{-1}), acúmulo (g ha^{-1}) e acúmulo relativo (%) de Zn em diferentes compartimentos da planta de milho no estágio R2, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação					
	Alto			Médio		
	Teor	Acúmulo	Ac. relativo	Teor	Acúmulo	Ac. relativo
Folha inferior	24,4 a	35,4 a	8,3	15,2 b	19,1 b	5,7
Folha média	20,0 a	40,3 a	9,5	18,1 b	34,3 b	10,2
Folha superior	38,1 a	46,4 a	10,9	37,5 a	42,5 a	12,6
Colmo inferior	13,6 a	79,6 a	18,7	9,0 b	48,0 a	14,2
Colmo médio	25,0 a	54,4 a	12,8	17,6 b	35,0 b	10,4
Colmo superior	39,3 a	42,4 a	10,0	35,8 a	36,2 a	10,8
Palha	30,3 a	80,9 a	19,0	28,2 b	77,5 a	23,0
Sabugo	38,2 a	45,5 a	10,7	35,2 a	44,4 a	13,2
Total	-	425,0 a	100	-	337,0 b	100

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teor (mg kg^{-1}), acúmulo (g ha^{-1}) e acúmulo relativo (%) de Zn em diferentes compartimentos da planta de milho no estágio R6, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação					
	Alto			Médio		
	Teor	Acúmulo	Ac. relativo	Teor	Acúmulo	Ac. relativo
Folha inferior	21,1 a	18,9 a	3,4	14,5 b	12,7 b	2,6
Folha média	13,2 a	22,5 a	4,0	11,7 b	17,6 b	3,6
Folha superior	28,9 a	35,6 a	6,3	23,4 b	21,4 b	4,3
Colmo inferior	8,9 a	40,4 a	7,2	10,2 a	44,1 a	9,0
Colmo médio	15,2 a	44,1 a	7,8	16,8 a	34,3 a	7,0
Colmo superior	48,8 a	57,3 a	10,2	41,9 b	35,7 a	7,2
Palha	51,5 a	130,0 a	23,1	51,0 a	126,8 a	25,7
Sabugo	26,3 a	48,6 a	8,6	21,5 b	38,2 b	7,8
Grão	15,4 a	165,2 a	29,4	16,0 a	161,9 a	32,9
Total	-	563,0 a	100	-	493,0 b	100

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Componentes da produção e produtividade de grãos de milho em função da calagem e gessagem superficial

Pietro Hunger Micheri⁽¹⁾; Claudio Hideo Martins da Costa⁽²⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽³⁾; Jayme Ferrari Neto⁽¹⁾; Katiuça Sueko Tanaka⁽¹⁾; Murilo de Souza⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP; phmicheri@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de Goiás – Regional de Jataí; Jataí, GO; ⁽³⁾ Professor; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP;

RESUMO: O uso da calagem e gessagem levam a modificação química e estrutural dos solos, envolvidos na resposta à componentes da produção e a produtividade de grãos nas culturas. Com o objetivo de avaliar os benefícios, como a nutrição e produtividade de grãos da cultura do milho, decorrentes da aplicação de calcário e gesso agrícola na superfície, em sistema de plantio direto (SPD) consolidado, em região de inverno seco, esse trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu (SP), dando continuidade a um projeto de pesquisa que vem sendo conduzido desde o ano agrícola de 2002/03. A semeadura do milho foi realizada em dezembro de 2011. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por: 1 - controle, 2 - aplicação de calcário (2.000 kg ha^{-1}), 3 - aplicação de gesso (2.100 kg ha^{-1}), e 4 - aplicação de calcário + gesso ($2.000 \text{ kg ha}^{-1} + 2.100 \text{ kg ha}^{-1}$). Foram realizadas as seguintes avaliações: teores de nutrientes, população de plantas, componentes da produção e produtividade de grãos de Milho. A utilização da calagem e gessagem superficial melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e consequentemente em maiores produtividades de grãos.

Termos de indexação: calcário, gesso, *Zea mays*, nutrição plantas.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cerrado é a principal região produtora de grãos do país, ocupa cerca de 205 milhões ha ou 23% do território nacional. Grande parte dos solos dessa região apresentam baixa fertilidade natural, elevada saturação de alumínio, e elevada capacidade de fixação de P (Fageria; Stone, 1999). A baixa fertilidade é uma característica de solos ácidos, assim a correção

desses solos é muito importante para crescimento adequado das culturas (Castro e Crusciol, 2013).

A calagem é a prática mais comumente utilizada para neutralizar a acidez do solo e restaurar a capacidade de produção, elevar a disponibilidade de nutrientes, e reduzir os níveis de elementos tóxicos (Caires et al., 2013). Essa prática no sistema plantio direto é realizada superficialmente, contudo, em curto prazo, os efeitos da calagem superficial ficam restritos as camadas superficiais do solo.

O gesso agrícola é um produto mais solúvel que o calcário, composto principalmente de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), entretanto, sua adição no solo não altera o pH. O gesso aplicado na superfície do solo movimentam-se ao longo do perfil sob a influência da percolação de água (Caires et al., 1999). Como consequência obtém-se aumento no suprimento de cálcio e redução da toxidez de alumínio no subsolo (Caires et al., 2013). É, portanto, uma alternativa para melhorar o ambiente radicular no subsolo, e pode ser usado em solos ácidos, como um complemento para a calagem (Caires et al., 2003). Esse trabalho objetivou avaliar a nutrição e produtividade de grãos das culturas do milho, decorrentes da aplicação de calcário e gesso agrícola na superfície, em SPD consolidado, em região de inverno seco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), apresentando como coordenadas geográficas $48^\circ 23'$ de longitude Oeste de Greenwich e $22^\circ 51'$ de latitude Sul, com altitude de 765 metros.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distroférico. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Durante a condução do experimento a

precipitação e a temperatura média mensal foi de, respectivamente, 143 mm e 21,2 °C em dezembro de 2011; 357 mm e 23,4 °C em janeiro de 2012; 167 mm e 26,1 °C em fevereiro de 2012; 59 mm e 24,6 °C em março de 2012; 250 mm e 23,1 °C em abril de 2012.

As características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas em outubro de 2010 e os resultados foram: 27,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; pH (CaCl₂) 4,7; 34,0 mg dm⁻³ de P (resina); 1,6; 23; 14; 42 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg e H+Al, respectivamente; e 47% de saturação por bases. Em agosto de 2004 foram coletadas amostras de solo para análise granulométrica (20-40 cm) e os resultados foram: 513, 360 e 127 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por: 1 - controle, 2 - aplicação de calcário (2.000 kg ha⁻¹), 3 - aplicação de gesso (2.100 kg ha⁻¹), e 4 - aplicação de calcário + gesso (2.000 kg ha⁻¹ + 2.100 kg ha⁻¹). As características do calcário foram, 23,3% de CaO, 17,5% de MgO e 87,5% de PRNT, e do gesso 16% de S e 20% de Ca. A dose de calcário foi definida de acordo com a análise química do solo na profundidade 0-0,20 m para elevar a saturação por bases a 70%. A dose de gesso foi de acordo com Rajj et al. (1997), sendo a dose recomendada (kg ha⁻¹) igual ao teor de argila (g kg⁻¹) da camada 0,20 – 0,40 m multiplicado por 6.

No início do experimento a calagem e a gessagem superficial foram realizadas em 15 de outubro de 2002, nas doses previstas para cada tratamento. As reaplicações foram realizadas nos dias 19 de novembro de 2004 e 18 de outubro de 2010.

A cultura do milho foi semeada no dia 22 de dezembro de 2011, utilizando-se o híbrido 2B433, de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, no espaçamento de 0,45 m entre as linhas. Para a adubação de base nos sulcos foram utilizados 350 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O), levando-se em conta as características químicas do solo e as recomendações para a cultura do milho (Cantarella et al., 1997). Em 17 de janeiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N, na forma de nitrato de amônio nas entrelinhas. Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

No dia anterior à colheita realizou-se a coleta de plantas para determinação dos componentes da produção, e no dia 27 de abril de 2012 procedeu-se a colheita, utilizando-se colhedora de parcelas. Colheram-se as três fileiras centrais de plantas por 7 m de comprimento de cada parcela para avaliar a

produtividade de grãos (13% de base úmida).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelos teste LSD à 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar 4.2 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de calcário e de calcário associado ao gesso proporcionaram maiores teores foliares de N, P e Ca, com aumento em relação ao controle de 14, 6 e 5%, respectivamente, pela calagem, e de 14, 6 e 10%, respectivamente, pela calagem associada ao gesso (Tabela 2). Isto pode ser decorrente da elevação do pH, que pode aumentar a atividade da nitrificação em até 5 vezes, de 0,18 para 0,93 µg NO₃⁻-N/g.h (Islam et al., 2006), a mineralização de N orgânico do solo (Rosolem et al., 1990) e a disponibilidade de P no solo (MacBride, 1994).

Os teores foliares de Mg aumentaram com a calagem e a calagem associada ao gesso em relação ao controle, em 70 e 40%, respectivamente (Tabela 2). A calagem superficial é conhecida por influenciar positivamente a absorção de Ca e Mg nas culturas em SPD estabelecido, uma vez que os produtos da dissociação do calcário elevam a disponibilidade de Ca e Mg trocável no perfil do solo, corroborando os resultados obtidos por Castro e Crusciol (2013) na cultura do milho.

A gessagem e a calagem associada ao gesso proporcionaram os maiores teores foliares de S, com incrementos de 19 e 25%, respectivamente, em relação ao controle (Tabela 2). Esses resultados são decorrentes do aumento nos teores de S-SO₄²⁻ no solo pela gessagem. O gesso agrícola é um subproduto da fabricação de ácido fosfórico possuindo em sua composição quantidades substanciais de enxofre (16% de S).

Os teores foliares de K, Cu, Zn, Mn e Fe, nos tratamentos de calagem e calagem associada ao gesso estes foram menores em relação ao controle e à gessagem (Tabela 2). Quanto aos K fica evidente que pode ter ocorrido competição pelos sítios de troca de absorção com o Ca e Mg, mas principalmente com o Mg, pela similaridade de raio iônico e potencial eletroquímico de absorção de ambos (Patel et al., 1993; Fonseca e Meurer, 1997). Caires et al. (2002) também observaram elevado desequilíbrio nutricional entre o Mg e K, contudo não constataram efeito na produtividade de grãos.

Com relação aos teores de Cu, Zn, Mn e Fe, o aumento do pH proporcionado pela calagem reduz a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos no solo, aumentando a retenção no complexo coloidal ou reduzindo a solubilidade das formas químicas que controlam a sua concentração na solução do solo (Quaggio, 2000).

Com relação à produção de matéria seca e os componentes da produção, sendo este último pouco estudado nos trabalhos relacionados acidez do solo e aplicação de corretivos, a avaliação permite entender o porquê a acidez reduz a produtividade de grãos, ou seja, qual(is) estrutura(s) que comporá(ão) a produção da planta é mais sensível a acidez do solo, pois na grande totalidade dos trabalhos nesta linha de pesquisa avaliam apenas a produtividade de grãos e, ainda, em um número maior a produção de matéria seca da parte aérea.

Assim, constatou-se que a produção de matéria seca foi maior com a calagem, associada ou não ao gesso (Tabela 3), semelhantes aos resultados observados por Melo et al. (2011). Os autores atribuíram este efeito à melhor nutrição das plantas de milho proporcionada pela calagem.

A calagem associada ao gesso proporcionou o maior número de espigas por planta, seguida do tratamento calagem (Tabela 3). Isto pode ter ocorrido em decorrência da elevada acidez do solo ter prejudicado o desenvolvimento inicial das plantas, fase em que as espigas potenciais começam a ser determinadas, da fase V3 até a V5 (Ritchie et al., 2003). Prado (2001) observaram os maiores valores de espigas por plantas, de 0,99, na saturação por bases de 65% comparados à saturação por bases de 45%, com valores de 0,94, contudo os autores salientam que não houve diferença significativa.

O número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos foram maiores nos tratamentos calagem e calagem associada ao gesso, seguidos da gessagem (Tabela 3), evidenciando que estes componentes ficaram limitados sob condições de elevada acidez. Estes resultados podem ser atribuídos aos maiores teores de Ca nestes tratamentos, visto que este nutriente é essencial na viabilidade e germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, que garantirão a fecundação da flor (Marschner, 2012). Assim, condições desfavoráveis durante o desenvolvimento dos grãos além de causar abortamento destes (Jacobs & Pearson, 1991), pode também reduzir a capacidade dos drenos de mobilizar fotoassimilados, ou seja, reduz a massa de 100 dos grãos (Tabela 3).

A produtividade de grãos aumentou em ordem crescente em função da aplicação de gesso, calcário e calcário associado ao gesso (Tabela 3). Este efeito foi reflexo dos observados nos componentes da produção, ou seja, o maior número de grãos por espiga e massa de 100 grãos no tratamento gessagem, em relação ao controle, e na calagem e calagem associada ao gesso, em relação ao controle e a gessagem, bem como, o maior

número de espigas por planta no tratamento calagem associada ao gesso, em relação ao controle, a gessagem e a calagem, foram determinantes para a produtividade de grãos.

CONCLUSÕES

A calagem e gessagem superficial melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e consequentemente em maiores produtividades de grãos.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações agrônomicas**. IPNI-International Plant Nutrition Institute, 2013.
- CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 26, p. 1011–1022, 2002.
- CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 66, p. 41–53, 2015.
- CAIRES, E. F.; JORIS, H. a. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45–53, 2011.
- CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2nd ed. Bol. Tec. 100**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 40–54.
- CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 673–681, 2013.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a program for statistical analysis and teaching. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36–41, 2008.
- FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 47–50, 1997.
- GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial

- no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 283–290, 2003.
- ISLAM, A.; WHITE, R. E.; CHEN, D. Nitrification activity in acid soils of north-eastern Victoria, Australia, as affected by liming and phosphorus fertilisation. **Australian Journal of Soil Research**, v. 44, p. 739–744, 2006.
- JACOBS, B. C.; PEARSON, C. J. Potential yield of maize, determined by rates of growth and development of ears. **Field Crops Research**, v. 27, n. 3, p. 281–298, 1991.
- MACBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 1994.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Amsterdam: Elsevier; Academic Press, 2012.
- MELO, L. C. A.; AVANZI, J. C.; CARVALHO, R.; SOUZA, F. S.; PEREIRA, J. L. A. R.; MENDES, A. D. R.; MACEDO, G. B. Nutrição e produção de matéria seca de milho submetido a calagem e adubação sulfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 193–199, 2011.
- MIRANDA, L. N. De; MIRANDA, C. J. C. de; REIN, T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho Lime under no-tillage and conventional planting systems for soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, 2005.
- MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. Efeito residual do calcário na produção de milho e soja em solo Glei pouco húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 209–215, 2000.
- PATEL, S. K.; RHOADS, F. M.; HANLON, E. A.; BARNETT, R. D. Potassium and magnesium uptake by wheat and soybean roots as influenced by fertilizer rate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 24, n. 13-14, p. 1543–1556, 1993.
- PECK, N. H.; MACDONALD, G. E. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. **American Society for Horticultural Science Journal**, v. 114, n. 2, p. 269–272, 1989.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; QUEIROZ, D. M.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C. Alterações de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agrônomicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 121–131, 2003.
- PRADO, R. de M. **Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto** Scientia Agricola, 2001. .
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000.
- RAHMATULLAH; BAKER, D. E. Magnesium accumulation by corn (*Zea mays* L.) as a function of potassium-magnesium exchange in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 899–903, 1981.
- REHM, G. W.; SORENSEN, R. C. Effects of Potassium and Magnesium Applied for Corn Grown on an Irrigated Sandy Soil1. **Soil Science**, v. 49, p. 1446–1450, 1985.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, v. 103, p. 1–20, 2003.
- ROSOLEM, C. A.; PEREIRA, H. F. M.; BESSA, A. M.; AMARAL, P. G. Nitrogen in soil and cotton growth as affected by liming and N fertilizer. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer, 1990. p. 321–325.

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes na folha diagnose do milho em função da gessagem e calagem superficial, num Latossolo Vermelho distroférico, em SPD. Na safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe
Tratamentos	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹			
Controle	27 c	3,1 b	9,7 a	4,1 c	1,0 b	1,6 b	9,8 a	15,0 a	78 a	227 a
Gesso	29 b	3,1 b	9,1 a	4,1 c	0,7 b	1,9 a	9,3 a	14,6 a	83 a	199 a
Calcário	31 a	3,3 a	7,1 c	4,3 b	1,7 a	1,6 b	8,3 b	14,6 a	54 b	165 b
C + G	31 a	3,3 a	8,1 b	4,5 a	1,4 a	2,0 a	7,6 b	14,4 a	48 b	177 b
Bloco	0,649	0,055	0,358	0,362	0,334	0,585	0,146	0,269	0,687	0,173
Tratamentos	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,010	0,446	0,000	0,008

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p<0,05).

Tabela 2. Produção de matéria seca de parte aérea, população de plantas, número de espigas por planta, grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho em função da gessagem e calagem superficial, num Latossolo Vermelho distroférico, em SPD. Na safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	Matéria seca	População	Espigas por planta	Grãos por espiga	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
---------	--------------	-----------	--------------------	------------------	--------------------	------------------------

Tratamentos	kg ha ⁻¹	mil pl ha ⁻¹	n ^o	n ^o	g	kg ha ⁻¹
Controle	10394 b	71 a	0,95 c	351 c	24,20 c	4970 d
Gesso	10989 b	68 a	0,92 c	397 b	25,39 b	5708 c
Calcário	14836 a	66 a	1,01 b	426 a	26,29 a	6872 b
C + G	14741 a	65 a	1,16 a	443 a	27,06 a	8586 a
Bloco	0,153	0,891	0,104	0,658	0,797	0,115
Tratamentos	<0,001	0,297	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t ($p < 0,05$).

Comportamento do milho em função da Densidade Populacional e da Adubação Nitrogenada no Oeste Paraense

Carlos Alberto Costa Veloso¹; Francisco Ronaldo Sarmanho de Souza¹; Aristides Resende Silva¹; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho¹; Austrelino Silveira Filho¹.

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA; Email: ronaldo.sarmanho@embrapa.br

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob o sistema plantio direto no município de Belterra, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado para cada experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Assim, avaliou-se na cultura do milho a influência do espaçamento, da densidade populacional e de doses de nitrogênio no teor de nitrogênio nas folhas, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade. O trabalho foi instalado no ano agrícola 2014/2015 e constou de tratamentos representados pela combinação de quatro doses de nitrogênio em cobertura: 0, 60, 120 e 180 Kg.ha⁻¹, com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹. Independente do local, híbrido, espaçamento e densidade, o parcelamento da adubação de cobertura nitrogenada contribuiu decisivamente para o aumento da produtividade de grãos. A produtividade de grãos elevou-se de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, a maior produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 Kg.ha⁻¹ de N e com a densidade de 65.000 plantas.ha⁻¹, promovendo aumento no teor de N foliar. Não há influência da densidade populacional nos resultados da produtividade do milho.

Termos de indexação: *Zea mays*, nitrogênio, sistema de cultivo.

INTRODUÇÃO

O milho é cultivado em todo o território brasileiro, o que faz com que assumam expressiva importância, tanto pelo volume de produção e extensão da área plantada, como pelo papel socioeconômico que representa, constituindo-se como fonte alternativa da renda para o agricultor. No ano de 2014, a área colhida no Brasil foi de 15.000.000 ha e a produção foi estimada de 82.000.000 toneladas (Conab, 2015).

A expansão da produção de grãos no Estado do Pará no ano agrícola 2014/2015, somente na produção de milho foram 218,7 mil hectares de área plantada na safra e safrinha (Conab, 2015).

O nitrogênio é um dos macronutrientes mais exigidos pela cultura do milho e seu manejo é difícil em virtude da multiplicidade de reações químicas e biológicas a que está sujeito, além de possuir grande dependência das condições edafoclimáticas (Cantarella e Duarte, 2004). Apesar da exigência nutricional do milho ser menor nos estádios iniciais de crescimento da planta, alguns trabalhos têm mostrado que concentrações mais elevadas de N na zona radicular são favoráveis para promover o rápido crescimento inicial do cereal e o aumento na produtividade de grãos (Yamada, 1996).

Avanços tecnológicos no cultivo de milho, como a utilização de híbridos de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura, aliados a melhorias na fertilidade do solo e práticas de adubação, vêm proporcionando incrementos significativos em produtividade (Von Pinho et al., 2008).

Vários fatores podem influenciar o rendimento da cultura do milho, como o potencial produtivo do híbrido, as condições climáticas, a população de plantas, e condições nutricionais e fitossanitárias (Fancelli e Dourado Neto, 2003).

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de quatro níveis de adubação nitrogenada em cobertura, associados a quatro densidades de semeadura, sobre características agrônomicas de um híbrido comercial de milho cultivado no Estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, no ano agrícola de 2014/2015, no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Belterra, localizado na mesorregião do Oeste Paraense, área considerada representativa para o cultivo de grãos no Estado do Pará.

O solo onde foi feito o cultivo foi classificado, em no grupo Latossolo Amarelo, textura argilosa, com

boas propriedades físicas e média a concentração de alumínio (Rodrigues et al., 1999).

O município de Belterra, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Ami, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 02°38' S; Longitude 54°57' W; e altitude média de 175 m. A temperatura média anual de 26 °C, a umidade relativa do ar média de 80% e a precipitação pluviométrica anual de 1900 mm (Bastos, 1972). Na Figura 1. São apresentados os dados de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade durante a condução do experimento.

As amostras de solo para determinação das análises químicas e físicas, foram coletadas antes da instalação dos experimentos na camada de 0 - 20 cm de profundidade. As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial, 4 x 4, correspondendo a quatro doses de nitrogênio: (0; 60; 120 e 180 kg.ha⁻¹ de N) na forma de ureia, combinadas com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹.

O preparo de área consistiu de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira com grade aradora e a segunda com grade niveladora, passadas em sentidos transversais. Para correção da acidez do solo, aplicou-se a lanço e em toda área experimental o equivalente a 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90%), estimado com base no critério de elevação da saturação por bases a 60%, de acordo com Raij et al. (1996). O corretivo foi incorporado, por ocasião do preparo de solo, aplicando-se metade, antes da aração e o restante antes da gradagem. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicado em sulco ao lado das linhas de plantio. A aplicação de potássio foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 na ocasião do plantio e o restante 2/3 em cobertura nas entrelinhas, juntamente com a segunda aplicação do nitrogênio. Foi utilizada a cultivar de milho híbrido AG 7088 e espaçamento de 0,70 m, com cinco plantas por metro linear. Fez-se também, o plantio de capim braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) logo após o plantio para a cobertura do solo, visto que a cobertura permanente do solo é um dos pilares do SPD.

Na época da floração, coletou-se 30 folhas opostas e abaixo da espiga retirando-se o terço central, por tratamento, para a determinação dos teores de N, P, K, Na, Ca e Mg. Na colheita foram

consideradas as quatro linhas centrais de cada parcela experimental.

Foi realizada a coleta de solo antes da colheita na profundidade de 0-20 cm para determinações de pH (H₂O), MO, P, K, Ca, Na, Mg e Al. Todas as análises de solo (Embrapa, 1997) e análises de tecido vegetal (Malavolta, 1997) foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Aos 120 dias da semeadura, realizou-se a colheita do milho, obtendo-se os seguintes componentes de produção: massa de palha da espiga, do sabugo, de grãos a 13% de umidade e total de espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância e conforme a significância, as médias das épocas de aplicação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade e as doses de nitrogênio foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses de nitrogênio no município de Belterra, teve efeito significativo ($p < 0,05$) na produtividade de grãos de milho. O modelo ajustou-se em uma equação do primeiro grau (Figura 2), cujo coeficiente de determinação r^2 foi 0,88 indicando que 88,8% da variação do rendimento do milho em função das doses de nitrogênio são explicados pela equação.

Foi obtido ajuste linear para as doses de nitrogênio aplicadas no milho e a maior produtividade de grãos foi alcançada com a aplicação da dose de 180 kg.ha⁻¹, com a qual foi necessário aproximadamente 30,6 kg de N para produção de 1000 kg de grãos, conforme (Figura 2). No tratamento com a maior dose a produtividade foi 1.572,2 kg.ha⁻¹ de grãos (26,8%) superior a produtividade obtida com a dose de 60 kg.ha⁻¹, e 1.666,9 kg.ha⁻¹ (28,4%) superior à não aplicação de N.

Em estudo com milho, Kappes et al. (2014) utilizando doses de 0 a 150 Kg.ha⁻¹ de nitrogênio em SPD no Mato Grosso do Sul, também verificou aumento linear da produtividade de acordo com a elevação das doses de nutriente. Bastos et al. (2008), no estado do Maranhão, observaram efeito linear para doses crescentes de N na cultura do milho cultivado em SPD, obtendo-se produtividade de grãos de 7.700 kg.ha⁻¹, com 180 kg.ha⁻¹, de N. Lange (2006) também verificou influência positiva da adubação nitrogenada com produtividade de 11.000 kg.ha⁻¹, com a dose de 140 kg.ha⁻¹ de N em SPD no cerrado de Minas Gerais.

Em outros estudos em Belterra, na região do oeste do Pará, Veloso et al. (2012) observou que a produtividade aumentou de forma linear em relação às doses de N aplicadas, sendo a máxima produtividade obtida com a maior dose de N (120 kg.ha⁻¹), ao avaliar doses de nitrogênio de 0 a 120 kg.ha⁻¹ em Latossolo Amarelo distrófico.

Resultado diferente foi obtido por Melo et al. (2011) que, utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha⁻¹ no milho em SPD de seis anos no Maranhão, verificou que a resposta aos tratamentos seguiu também um modelo quadrático, com o máximo rendimento de grãos de milho correspondente a dose de 120 kg.ha⁻¹.

Com a aplicação da dose de 60 kg.ha⁻¹ obteve-se produtividade de grãos de 4.303,1 kg.ha⁻¹, valor abaixo do nível médio nacional de produtividade, de cerca de 5.396 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016). Com a dose mínima de nutriente utilizada neste estudo já é possível superar a média do Estado do Pará, de apenas 3.232 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016).

O solo fornece N para as culturas a partir da mineralização do N da MO, assim, é possível inferir que havia disponibilidade de N no solo proveniente de matéria orgânica (MO) no mesmo (Tabela 1), visto que a produtividade média obtida no tratamento em que não houve aplicação de nitrogênio (N0) foi de 4.208,4 kg.ha⁻¹.

Com relação a interação entre a adubação nitrogenada e a densidade de plantas sobre os caracteres agrônômicos da cultura do milho segundo Mendes et al. (2011), esses fatores são influenciados pela escolha do híbrido. A população recomendada para maximizar a produtividade de grãos de milho varia de 40.000 a 80.000 plantas por hectare (Cruz & Pereira Filho, 2009; Cruz, 2010). No entanto, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das densidades de plantio adotadas (Figura 3) e não houve interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio em relação a produtividade de grãos ($p > 0,05$).

CONCLUSÕES

A produtividade de grãos elevou-se de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, a maior produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 kg.ha⁻¹ de N e com a densidade de 65.000 plantas. ha⁻¹.

Não há influência da densidade populacional nos resultados da produtividade do milho.

REFERÊNCIAS

BASTOS, E. A. CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob

plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 02, p. 275-280, 2008.

BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Belém: IPEAN, 1972. p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 139-182.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra brasileira: grãos, 10º levantamento. Brasília: Conab, 2015. <<http://www.conab.gov.br>>. 12 Jul. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2. ed. 1997. 212p. (EMBRAPA/CNPS. Documento 1).

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

KAPPES, C.; ARF, O.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no cerrado. Revista Ceres, vol. 53, núm. 306, março-abril, 2006, pp. 171-178. Viçosa, MG.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MELO, F. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 27-31, jan-mar, 2011.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SANTOS, P.L. dos ; SILVA, J.L. da. **Zoneamento agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 1999, 64p.

VELOSO, C. A. C.; FRANZINI, V. I.; SILVA, A. R. B. ; SILVA, A. R. Adubação nitrogenada no milho no Oeste do estado do Pará. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 84). 2012.



VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. *Bragantia*, v.67, p.733-739, 2008.

YAMADA, T. **Adubação nitrogenada no milho: quanto, como e quando aplicar**. Piracicaba. POTAFÓS, 1996. p.15. (*Informações Agronômicas*, 74).

Tabela 1. Características químicas e físicas da área experimental utilizada no município de Belterra, PA, 2015, antes da instalação do experimento.

pH (H ₂ O)	M.O. g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	Ca	Mg	K	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
			cmolc.dm ⁻³					g.kg ⁻¹		
4,1	40	3,0	1,5	0,3	0,10	0,9	6,5	200	220	580

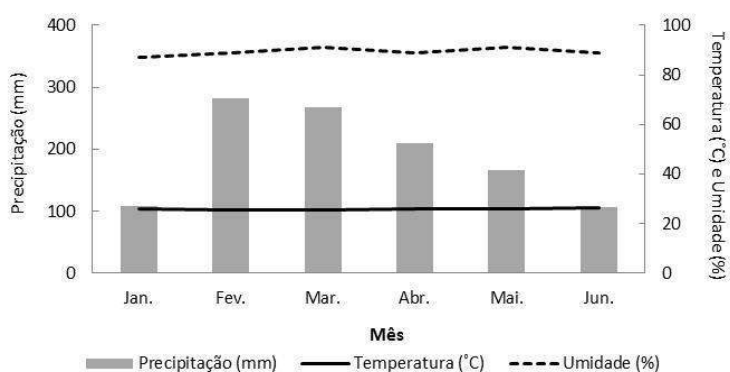


Figura 1. Precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar entre os meses de janeiro a julho de 2015 em Belterra, PA.

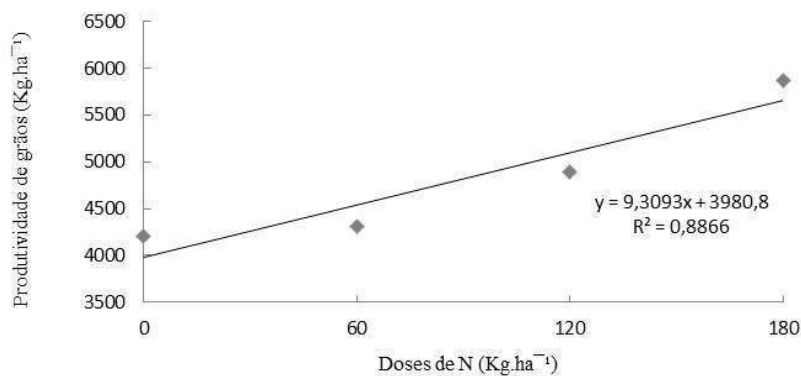


Figura 2. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio, em Belterra-PA.

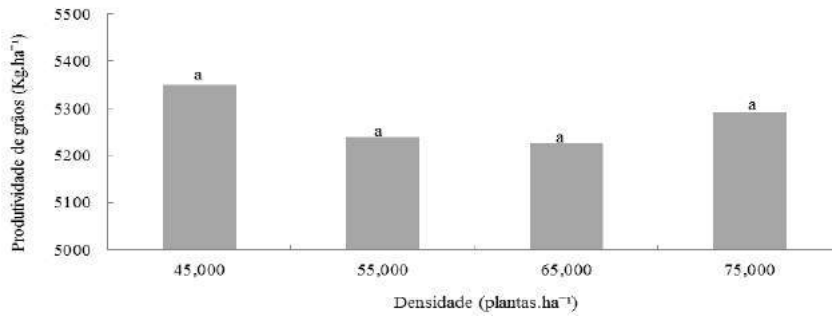


Figura 3. Produtividade de grãos em função das densidades em Belterra/PA.

Desempenho agrônômico de híbridos de milho em três épocas de semeadura na região do Vale de São Patrício, Goiás

Janaina Batista de Lima⁽¹⁾; Leandro Lopes Gomes⁽²⁾; Wilian Henrique Diniz Buso⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Agronomia; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres; Ceres – GO; jana24bl@gmail.com; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Zootecnia e Agricultura; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

RESUMO: O milho é uma planta que pertence à família *Poaceae*, dentro da qual é a espécie que apresenta maior potencial de produtividade. Objetivou com o trabalho avaliar o desempenho de diferentes híbridos de milho em três épocas de semeadura no município de Ceres-GO. Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda do IF Goiano Campus Ceres. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 10x3, com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) e três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições em cada experimento, totalizando 90 parcelas experimentais. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, para as três épocas de semeadura. Para altura de planta e da primeira espiga e diâmetro do colmo houve diferença estatística ($P < 0,05$) nas épocas de semeadura, demonstrando que a semeadura no dia 20/02/2012 reduziu o porte da planta e a altura da espiga. Na semeadura de 30/11/2011 diferiu ($P < 0,05$) das demais épocas de semeadura para produtividade dos híbridos P3646H e DKB Bi 9438, que foram iguais estatisticamente ($P > 0,05$) com produtividade de 9.724 e 10.692 kg ha⁻¹, respectivamente. Os híbridos favoráveis para produção em época de maior disponibilidade hídrica foram DKB Bi 9438, P3646H.

Termos de indexação: cultivares, semeadura, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família *Poaceae*, dentro da qual é a espécie que apresenta maior potencial de produtividade. Os programas de melhoramento genético de milho no Brasil permitiram a obtenção de novos híbridos adaptados a várias regiões do país. Para se obter maiores rendimentos de grãos, se faz necessário, além da escolha correta do híbrido, que os fatores abióticos (PORTO et al.,

2011; CRUZ et al., 2010) e fatores bióticos (OLIVEIRA et al., 2010), não sejam limitantes para o cultivo do milho, maximizando assim o potencial produtivo das cultivares (PERIN et al., 2009). As cultivares atuais têm características de porte mais baixo, melhor arquitetura foliar e também possuem menor massa vegetal. Devido a essas características, esses materiais exercem menores índices de sombreamento e captam melhor a luz solar (CRUZ et al., 2006). De acordo com DUARTE e PATERNIANI (1998) a adaptação de cultivares a uma determinada região produtora varia com a época de semeadura de maneira que, em cultivos extemporâneos, as cultivares mais bem adaptadas não estão associadas com as da safra de verão. Assim, em áreas extensas a avaliação regionalizada de cultivares de milho, nos períodos de safra e safrinha, permite conhecer melhor os ambientes onde cada cultivar se sobressai e comparar suas vantagens e limitações nas diferentes regiões.

Diante disso, objetivou com a presente pesquisa avaliar o desempenho de dez híbridos de milho em três épocas de semeadura na região do Vale de São Patrício, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Fazenda Experimental do IFGoiano Campus Ceres, município de Ceres, Goiás. Os dados de distribuição pluviométrica e temperatura encontram-se na (Figura 1).

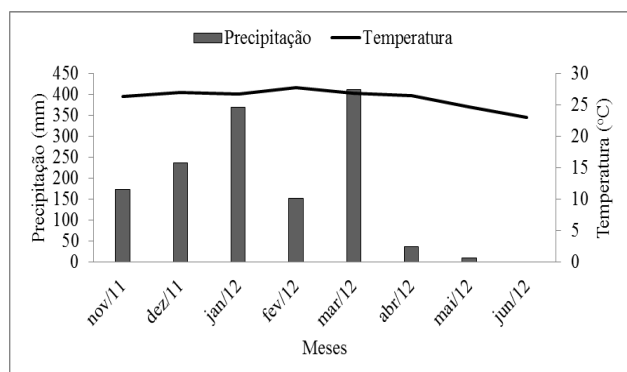


Figura 1. Precipitação e temperatura médias durante o período experimental.

A adubação de semeadura foi de 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 150 kg ha⁻¹ de fósforo e 80 kg ha⁻¹ de potássio. As adubações em cobertura ocorreram quando as plantas estavam na sexta folha totalmente expandida, distribuiu-se 40 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de potássio (20-00-20), e na oitava folha, aplicou-se 90 kg ha⁻¹ de N (ureia). Utilizou-se herbicida atrazina em pós emergência na dosagem de 3 L ha⁻¹ quando a cultura estava com seis folhas visando controle de plantas daninhas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 3x10, com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) e três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições em cada experimento, totalizando 90 parcelas experimentais.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros espaçadas de 0,50 m entre linhas. As avaliações procederam nas duas linhas centrais das parcelas deixando 0,50 m de bordadura nas extremidades. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, respectivamente, para as três épocas de semeadura.

As variáveis analisadas foram: altura da primeira espiga, altura de plantas, diâmetro do colmo conforme metodologia de Demétrio et al. (2008) e produtividade (kg ha⁻¹). Após a colheita foi realizado a retirada da palha de todas as espigas e debulhado manualmente. Em seguida foi pesado em balança digital. A umidade dos grãos de cada parcela foi aferida, corrigida posteriormente para 13% e calculada a produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias comparadas pelo teste de ScottKnott com nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Development

Core Team, 2014) com o pacote easyanova (Arnhold 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa ($P>0,05$) entre híbridos e épocas de semeadura para a altura de planta e espiga e diâmetro do colmo.

Para altura de planta e da primeira espiga e o diâmetro do colmo houve diferença estatística ($P<0,05$) entre todas as épocas de semeadura, demonstrando que a semeadura em 20/02/2012 reduziu o porte da planta e a altura da espiga, assim, a cultura quando exposta condições ambientais menos favoráveis reduz o seu desenvolvimento, estas variáveis foram afetadas pelo encurtamento dos entre nós (**Tabela 1**). De acordo com FARINELLI et al. (2003) híbridos de milho apresentaram valores baixos de altura de plantas e inserção da primeira espiga em cultivos tardios devido a condições ambientais.

O diâmetro do colmo reduziu ($P<0,05$) de 20,72 a 19,06 mm da semeadura de 30/11/2011 para 20/02/2012, respectivamente, (**Tabela 1**). Em semeadura tardia o menor índice pluviométrico reduz o diâmetro do colmo e estas estruturas são responsáveis pela sustentação e pelo acúmulo de foto-assimilados produzidos pela planta. Entre os híbridos não ocorreram diferenças ($P>0,05$) para esta variável o mesmo foi verificado por Araújo et al. (2013) que trabalharam com a adoção de três diferentes sistemas tecnológicos (baixo, médio e alto) no mês de novembro em Montes Claros, MG, observaram que para híbridos SHS 4080 e IAC 8333 não ocorreu diferença no diâmetro do colmo entre os diferentes sistemas. A redução do diâmetro do colmo é um parâmetro importante a ser trabalhado nos experimentos com milho, pois colmos finos e com espigas pesadas e com a sua inserção muito alta, aumenta a probabilidade de queda ou inclinação da planta, o que dificulta a colheita (BALBINOT JÚNIOR e FLECK, 2005).

Ocorreu interação significativa ($P<0,05$) entre os híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos, conforme apresentado na (**Tabela 2**). Mendes et al. (2011) em semeadura na segunda quinzena de outubro verificaram que o híbrido FORMULA foi o menos produtivo dentre os demais híbridos trabalhados (P30P34, FORMULA, NK7G27 e P30R50). O mesmo foi observado nesta pesquisa em que o híbrido FORMULA também foi o menos produtivo na semeadura de 30/11/2011. Este fator pode ser indicativo que este híbrido não deve ser utilizado em cultivos de verão.

Na semeadura de 30/11/2011 houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os híbridos em que, os híbridos P3646H e DKB Bi 9438 foram iguais estatisticamente ($P > 0,05$) com produtividade de 9.724 e 10.692 kg ha⁻¹, respectivamente, e diferiram ($P < 0,05$) dos demais. Na segunda e terceira época de semeadura não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os híbridos estudados, conforme a Tabela 6.

Ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre as épocas de semeadura para a produtividade, as maiores foram obtidas na primeira época. Na segunda e terceira época os híbridos TRUCK, FORMULA, AGN30A77H e AGN30A37H foram iguais ($P > 0,05$) e para os demais híbridos a produtividade foi maior na segunda época e menor na terceira de acordo com a (Tabela 2). As menores produtividades na segunda e terceira época de semeadura ocorreram devido a menor disponibilidade hídrica (Figura 1). De acordo com Silva et al. (2015) que trabalharam com vários híbridos e semeadura no dia 14/02/2007, relataram que a ocorrência de precipitação no período de florescimento dos híbridos é fator determinante para ganhos de produtividade.

A semeadura realizada em novembro apresentou maior ($P < 0,05$) produtividade em consequência das condições climáticas favoráveis, com maior volume de precipitações e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos híbridos (Figura 1). Com isso, a adequação da época de semeadura com a menor probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica, especialmente durante o período mais crítico de desenvolvimento da planta de milho, que ocorre da floração ao início do enchimento de grãos, pode incrementar o rendimento de grãos

CONCLUSÕES

Os híbridos P3646H e DKB Bi9438 apresenta maior produtividade quando semeados em novembro.

Para as épocas de semeadura realizadas nos períodos com menor índice pluviométrico (01/02/2012 e 20/02/2012), os híbridos reduzem o seu desempenho produtivo.

A semeadura realizada no dia 30/11/2011 proporciona o melhor desempenho para todos os híbridos.

AGRADECIMENTOS

A todas as empresas que doaram as sementes dos híbridos e ao IF Goiano – Campus Ceres pelo

apoio PIPECT e pela execução da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônomo de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 44, n. 4, p 885-892, 2013.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Benefício e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista Plantio Direto**, v.5, p.37- 41, 2005.

CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A., ALVARENGA, R.C., GONTIJO NETO, M.M., VIANA, J.H. M., OLIVEIRA, M.F., SANTANA, D.P. 2006. **Manejo da cultura do Milho**. Circular Técnica 87: 12 p.

CRUZ, J.C.; SILVA, G.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; MAGALHÃES, P.C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.177-188, 2010.

DEMÉTRIO, C.S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M. E. A. G. **Avaliação de cultivares de milho no Estado de São Paulo: Influência de fatores abióticos e estratificação ambiental**. Resultados do sistema IAC/CATI/Empresas 1999/2000. Campinas, Instituto Agrônomo, 2000 (Documento IAC, 69).

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FERNANDES FILHO, D. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; FARIA, M.V.; ALBUQUERQUE, C.J.V.; ROSÁRIO, J.G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.2, p.176-192, 2011.

OLIVEIRA, R.P.; ALVES, P.L.C.A.; NEPOMUCENO, M.P.; YAMAUTI, M.S. Influência do arranjo de plantas em dois híbridos de milho safrinha nas relações de interferência com a comunidade infestante. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.450-459, 2010.

PERIN, A.; GUARESCHI, R.F.; SILVA JUNIOR, H.R.; SILVA, A.; AZEVEDO, W.R. Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás. **Agrarian**, v.2, n.3, p. 19-28, 2009.



PORTO, A.P.F.; VASCONCELOS, R.C.; VIANA, A.E.S.;
ALMEIDA, M.R.S. Variedades de milho a diferentes
espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA.
Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.2, p.208-
214, 2011.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P.D.S.
Desempenhos agrônômico e econômico de cultivares de
milho na safrinha. **Agrarian**, v.8. n.27. p.1-11, 2015.

TABELA 1. Altura de planta e da espiga, diâmetro do colmo em diferentes épocas de semeadura. Ceres, 2012.

Épocas de Semeadura	Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)
30/11/2011	2,20 a	1,05 a	20,72 a
01/02/2012	1,83 b	0,94 b	20,03 b
20/02/2012	1,59 c	0,81 c	19,06 c
Híbridos	Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)
TRUCK	1,88 b	0,97 a	20,12 a
FORMULA	1,89 b	0,83 b	19,85 a
P30F53H	1,89 b	1,00 a	20,76 a
P3646H	1,81 b	0,88 b	20,27 a
P30F35H	2,06 a	0,99 a	20,91 a
AGN30A77H	1,86 b	0,94 a	19,87 a
AGN30A37H	1,75 b	0,86 b	19,03 a
AG8088PRO	1,81 b	0,86 b	19,49 a
DKB 390	1,79 b	0,95 a	19,20 a
DKB Bi 9438	1,99 a	1,07 a	19,86 a
CV (%)	6,28	11,26	6,27

Medias seguida de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste de Skottknott a 5% de propabilidade.

TABELA 2. Desdobramento da interação entre híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de grãos (kg ha^{-1})

Híbridos	Época de semeadura		
	30/11/2011	01/02/2012	20/02/2012
TRUCK	8448 aB	3872 bA	2259,84 bA
FORMULA	5896 aB	4224 bA	2735,92 bA
P30F53H	8184 aB	3960 bA	1636,80 cA
P3646H	9724 aA	4312 bA	1570,80 cA
P30F35H	7656 aB	4796 bA	2219,36 cA
AGN30A77H	7304 aB	3080 bA	2170,96 bA
AGN30A37H	7260 aB	3916 bA	2377,76 bA
AG8088PRO	6512 aB	3388 bA	1239,62 cA
DKB 390	8272 aB	4180 bA	1766,16 cA
DKB Bi 9438	10692 aA	6336 bA	1141,54 cA
CV (%)	23,61		



Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são iguais pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

Desempenho de milho em preparos de solo e adubação de semeadura.

Jeferson Carlos de Oliveira Silva⁽¹⁾; Adelar José Fabian⁽²⁾; Gabriel Alberto Ceballos⁽³⁾; Luis Fernando de Mendonça Siqueira⁽¹⁾; Witer Moreira Guimarães⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *campus* Uberaba; Uberaba, MG; bolsista PET MEC; jefersonteng@gmail.com; lfmsiqueira.91@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Titular, IFTM - *campus* Uberaba; Dr. em Agronomia. adelar@iftm.edu.br. ⁽³⁾ Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista FAPEMIG; ceballos.agro@gmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista PIBIC IFTM; witermoreira@gmail.com;

RESUMO: Novos desafios exigem produtividade com economia de insumos, atendendo demandas sustentáveis. Visando retornar ao solo os nutrientes dele extraído, aqui estudamos a substituição do fertilizante mineral pelo orgânico na semeadura em diferentes preparos de solo. O experimento foi conduzido em DBC com nove preparos de solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico; cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica. Os preparos foram realizados entre 01/08 a 02/11/2015. A semeadura foi realizada em 05/11/2015. Na semeadura, na faixa mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha⁻¹. Na faixa com adubação orgânica foi distribuído 2,67 Mg ha⁻¹ de fertilizante orgânico em dose única a lanço. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente. As avaliações realizadas ao final do ciclo (126 dias) foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; massa de palha; massa de sabugo; massa de 100 grãos e produtividade. Não se observou diferença na produtividade em função dos preparos e adubações utilizados. Entretanto ocorreu diferença na altura de inserção da espiga e massa de palha. A adubação orgânica na semeadura pode substituir a mineral, com reutilização dos resíduos orgânicos obtendo redução de custos.

Termos de indexação: Sustentabilidade. Produtividade. *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil ocupou uma área de 5.488 mil hectares onde foram produzidas 27.046 mil Mg de grãos com produtividade média de 4.928 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016).

O uso intensivo do solo utilizando vários cultivos por ano tem mostrado crescimento, aumentando a produção e a oferta de alimentos. Assim se faz necessário a adoção de boas práticas de manejo do solo e de tratos culturais para manter a sustentabilidade da produção (Ferreira, 1997). Consequentemente o uso intensivo do solo pode favorecer a formação de camadas compactadas, a redução da estabilidade de agregados, aumentando a propensão à perda de solo (Pruski, 1997).

Os preparos convencionais quebram os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a resistência dos agregados do solo (Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

Nos sistemas conservacionistas os resíduos vegetais oferecem proteção ao solo diminuindo o impacto da gota de chuva, adicionando matéria orgânica, reduzindo a erosão e melhorando a estabilidade térmica do solo, além de melhorar o desenvolvimento dos microorganismos do solo (Coelho, 1991).

Araujo et al., (2004), citam que os preparos conservacionistas mobilizam minimamente o solo e mantêm a maior parte dos resíduos vegetais, responsáveis pela conservação do solo e retenção de água no sistema.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações no desenvolvimento e produtividade do milho híbrido MG 652 PW.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano de manejo, safra 2015/2016, em Uberaba – MG, situado na latitude -19°39'20.38" S, longitude 47°57'28.52" W, a 795 m acima do nível do mar. O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), tropical quente e úmido, com inverno frio e seco, precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21°C, respectivamente. O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida. Os tratamentos principais foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações.

A semeadura do milho híbrido MG 652 PW foi realizada com 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m² centrais (1,0 m de largura x 4,0 m de comprimento), tendo as duas linhas externas como bordadura, bem como 1 m das extremidades de cada linha.

A densidade média de plantas foi de 3,05 plantas por metro totalizando uma população de 61.000 plantas por ha.

Durante a semeadura do milho, na faixa com adubo mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha⁻¹ de acordo com a análise de solo. Na faixa com adubação orgânica adicionamos a mesma dose de nutrientes recomendada utilizando-se adubo orgânico obtido por meio de compostagem na dose de 2.666 kg ha⁻¹, distribuído em dose única, a lanço, logo após a semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha⁻¹

de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente.

Os atributos avaliados foram: altura de inserção da espiga; altura da planta; massa de palha; massa de sabugo; produtividade de milho e massa de 100 grãos. Em cada subparcela foram escolhidas ao acaso cinco plantas para avaliar os atributos de desenvolvimento.

Para avaliar a produtividade foram colhidas as espigas da área útil, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg⁻¹.

Para avaliar as diferenças nos parâmetros avaliados entre os tratamentos, foram realizadas análises de variância, utilizando o teste F. Para as variáveis, cujo teste foi significativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferença na produtividade (P>0,05) em função dos preparos e adubações utilizados.

Entretanto ocorreu diferença (P>0,05) nas médias de altura de inserção da espiga e massa de palha da espiga (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de milho (P), altura de inserção da espiga (AIE) e massa de palha da espiga (MP) de milho (MG 652 PW) com adubação mineral ou orgânica na semeadura, na safra 2015/2016, em Uberaba, MG.

	P (Mg ha ⁻¹)	AIE (m)	MP (kg ha ⁻¹)
Preparo do solo ⁽¹⁾			
T1 - SD-PCS	12,6 a	1,06 a ⁽²⁾	600 b
T2 - SD-SPCS	12,2 a	0,97 b	680 a
T3 - PB	12,8 a	0,96 b	555 b
T4 - BR-G	12,0 a	1,04 a	538 b
T5 - ESC	13,1 a	1,06 a	723 a
T6 - SUBS	13,1 a	1,03 a	743 a
T7 - AR	13,5 a	1,01 b	775 a
T8 - GR	13,1 a	1,06 a	698 a
T9 - GR+AR	13,0 a	1,00 b	720 a
Adubação			
Mineral	13,0 a	1,05 a	685 a
Orgânica	12,7 a	0,99 a	655 a
Teste F			
Preparo do solo (P)	0,921 ^{ns}	0,00056 ^{**}	7,0E ^{-04**}
Adubação (A)	0,416 ^{ns}	0,0858 ^{ns}	0,467 ^{ns}

P x A	0,819 ^{ns}	0,474 ^{ns}	0,789 ^{ns}
C.V. (%)	4,81	5,29	10,35

(¹) Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

(²) Tratamentos:

T1 – semeadura direta com uso de e planta de cobertura do solo (SD-PCS)

T2 - semeadura direta sem uso de plantas de cobertura (SD-SPCS);

T3 - preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis) (PB);

T4 - uso de cobertura do solo com braquiária ruziziensis e incorporação com grade; (BR-G)

T5 – escarificador (ESC);

T6 – subsolador (SUBS);

T7 – arado (AR);

T8 – grade (GR);

T9 - grade+arado (GR+AR)

A igualdade nos valores de produtividade não evidenciou interferências positivas ou negativas decorrentes do preparo. Isso pode ser devido a ação de preparo dos tratamentos convencionais em teores adequados de umidade, bem como as contribuições das coberturas de solo ainda não expressarem seus efeitos positivos. Outra possibilidade foi devido ao fornecimento hídrico adequado por meio das chuvas.

Diferentes resultados foram obtidos por outros estudos. Utilizando área experimental e tratamentos semelhantes, Bastos (1999) e Silva et al. (1998) chegaram à conclusão de que a adubação com composto orgânico após 12 e 13 anos da primeira aplicação, consegue não só manter a produtividade como também elevá-la a altos patamares. Assim, produtividades adequadas são obtidas e mantidas após alguns anos de aplicação do composto orgânico no sulco de semeadura. Em nossos estudos a aplicação ocorreu em apenas três anos.

Maia (1999) avaliando a variação da produtividade do milho obtida em 14 anos de aplicação contínua, tanto de adubação orgânica quanto mineral, verificou que houve respostas diferenciadas da produtividade do milho bem como resposta às adubações. A tendência da produtividade do milho, com o uso de 40 m³ de composto orgânico ha⁻¹ ano⁻¹ foi sempre ascendente, atingindo produtividades em torno de 8,0 Mg ha⁻¹. Em nosso estudo em apenas três anos não se observou diferenças da produtividade em razão do tipo de adubação. Isso confirma a possibilidade de uso de fontes alternativas não

industriais como substituto para a adubação de semeadura, resultando em benefícios econômicos e ambientais.

Gonçalves et al. (2000) concluíram que a produtividade do milho no sistema orgânico foi sempre superior à obtida com a adubação mineral e independe da população de plantas utilizada, confirmando o estudo de Viegas e Freire (1956).

Farinelli et al. (2002), avaliando os componentes de produção de diversos híbridos de milho, constataram que, em virtude da época de semeadura ter sido realizada no mês de novembro, a alta produtividade obtida foi consequência das condições climáticas favoráveis, com volume maior de precipitações, armazenamento de água no solo e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos cultivares avaliados. É o que pode ter ocorrido em nosso estudo.

A altura das plantas, peso do sabugo e massa de 100 grãos não foram afetadas pelos fatores estudados (Tabela 1). Uma explicação para os resultados encontrados pode estar relacionada à época de semeadura (novembro) uma vez que a temperatura e a precipitação ocorrida nos primeiros dias de desenvolvimento provocaram intenso desenvolvimento vegetativo da planta, aumentando a capacidade em absorver a radiação fotossinteticamente ativa.

Com relação à massa de palha da espiga constatou-se que os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram menores valores que os demais. Nesses três tratamentos havia braquiária como planta de cobertura do solo.

Esses resultados revelam que os preparos do solo e adubações interferiram sobre alguns componentes de produção sem no entanto afetar a produtividade.

CONCLUSÕES

Os preparos de solo não afetaram a produtividade de milho no terceiro ano de manejo.

A adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na semeadura, sem prejudicar a produtividade.

Não houve interação entre os preparos de solo e adubação.

AGRADECIMENTOS

Ao IFTM pela colaboração com insumos, implementos e área cedida para o experimento, assim como colaboradores alunos e servidores envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. C. de; PERIN, A.; MACHADO, A. T. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estágio de "verde" em sistemas orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados. **resumos expandidos**. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- BASTOS, C.S. **Sistemas da adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. Viçosa, UFV.117f. 1999. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 14:99105, 1990.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.E.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Safra 2015/2016**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_19_11_58_17_boletim_graos_maios_2016_-_final.pdf>. Acesso em 19 de maio de 2016.
- FARINELLI, R. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de "Safra" e "Safrinha". In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD - ROM).
- FERREIRA, L.M. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru-SP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 217p. 1997. (Tese de Doutorado).
- GONÇALVES, R.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, E.C. Populações de plantas e diferentes sistemas produtivos afetando a produção de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, 2000. **Resumos...**, Uberlândia, EMBRAPA/CNPMS-UFU. 116p. 2000.
- MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de Nitrogênio pela adição continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico**. Viçosa, UFV, 1999. 55 f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PRUSKI, F.F. Aplicação de modelos físico-matemáticos para a conservação de água e solo. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS e VIÇOSA: UFV/Departamento de Engenharia Agrícola, p.129-171. 1997.
- SILVA, E.C.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; ARAÚJO, G.A. A. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Viçosa, 1998. **Resumos...**, Viçosa, UFV, 321p. 1998.
- VIEGAS, G. P.; FREIRE, E. S. Adubação do milho. VIII. Ensaio com esterco e adubos minerais. **Bragantia**, Piracicaba, n.15, v.1, p.107-120, 1956.

Desempenho forrageiro do sorgo BRS 509 submetido à adubação nitrogenada e potássica em cobertura

Waldiney de Oliveira Campos ⁽¹⁾; Iran Dias Borges ⁽²⁾; Júnia de Paula Lara ⁽³⁾; Victor Fernando Ferreira ⁽⁴⁾; Renata Pereira da Costa ⁽⁵⁾; Carlos Eduardo Silva Ribeiro ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, waldineyoliveira10@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor doutor adjunto Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG. ⁽³⁾ Mestranda Universidade Federal de São João Del Rei, PPGCA. ⁽⁴⁾ Graduando Universidade Federal de São João Del Rei. ⁽⁵⁾ Graduando Universidade Federal de São João Del Rei.

RESUMO: O sorgo (*Sorghum Bicolor L.*) é uma planta C4, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas, de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma cultivar de sorgo sacarino, conduzido sem irrigação, submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura na região central de MG. O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ-SL. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio e potássio em cobertura com a cultivar BRS 509. O desenvolvimento do sorgo sacarino é favorecido pelo aumento da dose de N em cobertura até um ponto máximo anterior a maturidade. Doses crescentes de potássio em cobertura não influenciam o desenvolvimento do sorgo sacarino.

Termos de indexação: sweet sorgum, adubação, forragem.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor L.*) é uma planta C4, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas, de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca (BELLO, 1997). Possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, tolerando mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais, podendo ser cultivado numa ampla faixa de condições.

A planta responde intensamente a incrementos no suprimento de água e à adubação, alcançando ou superando, em alguns casos, as produções de massa seca e de grãos normalmente obtidas com a

cultura do milho (COELHO, 2011). Então, nutrientes como N e K₂O que são requeridos em maior quantidade influenciam diretamente a produtividade.

Assim, pode se evidenciar a hipótese de que a adubação em cobertura influencia as características agrônomicas da planta de sorgo sacarino.

Contudo, ainda existem poucos estudos de recomendação de adubação para a cultura do sorgo sacarino, além de muitas das vezes, esses se basear na cultura do sorgo forrageiro e até mesmo na cultura do milho; assim é necessário rever e complementar estas informações.

Avaliar a influência de doses de macronutrientes em cobertura na produção de massa verde de cultivares de sorgo sacarino pode subsidiar as estratégias de manejo visando a eficiência para o uso como alternativa forrageira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma cultivar de sorgo sacarino, conduzida sem irrigação, submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura na região Central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ em Sete Lagoas – MG. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. A área está localizada em terreno limítrofe ao CNPMS-EMBRAPA com as coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, altitude de 769 m.

O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen (OMETTO, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anua 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

A correção do solo não foi necessária e na adubação de plantio aplicou-se 350 kg ha⁻¹ de 08-28-16, considerando resultados da análise química

do solo e uma expectativa de produção acima de 60 t ha⁻¹ de massa verde (RIBEIRO et al., 1999).

No plantio adotou-se o espaçamento de 0.70 m, a densidade de 100000 plantas ha⁻¹, e parcelas com 04 linhas de 5.0 m sendo as duas centrais consideradas como úteis.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio em cobertura (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) com a cultivar BRS 509.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), foram ajustados modelos de regressão e teste de comparação de médias com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os modelos para ajuste das equações serão escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas: Distância, em metros, do solo ao topo da panícula em 6 plantas da parcela.

Diâmetro de colmo: Medido com paquímetro digital no terço médio do colmo de 6 plantas da parcela.

Florescimento: Número de dias após a emergência da parcela.

Massa verde: pesagem das plantas colhidas na parcela e valores expressos em t ha⁻¹.

Massa seca: secagem de amostras de 450 gramas de material fresco em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até peso constante, valores expressos em t ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas não foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em cobertura, nas condições de realização deste trabalho.

O diâmetro do terço médio teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 127,42 kg ha⁻¹ de N (**Figura 1**).

Trabalhando com sorgo forrageiro e adubação nitrogenada em cobertura PARENTE et al. (2014) observou que com aumento da dose de N houve aumento do diâmetro das plantas. Isso se explica pelo fato do diâmetro se relacionar com o crescimento da planta e sua diferenciação.

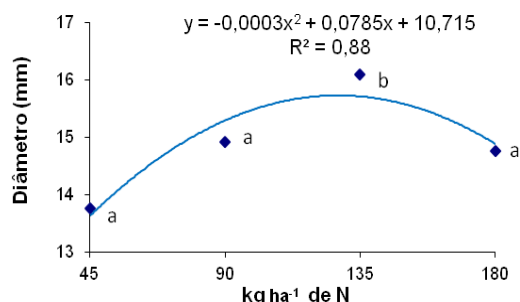


Figura 1: Valores de diâmetro do terço médio (mm) do colmo de sorgo sacarina (BRS 509) submetidos a quatro doses de N e quatro doses de K₂O (50,100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para cada 100 kg ha⁻¹ de potássio em cobertura que se acrescenta há uma redução de 1,5 dias no florescimento (**Figura 2**). GIACOMINI et al, (2013) trabalhando com a cultivar CMSXS 643 obteve 64 DAE para florescimento. Isso se deve ao fato de que estádios mais sensíveis da cultura de sorgo sacarina não coincidirem com a ocorrência de maior intensidade de estresse hídrico para este trabalho.

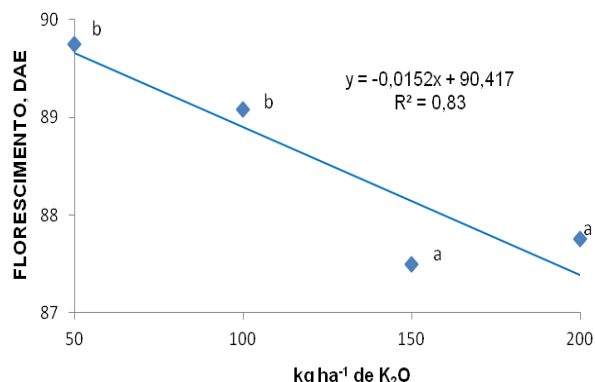


Figura 2: Valores para florescimento (DAE) da planta de sorgo sacarina (BRS 509) submetido a quatro doses de K₂O e quatro doses de N (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa verde teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 120,83 kg ha⁻¹ de nitrogênio (**Figura 3**).

FILHO et al. (2013) trabalhando com a cultivar sacarina BR 506 produziu cerca de 86,0 t ha⁻¹, o que foi bem superior a este trabalho. Vários fatores afetam a absorção de NH₄⁺ assim como a absorção de K⁺, sendo que ocorre duplicação no total absorvido em presença de luz (FERNANDES, 2006).

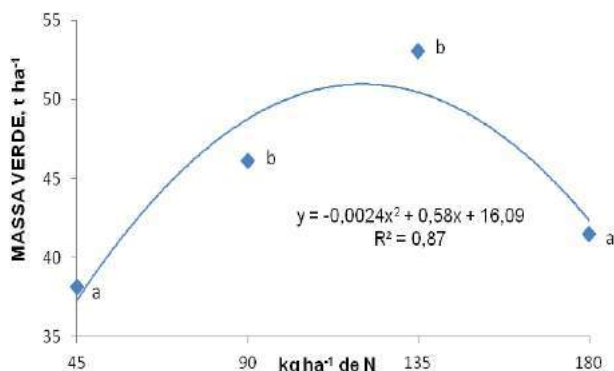


Figura 3: Valores para massa verde ($t\ ha^{-1}$) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de K_2O (50, 100, 150 e 200 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa seca teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de $124,08\ kg\ ha^{-1}$ de N (**Figura 4**).

O valor máximo de massa seca observado neste trabalho foi inferior ao encontrado por OLIVEIRA et al, (2005) que trabalhando com a BRS 506 encontrou $16,38\ t\ ha^{-1}$ de massa seca. O mesmo autor, avaliando doses de nitrogênio não encontrou diferença significativa para massa seca, obtendo em média $15,17\ t\ ha^{-1}$.

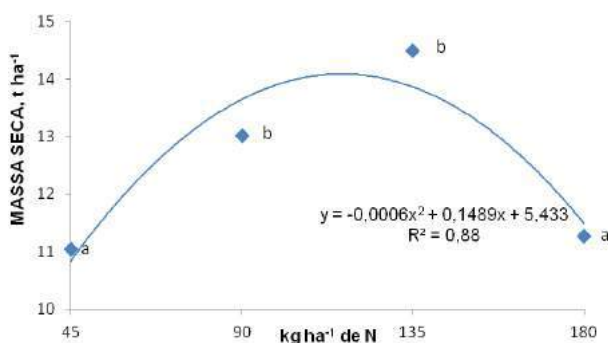


Figura 4: Valores para massa seca ($t\ ha^{-1}$) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de K_2O (50, 100, 150 e 200 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

CONCLUSÕES

A produção forrageira da cultivar BRS 509 de sorgo sacarino é favorecido pelo aumento da dose de nitrogênio em cobertura até um ponto máximo anterior a maturidade.

Doses crescentes de potássio em cobertura não influenciam o desenvolvimento do sorgo sacarino BRS 509.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Rafael Augusto da Costa Parrela e Flávia Cristina dos Santos pelo apoio e parceria.

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BELLO, N. J. An investigation of the agroclimatic potential of the forest-savanna transition zone of Nigeria for the cultivation of sorghum. **Experimental Agriculture**, 33: 157-171, 1997.

COELHO, A. M. Fertilidade do solo, exigências nutricionais e adubação do sorgo sacarino. Revista Agroenergia [Sorgo sacarino: Tecnologia Agronômica e Industrial para Alimentos e Energia]. Brasília, Ano II, edição 3, p.18-19, ago, 2011.

FILHO, I. A. P.; PARRELLA, A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F.; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [Sorghum bicolor (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. 432 p. 2006

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIACOMINI, I.; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais**.- Vol. 5, n.3 (dez. 2013). Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2013.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F.S.; FILHO, O.R.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q.S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35 (1): 45-53, 2005.

OMETTO, J. C. Classificação Climática. In: OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo: Ceres, 1981, p.390-398.

PARENTE, H. N.; JUNIOR, O. R. S.; BANDEIRA, J. R.; PARENTE, M. O. M.; RODRIGUES, R. C.; ROCHA, K. S.; GOMES, R. M. S. Produtividade do sorgo forrageiro em



função de quantidades crescentes de adubação fosfatada e nitrogenada. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, p.01-10, v.08, n.01, 2014.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.;V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 325-327.

Diversidade genética da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares em milho sob diferentes fontes de fosfato

Amanda Nayê Guimarães Tavares⁽¹⁾; Ubiana Cássia Silva⁽²⁾, Ubiraci Gomes de Paula Lana^(3,4);

Eliane Aparecida Gomes⁽⁵⁾; Christiane Abreu de Oliveira Paiva⁽⁵⁾; Vera Lúcia dos Santos⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante, Bolsista FAPEMIG, Faculdade Ciências da Vida; ⁽²⁾ Estudante de Doutorado em Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG; ubiana.microb.ufmg@gmail.com; ⁽³⁾ Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Professor; Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Professora, UFMG.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor. No entanto, a produtividade desta cultura no Brasil ainda é considerada baixa. Para alcançar maiores índices de produtividade é necessário o emprego de tecnologias sustentáveis que interfiram nos fatores de produção, como o emprego de inoculantes microbianos capazes de disponibilizar o fósforo (P) para a planta. Neste contexto, estudos que visam conhecer a diversidade microbiana associada ao milho cultivado sob diferentes estresses pode propiciar o desenvolvimento de inoculantes microbianos eficientes na promoção de crescimento da planta. Este trabalho objetivou o estudo do perfil da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) associados à rizosfera e partes internas da raiz do milho, cultivado com diferentes fontes de fosfato, utilizando a técnica t-RFLP. O DNA extraído do solo rizosférico e das bactérias endofíticas da raiz foi amplificado com primers para os genes 16S rRNA e 23S rRNA de bactérias e FMA, respectivamente. Os resultados mostraram que tanto a comunidade bacteriana como a de FMA sofreram alteração de acordo com a fonte de P adicionada. A comunidade bacteriana diferiu ainda com o ambiente colonizado, solo rizosférico e região interna da raiz (comunidade endofítica). Conclui-se então que diferentes tipos de adubação fosfatada modulam a composição da comunidade microbiana associada ao milho, o que deve ser um fator importante a ser considerado quando o objetivo for acessar esses microrganismos a partir de técnicas de isolamento e utilização destes como bioinoculantes.

Termos de indexação: tRFLP, bactéria, fungo, solo.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011). O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011). Para o cultivo em larga escala desta *commoditie* é necessária a adição de fertilizantes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O P é o terceiro componente que limita o crescimento das plantas e atua em inúmeros processos, incluindo fotossíntese, respiração, sinalização celular e síntese de ácidos nucleicos (Vance et al., 2003). Para o milho, o P é extremamente requerido no período de florescimento, completando sua exigência máxima quando os grãos começam a encher (Vasconcellos, 2000). Neste contexto, o efeito da interação planta-microrganismo pode ser benéfico para a planta hospedeira auxiliando no seu desenvolvimento (Mendes et al., 2013). Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas, funcionando coletivamente como um microbioma. Eles podem colonizar os tecidos internos das plantas, sendo nomeados microrganismos endofíticos, a superfície das folhas (epifíticos) e compartimentos da raiz separadamente: rizosfera, rizoplane e endosfera (Ryan et al., 2008; Philippot et al., 2013).

O conhecimento e a manipulação do microbioma das plantas podem configurar em um recurso biotecnológico alinhado aos interesses de diminuição do custo de produção e aumento da sustentabilidade na agricultura. Uma tecnologia promissora consiste no uso de inoculantes

microbianos com capacidade de promover o crescimento vegetal ou atuarem como agentes de controle biológico de pragas e doenças (Mendes et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares associados à rizosfera e partes internas da raiz do milho, cultivado com diferentes fontes de fosfato, utilizando a técnica t-RFLP (*Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism*).

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

O experimento foi instalado na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG (19°28'S 44°15'W),

sendo composto por três tratamentos (T1: Solo agrícola sem adição de P; T2: Solo agrícola com adição de P solúvel; T3: Solo agrícola com adição de fosfato de Araxá), sendo um total de nove parcelas, divididas em três blocos sob a disposição de delineamento experimental de blocos casualizados. O milho híbrido 30F35YH da Embrapa Milho e Sorgo foi plantado manualmente com matraca em linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 70 cm. O tratamento com adubação fosfatada recebeu 100 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ a partir de trifosfato triplo e fosfato de Araxá aplicados a 5 cm de profundidade, através da abertura de sulcos com enxada abaixo e ao lado da linha de plantio. Após 60 dias do plantio, de cada repetição, foram coletadas 5 plantas, totalizando 15 plantas por tratamento e 45 amostras totais. Estas foram transportadas para o laboratório em sacos plásticos.

Coleta e processamento das amostras

Subamostras das raízes com o solo rizosférico aderido foram processadas para extração do DNA total. Inicialmente, as amostras recém colhidas no campo foram lavadas com a pressão da água para retirar o excesso de solo. Em torno de 5 g das raízes mais finas com solo rizosférico aderido foram adicionadas em tubo cônico contendo 30 mL de tampão fosfato (6,33 g L⁻¹ de NaH₂PO₄.H₂O e 16,5 g L⁻¹ de Na₂HPO₄.7H₂O). Os tubos foram agitados por 15 seg e as raízes transferidas para novo tubo de 50 mL contendo 30 mL do tampão fosfato. O solo obtido deste procedimento correspondeu a primeira fração. Em seguida, as raízes foram homogeneizadas e sonicadas em baixa frequência (50-60 Hz) por 5 min, sendo 5 vezes de sonicação de 30 s, seguidos de 30 seg de descanso. As raízes foram transferidas para novo tubo contendo 30 mL do tampão fosfato e obteve-se a segunda fração de solo (Lundberg et al., 2012). As duas frações de solo rizosférico foram misturadas, centrifugadas, sendo o pellet congelado em nitrogênio líquido e armazenado a -80°C. Para a obtenção das bactérias endofíticas das raízes, estas foram lavadas com água destilada até ficarem claras e submetidas a desinfecção. Para tal, as raízes foram mantidas imersas durante 3 min em 30 mL de solução de etanol 70% (v/v), lavadas com água destilada para retirar o excesso de álcool, e imersas em 30 mL de hipoclorito de sódio 2% (m/v) por 5 min. Ao final, as raízes foram lavadas por 4 vezes com água destilada autoclavada, sendo a última água plaqueada para verificar da eficiência da desinfecção (Bulgari et al., 2009). A seguir, a liberação das células bacterianas foi realizada segundo metodologia estabelecida por Sessitsch et al. (2012), com modificações. Brevemente, as raízes foram cortadas e após a realização de ranhuras com bisturi estéril, as mesmas

foram transferidas para erlenmeyer contendo solução salina 0,85% (v/v) e esferas de vidro. Após agitação de 200 rpm por 7 horas à temperatura ambiente, a suspensão foi filtrada em membrana de 5 m utilizando sistema a vácuo. O permeado foi filtrado em membrana com poro de 0,22 µm para concentrar as células bacterianas e estas membranas foram armazenadas a -80 °C.

Extração do DNA

Para a extração do DNA genômico do solo e das membranas contendo as células bacterianas foi utilizado o kit Power Max Soil DNA (MoBIO Laboratories, Inc.), seguindo instruções do fabricante. A qualidade do DNA foi avaliada em eletroforese em gel de agarose 1% (m/v) e a quantificação realizada em espectrofotômetro (NanoDrop Technologies, Wilmington, DE).

T-RFLP

Para análise de bactérias, região do gene 16S rDNA foi amplificada com os primers 8F (6-FAM) e 1492R (LaMontagne et al., 2002). A reação de PCR foi constituída por 50 ng de DNA, 0,25 mmol/L de cada primer, 5 µL de tampão de reação 10X, 3 mmol/L de MgCl₂, 0,125 mmol/L de dNTPs, 2,5 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen, Paisley, UK) em 50 µL.

Para a amplificação do gene 23S rDNA de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), foi utilizado nested-PCR a partir de reação com primers LR1 e FLR2 (Trouvelot et al., 1999). A reação inicial constituiu de 50 ng de DNA, 0,2 mmol/L de primer, 5 µL de tampão de reação 10X, 2,5 mM de MgCl₂, 0,125 mmol/L de dNTPs, 2,5 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen), em 50 µL. Para a 2ª reação de PCR foram utilizados 2,5 µL do produto da 1ª reação e os primers FLR3 (6-FAM) e FLR4 (NED) (Gollotte, 2004). As condições de PCR foram as mesmas utilizadas na 1ª reação. Os fragmentos amplificados foram digeridos com as enzimas de restrição AluI (16S rDNA) e TaqI (23S rDNA). Para a digestão foram utilizados 10 µL do produto de PCR, 2 µL de tampão 10X e 1 U de cada enzima em 20 µL.

Para avaliar os fragmentos de DNA gerados, 2 µL da digestão foram misturados a 9,8 µL de formamida deionizada (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA) e 0,2 µL de padrão ROX 500 (Applied Biosystems). A análise foi realizada no equipamento Genetic Analyzer 3500XL (Applied Biosystems) com o software GeneMapper 5.0. Posteriormente, os dados foram analisados no software online T-REX (Culman et al., 2009), possibilitando filtragem dos ruídos e alinhamento automático do tamanho dos fragmentos. Em seguida, os dados foram exportados em planilha

binária e ordenados pela análise de componentes principais (PCA) ou por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) a partir de uma matriz de similaridade de Jaccard utilizando o programa Past versão 3.04 (Hammer et al., 2001).

Figura 1. Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de para bactérias rizosféricas e endofíticas de milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar a separação da comunidade bacteriana em função dos ambientes, solo rizosférico e interior da raiz (**Figura 1**). Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas e colonizar os tecidos internos e externos, bem como a região da rizosfera. Entretanto, cada ambiente apresenta características físicas e químicas diferenciadas, o que pode desencadear a seleção de distintas comunidades microbianas. A região da rizosfera é caracterizada por receber metabólitos produzidos pela planta, como mucilagens e exsudados liberados pelas raízes que estimulam o crescimento e a diversidade da microbiota (Bais et al., 2011). A rizosfera sofre influência direta dos componentes do solo e de estresses abióticos, como disponibilidade de água e nutrientes. Já a comunidade microbiana que habita o interior da planta está em um ambiente protegido, porém exposta a outros estresses bióticos, como as pressões de seleção do sistema de defesa das plantas, selecionando os microrganismos capazes de penetrar nos tecidos vegetais sem serem reconhecidos como patógenos (Kogel et al., 2006).

Além da diferença encontrada entre os ambientes rizosfera e interior da planta, observa-se também que a comunidade microbiana de bactérias agrupou em função da fonte de P adicionada ao solo, indicando que, independente do ambiente avaliado, o tipo de adubação fosfatada afetou a composição da comunidade bacteriana (**Figuras 2 e 3**). Para os fungos micorrízicos arbusculares também foi observada separação das amostras de acordo com o tipo de adubação fosfatada (**Figura 4**).

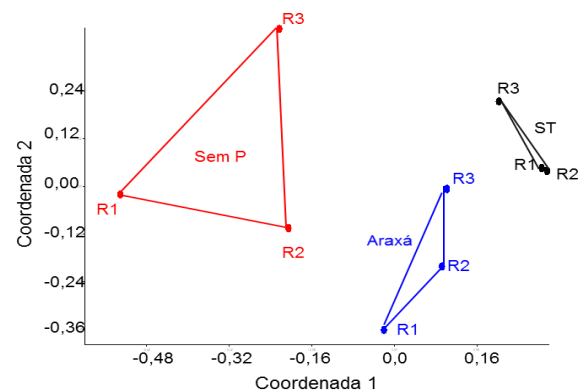
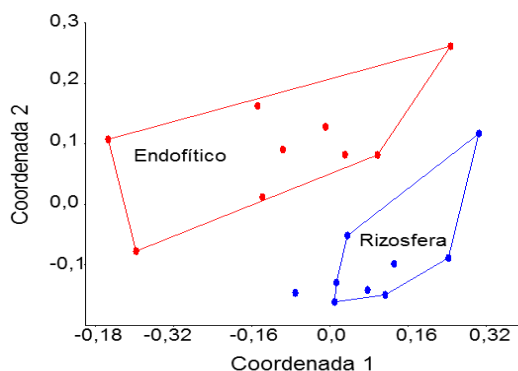
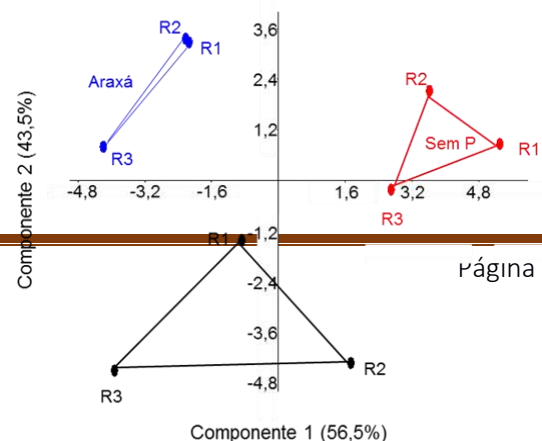


Figura 2. Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) para bactéria endofítica em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), fósforo de Araxá (azul) e P solúvel (preto).

Figura 3. Análise de componentes principais para bactéria da rizosfera em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), fósforo de Araxá (azul) e P solúvel (preto).



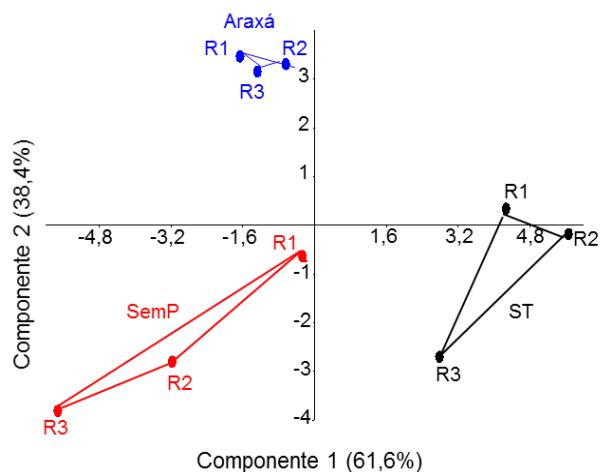


Figura 4. Análise de componentes principais da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de para fungos micorrízicos em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), Araxá (azul) e P solúvel (preto).

Toljander et al. (2008) verificaram também o efeito da fertilização na comunidade bacteriana e de FMA comparando tratamentos com fertilizantes orgânicos e inorgânicos por T-RFLP. As modificações foram correlacionadas com o nível de fosfato no solo, mas principalmente com o pH do solo.

Estudos que visam conhecer a diversidade microbiana associada ao milho cultivado sob diferentes estresses e entender o seu papel na nutrição desta cultura podem direcionar a busca por microrganismos eficientes na promoção do crescimento, propiciando o desenvolvimento de inoculantes microbianos eficazes no suprimento de nutrientes para a cultura do milho.

CONCLUSÕES

A estrutura das comunidades bacterianas associadas ao milho pode variar em função da parte da planta colonizada, rizosfera e endosfera da raiz.

A fonte de P adicionada ao solo também afeta a diversidade da comunidade de bactérias tanto na rizosfera quanto na endosfera, bem como a composição da comunidade de FMA.

O t-RFLP apresenta sensibilidade para detecção das diferenças na estrutura das comunidades de bactéria e FMA associados às plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais -

FAPEMIG e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior - CAPES.

REFERÊNCIAS

BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Reviews of Plant Biology**. v.57, n. 1, p. 233–266, 2011.

BULGARI D., et al. (2009) Endophytic bacterial diversity in grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves described by 16S rRNA gene sequence analysis and length heterogeneity-PCR. **J. Microbiol.** v.47, p.393-401.

CULMAN, S. W.; BUKOWSKI, R.; GAUCH, H. G.; CADILLO-QUIROZ, H.; BUCKLEY, D. H. T-REX: Software for the processing and analysis of T-RFLP data. **BMC Bioinformatics**, v.10, p.171-180, 2009.

GOLLOTTE, A.; VAN TUINEN, D.; ATKINSON, D. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising roots of the grass species *Agrostis capillaris* and *Lolium perenne* in a field experiment. **Mycorrhiza**, Berlin, v.14, p.111-117, 2004.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: Palaeontological statistics software package for education and data analysis: version. 1.37. 2011. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 28 mar. 2016.

KOGEL, K.H.; FRANKEN, P.; HÜCKELHOVEN, R. Endophyte or parasite - what decides? **Current Opinion Plant Biology**. v.9, p. 358-363, 2006.

LAMONTAGNE, M. G.; MICHEL, JR.; HOLDEN, P. A.; REDDY, C. A. Evaluation of extraction and purification methods for obtaining PCR-amplifiable DNA from compost for microbial community analysis. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v.49, p.255-264, 2002.

MENDES, R.; GARBEVA, P.; RAAIJMAKERS, J.M. The rhizosphere microbiome: significance of plant-beneficial, plant-pathogenic and human-pathogenic microorganisms. **FEMS Microbiology Review**, v.37, p.634-663, 2013.

MONJE, D. M. J. Microbial ecology of endophytic bacteria in zea species as influenced by plant genotype, seed origin, and soil environmental – **Tese de doutorado**. University of Guelph, 2011.

PHILIPPOT L., RAAIJMAKERS J. M., LEMANCEAU P., VAN DER PUTTEN W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. **Nature Reviews Microbiology**, v.11, p.789-799, 2013.

RYAN R. P., GERMAINE K., FRANKS A., RYAN D. J., DOWLING D. N. Bacterial endophytes: recent developments and applications. **FEMS Microbiology Letters**, v.278, p.1–9, 2008.

- SESSITSCH, A.; HARDOIM, P.; DÖRING, J.; WEILHARTER, A.; KRASSEL, S.; JOUVELOT, S.; Van TUINEN, D.; HIJRI, M.; GIANINAZZI-A.; WOYKE, T.; MITTER, B.; HAUBERG-LOTTE, L.; FRIEDRICH, PEARSON, V. Visualization of ribosomal DNA loci in spore RAHALKAR, M.; HUREK, T.; SARKAR, A.; BODROSSY, A., *Vit*, phasic nuclei of glomalean fungi by fluorescence *in situ* OVERBEEL, L.; BRAR, D.; VAN ELSAS, J. D.; REINHOLD-HUREK, *Hybridization. Mycorrhiza*, Amsterdam, v.8, p.203-206, 1999.
- Functional characteristics of an endophyte community colonizing rice roots as revealed by metagenomic analysis. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.25, p.28-36, 2012.
- ACQUINO, C. P., EHDE-STONE C., ALLAN, DL. Phosphorous acquisition and use: critical adaptations by plants for screening a renewable resource. **New Phytology**. v.157, p.423-447, 2003.
- TOLJANDER, J.F., SANTOS-GONZÁLEZ, J.C., TEHLER, A., FINLAY, R.D. Community analysis of arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria in the maize mycorrhizosphere in a long-term fertilization trial. **FEMS Microbiology Ecology**. v.65, p.323-338, 2008.
- CONCELLOS, C. A.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E. DE; FERNANDES, V. M. C. Fósforo para o milho. **Cultivar Grandes Culturas** – artigos técnicos. 2000.

Redução de nitrogênio na cultura do milho e uso de *Azospirillum brasilense* em espaçamento reduzido

Kathia Szeuczuk⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Alan Stadler⁽³⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁴⁾; João Vitor Gomes Pasquetto⁽⁵⁾; Cristhian Ribas Sékula⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava - PR; kahh.szeuczuk@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Estudante – Pós-graduação Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Stoller do Brasil; ⁽⁶⁾ Engº Agrônomo; Grupo - MLCV.

RESUMO: A alta demanda por fertilizantes nitrogenados, em conjunto com seu alto custo, tem gerado necessidade de pesquisas para o processo de fixação natural. O objetivo deste trabalho foi avaliar modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* na formulação líquida e sua associação com a redução de nitrogênio em cobertura, na cultura do milho em espaçamento reduzido e o efeito no teor de nitrogênio foliar e grão e nas características agronômicas, na safra agrícola 2015/16. O experimento foi instalado na Fazenda Três Capões, localizada no município de Guarapuava – PR, foi utilizado o híbrido DKB 240 PRO3. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, sendo um híbrido de milho e seis tratamentos com diferentes doses de adubação nitrogenada com ou sem associação a *Azospirillum brasilense*, sendo T1: testemunha, T2: 55 kg ha⁻¹ de N, T3: 110 kg ha⁻¹ de N, T4: 55 kg ha⁻¹ + inoculação no TS, T5: 55 kg ha⁻¹ + inoculação no sulco e T6: 55 kg ha⁻¹ + inoculação em área total. Os parâmetros avaliados foram stand inicial, NF, NGF, MS, N foliar, N grão, P1000 e PROD. Não há incremento no teor de nitrogênio foliar e no grão quando utilizado o inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na forma líquida. O tratamento com inoculante a base de *Azospirillum brasilense* nas dosagens de 100 e 200 mL ha⁻¹ em TS e sulco respectivamente, bem como os tratamentos sem o inoculante propiciam incremento de produtividade de grãos.

Termos de indexação: *Zea mays*, bactéria diazotrófica, fertilizantes nitrogenados.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é exigente em nutrientes sendo o nitrogênio (N) o nutriente de maior

importância, e sua deficiência pode ocasionar perdas no rendimento de grãos na ordem de 10 a 20%. A deficiência de N nas plantas causa o amarelecimento das folhas velhas, sendo seguido por clorose generalizada e perda das folhas (Subedi et al., 2009).

A alta demanda por fertilizantes nitrogenados, em conjunto com seu alto custo, tem gerado necessidade de pesquisas para o processo de fixação natural (Saikia & Jain, 2007). De maneira que o único processo biológico para aquisição de N disponível na natureza, é a fixação biológica de nitrogênio (FBN) feito por organismos específicos denominados diazotróficos (Araújo et al., 2014).

Nesse sentido, trabalhos com *Azospirillum* spp. têm mostrado favorecimento nos componentes de produção e a produtividade de grãos do milho (Kappes et al., 2013), incremento de massa seca de parte área e na produção de grãos no primeiro e segundo ano do experimento (Lana et al., 2012). E de acordo com Bashan et al. (2004), a inoculação com *Azospirillum* spp. reduz o uso de fertilizantes nitrogenados em 20-50%.

Com base no exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* na formulação líquida e sua associação com a redução de nitrogênio em cobertura, na cultura do milho em espaçamento reduzido e o efeito no teor de nitrogênio foliar e grão e nas características agronômicas, na safra agrícola 2015/16.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado a safra agrícola 2015/16, na Fazenda Três Capões, localizada no município de Guarapuava - PR. O local possui altitude média de 948 m de altitude, a 25° 26' 57.79" de latitude Sul, e 51° 38' 29.18" de longitude oriental

Oeste. O experimento foi instalado no sistema de plantio direto (SPD), em área onde havia a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno como cobertura do solo.

A topografia da região é considerada plana, e o clima é classificado como Cfb (subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca definida, com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes conforme classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 16,8° C, a média máxima 36 °C e a mínima, 6,8 °C. A precipitação média anual é de 1500 mm e umidade relativa de 77,9%. O solo é classificado como Latossolo Bruno Distrófico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

Foi utilizado o híbrido DKB 240 PRO3 e a semeadura realizada dia 17/10/2015. Para adubação de base foi utilizado 250 Kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 08-28-16, o qual sete dias antes da semeadura foi depositado no solo.

A semeadura foi realizada com o auxílio de matracas, depositando a semente na linha anteriormente sulcada. Após as plantas atingirem o estágio fenológico V4 (4 folhas expandidas), realizou-se um desbaste deixando 3,4 plantas m⁻¹ linear e uma população de 75.000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, sendo um híbrido de milho e seis tratamentos com diferentes doses de adubação nitrogenada com ou sem associação à bactéria diazotrófica do gênero *Azospirillum brasilense* utilizando o produto comercial Masterfix L Gramíneas® (2x10⁸ células viáveis mL⁻¹) e um tratamento testemunha, sem adubação e sem inoculação, totalizando 30 parcelas a campo. Foram realizadas aplicações de três maneiras diferentes da bactéria, via tratamento de sementes, aplicação em sulco com volume de 50 L ha⁻¹ e aplicação foliar com volume 150 L ha⁻¹ (estádio V4) conforme especificado na **tabela 1** abaixo.

Tabela 1. Tratamentos e forma de aplicação para o híbrido comercial DKB 240 PRO3. Guarapuava, 2016.

Trat.	Característica dos tratamentos
T1	Testemunha absoluta (sem N e sem inoculação)
T2	55 Kg ha ⁻¹ de N
T3	110 Kg ha ⁻¹ de N
T4	55 Kg ha ⁻¹ de N + inoculação no TS (1 dose ha ⁻¹)
T5	55 Kg ha ⁻¹ de N inoculação no sulco de plantio (2 dose ha ⁻¹)
T6	55 Kg ha ⁻¹ de N + inoculação em pulverização (2 dose ha ⁻¹)*

* 1 dose de Masterfix L Gramíneas = 100 mL ha⁻¹; TS: tratamento de sementes.

Os parâmetros avaliados foram stand inicial (20 dias após semeadura) (STAND), número de fileiras de grão espiga⁻¹ (10 espigas por parcela) (NF), número de grãos por fileira (NGF), massa seca de parte aérea (MS), teor de nitrogênio foliar (N foliar)

utilizando-se para a determinação da folha oposta abaixo da espiga de duas plantas por parcela, teor de nitrogênio no grão (N grão), peso de mil grãos (P1000) produtividade de grãos (PROD).

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento observa-se que para os parâmetros de STAND, N foliar e N grão todos os tratamentos não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha. Para número de fileiras (NF) não houve diferença significativa entre tratamento testemunha sem inoculação e os demais tratamentos com inoculação de *A. brasilense* e aplicação de N (**Tabela 2**) concordando com os resultados de Novakowski et al. (2011), em que a inoculação com *A. brasilense* não demonstrou diferença significativa com a testemunha.

Tabela 2. Médias das avaliações dos parâmetros estudados associados ao uso de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*¹ em três diferentes modos de aplicação na cultura do milho. Guarapuava, 2016.

N	Azo	Modo Aplicação	STAND	NF	NGF	MS
0	0	-	33 a	14 a	35 b	12.669 b
50%	0	-	33 a	14 a	37 a	17.305 a
100%	0	-	33 a	14 a	38 a	17.210 a
50%	100	TS	34 a	14 a	37 a	19.149 a
50%	200	Sulco	32 a	16 a	36 b	16.453 a
50%	200	Área total	33 a	14 a	36 b	17.031 a
Média			33	14	37	16.636
C.V.%			5,74	2,64	3,07	15,73
N	Azo	Modo Aplicação	N foliar	N grão	P1000	PROD
0	0	-	16,82 a	17,77 a	297,09 a	9.171 c
50%	0	-	15,70 a	19,57 a	297,66 a	11.655 b
100%	0	-	14,94 a	18,95 a	304,02 a	13.884 a
50%	100	TS	17,42 a	20,11 a	291,25 a	12.807 a
50%	200	Sulco	17,50 a	21,79 a	301,42 a	12.418 a
50%	200	Área total	16,06 a	29,89 a	274,14 b	11.263 b
Média			16,41	19,85	294,26	11.866
C.V.%			34,77	15,06	3,26	8,92

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

* TS – tratamento de semente; SULCO – aplicação no sulco de plantio; Área total – aplicação foliar na área da parcela em V4.** Stand inicial - 20 dias após a semeadura (STAND); número de fileiras de grãos (NF); número de grãos por fileira (NGF); matéria seca por hectare (MS); teor de nitrogênio na folha (N foliar); teor de nitrogênio no grão (N grão); P1000 (peso de 1000 grãos em gramas); PROD (Produtividade de grãos em kg ha⁻¹ a 13% de umidade).

Levando em consideração o parâmetro de número de grãos por fileira (NGF), os tratamentos 2, 3 e 4 diferiram estatisticamente do tratamento testemunha sendo semelhante aos dados de Novakowski et al. (2011), que encontraram nas aplicações de N com 75 e 150 kg ha⁻¹ sem inoculação valores superiores estatisticamente a testemunha.

Considerando o atributo de matéria seca (MS), os tratamentos com e sem inoculação da bactéria diazotrófica não diferiram entre si, porém, foram superiores de maneira significativa quando comparados com o tratamento testemunha (Tabela 2) corroborando com os resultados encontrados por Portugal (2015), que não observou diferença estatística para MS nos tratamentos com e sem inoculação de *A. brasilense*.

Para a variável peso de mil grãos (P1000) o tratamento 6 com 50% de N e aplicação de *A. brasilense* em área total se mostrou inferior ao tratamento testemunha e os demais tratamentos com diferença estatística. Para a variável produtividade de grãos (PROD) o tratamento testemunha apresentou-se igual ao tratamento 6 estatisticamente, enquanto os demais tratamentos foram superiores significativamente ao tratamento testemunha (Tabela 2).

Segundo Libório et al. (2015), analisando doses de N e inoculação com *A. brasilense* encontraram resultados contrastantes para P100 em que a dose de 50% de N + inoculante em TS mostrou-se significativamente maior que o tratamento testemunha.

Para o parâmetro de PROD os tratamentos com 50 e 100% de N + inoculante em TS e 100% de N sem inoculante apresentaram-se superiores estatisticamente a testemunha concordando com os dados encontrados neste trabalho. Mendes et al. (2014), também encontraram aumento de produtividade quando se aplicou *A. brasilense* em com dose reduzida de N em milho.

CONCLUSÕES

Não há incremento no teor de nitrogênio foliar e no grão quando utilizado o inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na forma líquida nas diferentes doses de nitrogênio.

O tratamento com inoculante a base de *Azospirillum brasilense* nas dosagens de 100 e 200 mL ha⁻¹ em TS e sulco respectivamente, bem como

os tratamentos sem o inoculante propiciam incremento de produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa em plantio direto - NPD, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro e a Stoller do Brasil Ltda por ter fornecido as bactérias em estudo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. O.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; NUNES, D. P.; SCALON, S. P. Q. Qualidade de sementes de milho em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com bactérias diazotróficas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 159-165, 2014.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L. E. *Azospirillum* - plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003) **Can. J. Microbiol.**, v. 50, p. 521–577, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- KAPPES, Claudinei et al. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, mar./abr. 2013.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- LANA, M.C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J.E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize, **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 3, p. 399-405, 2012.
- LIBÓRIO, P. H. S.; TORNELI, I. M. B.; NÓBILE, F. O.; GUERREIRO, R. D.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Avaliação de híbridos de milho quanto a inoculação e adubação nitrogenada. **Ciência & Tecnologia: Jaboticabal**, v. 7, n. especial, 2015.
- MENDES et al. Estudo de dose e modo de aplicação de *Azospirillum Brasilense* com redução da adubação de cobertura na cultura do milho. In: XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2014. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2014.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.

PORTUGAL, J. R. **Coberturas vegetais e doses de nitrogênio, associadas à inoculação com *Azospirillum brasilense*, no cultivo do milho na região de Cerrado**. 2015, 106f. (Dissertação em sistemas de produção) - Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, 2015.

SAIKIA, S. P.; JAIN, V. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable Target or a dogma? **Current Science**. Bangalore. v. 92, n. 3, p. 317-322, 2007.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 21-26, 2009.



Doses e épocas de aplicação do nitrogênio no milho safrinha.

**Douglas de Castilho Gitti⁽¹⁾; Andre Faleiros Lourenção⁽²⁾; José Fernando Jurca Grigolli⁽³⁾;
Alex Marcel Melotto⁽⁴⁾; Renato Roscoe⁽⁵⁾.**

⁽¹⁾ Pesquisador Fertilidade do Solo; Fundação MS; Maracaju, MS; douglas@fundacaoms.org.br; ⁽²⁾ Pesquisador Fitotecnia Milho; Fundação MS; ⁽³⁾ Pesquisador Fitossanidade; Fundação MS; ⁽⁴⁾ Pesquisador Sistemas Integrados; Fundação MS; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo Doutor.

RESUMO: O crescimento e desenvolvimento das culturas apresentam alta demanda de nitrogênio (N). Sua dinâmica no solo (lixiviação e volatilização) e elevado custo torna-o de grande interesse em estudos que objetivam sua otimização nos sistemas de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses crescentes de N na produtividade do milho safrinha com aplicação em cobertura em dois estádios fenológicos. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Naviraí e Maracaju, MS, durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N – 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹, sendo a aplicação em cobertura realizada nos estádio fenológicos V3 (experimentos 1 e 2) e V6 (experimento 3 e 4) do milho, utilizando como fonte nitrogenada a ureia convencional (45-00-00). Foi avaliada a população final de plantas, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade. Concluiu-se que: a aplicação de N em cobertura no estádio fenológico V3 do milho safrinha aumento a produtividade de grãos nos municípios de Naviraí e Maracaju de maneira distinta.

Termos de indexação: Ureia, Cobertura, Plantio direto.

INTRODUÇÃO

A produção de milho (*Zea mays* L.) no Brasil na safra 2014/15 foi de 84,7 milhões de toneladas, sendo a segunda safra ou safrinha, responsável por 64,4% da produção nacional de milho (CONAB, 2016). O Mato Grosso do Sul produz 10,9% do milho brasileiro, sendo que 98,1% da produção estadual provêm do sistema de produção de milho safrinha em sucessão a cultura da soja.

O nitrogênio (N) é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os

aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. O N pode ingressar no sistema solo-planta pela decomposição da matéria orgânica, deposições atmosféricas, fixação biológica - simbiótica ou não e pelas adubações químicas e orgânicas. Por ser um nutriente absorvido em grandes quantidades pelas plantas cultivadas, e por apresentar altas perdas por lixiviação e volatilização, quando utilizado em condições desfavoráveis, pode representar o nutriente mais caro para a agricultura (Cantarella, 2007).

A implantação da cultura do milho em sucessão a soja, a possibilidade da ocorrência de déficit hídrico no período de cultivo e dúvidas quanto à dose a ser aplicada em cobertura são fatores que influenciam os produtores na utilização de fertilizantes nitrogenados, embora autores mencionem resposta à adubação nitrogenada em cobertura do milho safrinha (Roscoe; Miranda, 2013; Mar et., 2003; Kappes et al., 2009; Soratto et al., 2010).

Para tanto, foram conduzidos dois experimentos (Naviraí e Maracaju, MS) para análise da influência na produtividade do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação do N em cobertura durante a safrinha de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Naviraí e Maracaju, MS, nas unidades de pesquisa da Fundação MS, localizadas nas Fazendas Santa Rosa e Alegria, respectivamente. As características químicas do solo em Naviraí e Maracaju na profundidade de 0-20 cm foram: pH CaCl₂ = 4,5 e 5,0, matéria orgânica = 16,4 e 34,0 g dm⁻³, P Mehlich = 23,3 e 5,0 mg dm⁻³, K = 0,06 e 0,16 cmol_c dm⁻³, Ca = 1,40 e 5,45 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,75 e 1,15 cmol_c dm⁻³, Al = 0,14 e 0 cmol_c dm⁻³, CTC = 5,6 e 11,8 cmol_c dm⁻³, V% = 39,4 e 57,3 e argila = 15 e 37%, respectivamente.

Foram conduzidos 4 experimentos durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em 5 doses de N – 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹, sendo a aplicação em cobertura realizada nos estádios fenológicos V3 (experimentos 1 e 2) e V6 (experimento 3 e 4) do milho, utilizando como fonte nitrogenada a ureia convencional (45-00-00). Os experimentos 1 e 3 foram conduzidos em Naviraí, e os experimentos 2 e 4 em Maracaju.

Foi utilizado o híbrido AG 9040 YG e a semeadura realizada nos dias 08 e 11 de fevereiro de 2015 em Naviraí e Maracaju, respectivamente, com a densidade de 60.000 sementes por ha. O tratamento de sementes foi realizado com os produtos Standak ® e Cruiser ® nas doses de 4 e 10 mL kg⁻¹ de sementes, respectivamente.

A adubação consistiu na aplicação de 320 kg ha⁻¹ do fertilizante 12-15-15 em Naviraí, e 120 kg/ha do fertilizante MAP 11-52-00 em Maracaju. A aplicação de ureia (45-00-00) em cobertura nos estádios V3 e V6 em Naviraí foram realizadas nos dias 21 de fevereiro e 05 de março de 2015, e em Maracaju nos dias 10 e 20 de março de 2015.

As avaliações da população final de plantas por ha, número de espigas por ha, massa de 100 grãos e produtividade foram realizadas no momento da colheita do milho, nos dias 27 e 31 de julho de 2015 em Naviraí e Maracaju, respectivamente.

Foi realizada a análise de variância dos resultados pelo teste F e após identificação de significância (p<0,05) submeteu-se os dados a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das doses de N aplicadas em cobertura no estádio V3 do milho safrinha aumentou o número de espigas por ha e a produtividade em Naviraí (Tabelas 1 e 2). No entanto, a aplicação das doses de N no estádio V6 não influenciou os componentes de produção avaliados.

Com a análise dos resultados, estima-se que a maior produtividade do milho safrinha (5.698 kg/ha) foi obtida com a estimativa da dose de 55,3 kg ha⁻¹ de N, conforme a equação $y = 5.310,1785 + 14,0023x - 0,1265x^2$ (Tabela 2), com a aplicação em cobertura no estádio V3, utilizando ureia como fertilizante nitrogenado. O aumento da produtividade pode ser atribuído ao maior número de espigas por ha, também influenciado positivamente pelas doses de N (Tabela 1) aplicadas em V3.

Utilizando a equação de aumento de produtividade em relação a doses de N obtida no estádio V3 do milho safrinha, observa-se que na

ausência de N em cobertura a produtividade estimada foi de 5.310 kg ha⁻¹. Assim, a aplicação de 55,3 kg ha⁻¹ de N proporcionou o aumento de 388 kg ha⁻¹ em relação à produtividade na ausência de N, ou seja, 7,0 kg de milho por kg de N.

Tabela 1 - População final de plantas por ha e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Naviraí, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	População final (plantas ha ⁻¹)	Número de Espigas ha ⁻¹
Aplicação de ureia em V3 (Experimento 1)		
0	49.500	52.666 ⁽¹⁾
40	52.166	55.833
80	55.666	55.833
120	51.833	53.500
160	55.167	56.000
Teste F	3,21 ^{ns}	3,29 [*]
CV	5,38	3,15
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 3)		
0	50.166	53.666
40	45.999	47.833
80	47.666	49.666
120	52.166	54.166
160	51.833	54.000
Teste F	0,66 ^{ns}	0,83 ^{ns}
CV	13,32	12,34

^{*} e ^{ns} - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. ⁽¹⁾ $y = 53.376,3142 + 37,0217x - 0,1632x^2$ ($R^2 = 0,29$).

Tabela 2 - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Naviraí, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Aplicação de ureia em V3(Experimento 1)		
0	26,72	5.190 ⁽¹⁾
40	28,47	6.022
80	26,40	5.274
120	27,85	5.274
160	27,47	4.314
Teste F	0,83 ^{ns}	3,33 [*]
CV	6,72	12,73
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 3)		
0	27,50	4.644
40	28,85	5.129

80	27,60	5.174
120	28,52	5.263
160	28,42	4.956
Teste F	1,09 ^{ns}	1,70 ^{ns}
CV	3,91	7,38

e^{ns} - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. ⁽¹⁾ $y = 5.310,1785 + 14,0023x - 0,1265x^2$ ($R^2 = 0,81$).

Melhores respostas na produtividade do milho safrinha foram obtidas com a aplicação do N em cobertura no estádio V3. Provavelmente a antecipação da aplicação de N (V3), em relação ao estádio V6, aumentou a disponibilidade de N para o milho entre os estádios V5 e V8, onde ocorre simultaneamente a iniciação das gemas que poderão evoluir para espigas, como também, a formação do número de fileiras de grãos por espiga, componentes de produção decisivos na construção da produtividade do milho.

Semelhante aos resultados obtidos no município de Naviraí, para a época de aplicação do N em cobertura, o aumento das doses de N aplicadas em cobertura no estádio V3 do milho safrinha aumentou o número de espigas por ha (Tabela 3) e a produtividade (Tabela 4) no município de Maracaju. A aplicação das doses de N no estádio V6 não influenciou os componentes de produção avaliados, em ambos os municípios (Tabelas 1 e 3).

Tabela 3 - População final de plantas por ha e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg/ha)	População final (plantas/ha)	Número de Espigas/ha
Aplicação de ureia em V3(Experimento 2)		
0	53.833	53.500 ⁽¹⁾
40	55.500	55.166
80	54.166	55.000
120	52.833	52.833
160	51.166	51.333
Teste F	2,10 ^{ns}	4,51 [*]
CV	3,97	2,80
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 4)		
0	52.833	53.166
40	54.500	54.500
80	52.833	53.333
120	54.167	55.166
160	51.833	52.499
Teste F	0,55 ^{ns}	0,59 ^{ns}
CV	5,48	5,20

* e^{ns} - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. ⁽¹⁾ $y = 53.709,5500 + 42,8575x - 0,3720x^2$ ($R^2 = 0,93$).

Em Maracaju, a estimativa da maior produtividade do milho safrinha (8.318 kg ha⁻¹) foi obtida com a dose estimada de 99,1 kg ha⁻¹ de N, conforme a equação $y = 7.476,5428 + 16,9891x - 0,0857x^2$ (Tabela 4), com aplicação em cobertura no estádio V3 utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia. Como em Naviraí, o aumento da produtividade pode ser atribuído ao aumento do número de espigas por ha, também influenciado positivamente pelas doses de N (Tabela 3).

Analisando a equação de aumento de produtividade em relação a doses de N obtida no estádio V3 do milho safrinha em Maracaju (Tabela 4), observa-se que na ausência de N em cobertura a produtividade estimada foi de 7.476 kg ha⁻¹. Assim, a aplicação de 99,1 kg ha⁻¹ de N proporcionou o aumento de 842 kg ha⁻¹ em relação à produtividade obtida na ausência de N, ou seja, 8,5 kg de milho por kg de N.

Tabela 4 - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Maracaju, Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Aplicação de ureia em V3 (Experimento 2)		
0	29,50 ⁽¹⁾	7.407 ⁽²⁾
40	31,17	8.203
80	32,27	8.146
120	33,35	8.284
160	32,97	8.021
Teste F	5,67 [*]	2,31 ^{ns}
CV	4,10	5,76
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 4)		
0	30,52	7.375
40	32,40	7.933
80	32,30	8.193
120	33,50	8.275
160	33,27	7.741
Teste F	2,53 ^{ns}	1,66 ^{ns}
CV	4,55	7,12

* e^{ns} - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. ⁽¹⁾ $y = 30,0300 + 0,0228x$ ($R^2 = 0,86$). ⁽²⁾ $y = 7.476,5428 + 16,9891x - 0,0857x^2$ ($R^2 = 0,88$).

As respostas positivas e significativas do aumento das doses de N em cobertura na produtividade do milho safrinha foram obtidas com a aplicação do N em cobertura no estádio V3, tanto em Naviraí como

em Maracaju.

É possível aumentar a produtividade com a aplicação em cobertura de 55 kg ha⁻¹ de N no estádio V3 do milho safrinha no município de Naviraí, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia. Em Maracaju, também houve aumento da produtividade com a aplicação em cobertura de 99 kg ha⁻¹ de N no estádio V3 do milho safrinha.

A melhor fertilidade do solo onde os experimentos foram conduzidos em Maracaju foi importante para a obtenção de maiores produtividades, como também, pelo maior incremento de grãos por kg de N aplicado em cobertura no estádio V3 do milho safrinha.

CONCLUSÕES

Sugere-se que a aplicação de N no estádio fenológico V3 do milho safrinha pode aumentar a produtividade de grãos.

Maiores produtividades do milho safrinha foram obtidas com a aplicação de 55 e 99 kg ha⁻¹ de N nos experimentos conduzidos em Naviraí e Maracaju, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos funcionários da Fundação MS pela dedicação e comprometimento na execução das atividades de pesquisas, como também, a COPASUL pelo apoio e disponibilidade da área experimental em Naviraí.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. 8º Levantamento Safra 2015/2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maior_2016_-_final.pdf>. Acesso em 9 de junho de 2016.

KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.C.; YAMASHITA, O.M.; SILVA, J.A.N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 251-259, 2009.

MAR, G.D.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, p. 267-274, 2003.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Manejo da adubação do milho safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013**. Curitiba: Midiograf, 2013. cap. 1, p. 15-36.

SORATTO, R.P.; PEREIRA, M.; COSTA, T.A.M.; LAMPERT, V.N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 511-518, 2010.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Efeito a longo prazo da calagem superficial na cultura do milho em sistema plantio direto

Pietro Hunger Micheri⁽¹⁾; Claudio Hideo Martins da Costa⁽²⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽³⁾; Jayme Ferrari Neto⁽¹⁾; Katiuça Sueko Tanaka⁽¹⁾. Murilo de Souza⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; phmicheri@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de Goiás – Regional de Jataí; Jataí, GO; ⁽³⁾ Estudante; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP;

RESUMO: Os componentes da produção e a produtividade de grãos das culturas podem ser afetadas pelas modificações dos atributos químicos do solo causadas pela calagem em superfície. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de calcário em superfície sobre os componentes da produção e a produtividade de grãos de milho, em região de inverno seco. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, Botucatu (SP), dando continuidade a um projeto de pesquisa que vem sendo conduzido desde o ano agrícola de 2002/03. A semeadura do milho foi realizada em dezembro de 2011. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por quatro níveis de calcário (0, 1000, 2000 e 4000 kg ha⁻¹) com última aplicação em outubro de 2010. Foram realizadas as seguintes avaliações: nutrição, população de plantas, componentes da produção e produtividade das culturas. A calagem melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e conseqüentemente em maiores produtividades de grãos.

Termos de indexação: calcário, *Zea mays*, nutrição plantas.

INTRODUÇÃO

O milho é considerado sensível à acidez do solo, como a maioria das culturas, atingindo o máximo de produção por volta de 50-60% de saturação por bases (QUAGGIO, 2000). Vários estudos com aplicação superficial do calcário demonstraram a eficiência desta prática na produção de grãos de milho no sistema plantio direto (SPD) (Miranda & Miranda, 2000; Miranda et al., 2005; Caires et al., 2015). Porém, alguns estudos tem demonstrado elevada produtividade de milho obtidas na ausência de calagem, em solos com elevada acidez (pH baixo e Al³⁺ alto) sob clima subtropical em SPD

(GATIBONI et al., 2003; PIRES et al., 2003; CAIRES; JORIS; CHURKA, 2011). As explicações para essas elevadas produtividades de grãos em solos ácidos sob SPD têm sido relacionadas com os seguintes fatores: (a) menor toxicidade do Al para as plantas, (b) concentrações suficientes de cátions trocáveis e (c) maior umidade disponível no solo (CAIRES, 2013).

Contudo, é provável que na maioria das regiões tropicais com inverno seco haverá incrementos na produtividade de grãos com a calagem no SPD, mesmo em superfície, diferentemente do que tem sido constatado na região subtropical. Isso porque, nessas regiões, a grande maioria das áreas cultivadas possui baixos teores de matéria orgânica e baixas quantidades de palha na superfície, acarretando, respectivamente, em menor armazenamento e maior evaporação da água do solo.

Esse trabalho objetivou avaliar a nutrição e produtividade de grãos das culturas do milho decorrentes da aplicação de calcário na superfície, em SPD consolidado, em região de inverno seco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distroférico. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Durante a condução do experimento a precipitação e a temperatura média mensal foi de, respectivamente, 143 mm e 21,2 °C em dezembro de 2011, 357 mm e 23,4 °C em janeiro de 2012, 167

mm e 26,1 °C em fevereiro de 2012, 59 mm e 24,6 °C em março de 2012 e 250 mm e 23,1 °C em abril de 2012.

No início do experimento (Outubro de 2002) e antes da primeira (Agosto de 2004) e da segunda aplicação (Outubro de 2010) as características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro doses de calcário dolomítico (0, 1.000, 2.000 e 4.000 kg ha⁻¹), cujas características são: 23,3% de CaO, 17,5% de MgO e 87,5% de PRNT. As doses de calcário foram definidas de acordo com a análise química do solo na profundidade 0-0,20 m para elevar a saturação por bases a 70% (2.000 kg ha⁻¹), metade da dose recomendada (1.000 kg ha⁻¹), o dobro da dose recomendada (4.000 kg ha⁻¹) e uma controle (sem aplicação).

O critério pré-estabelecido no início do experimento para reaplicação dos produtos foi quando a saturação por bases, na profundidade amostrada de 0-0,20 m, apresentasse valores inferiores a 50%, considerando como referência o tratamento com a aplicação apenas de calcário (Tabela 1).

No início do experimento a calagem superficial foi realizada em 15 de outubro de 2002, nas doses previstas para cada tratamento de calcário. As reaplicações foram realizadas nos dias 19 de novembro de 2004 e 18 de outubro de 2010.

A cultura do milho foi semeada no dia 22 de dezembro de 2011, utilizando-se o híbrido 2B433, de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, no espaçamento de 0,45 m entre as linhas. Para a adubação de base nos sulcos foram utilizados 350 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O), levando-se em conta as características químicas do solo e as recomendações para a cultura do milho (Cantarella et al., 1997). O controle de plantas daninhas foi realizado dia 12 de janeiro de 2012, com uso dos herbicidas Atrazine (2500 g ha⁻¹ do i.a.) e Nicossulfurom (50 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17 de janeiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N, na forma de nitrato de amônio nas entrelinhas. Para o controle de pragas foram realizadas três aplicações, sendo a primeira de Lambda-cialotrina + Thiamethoxam (20 e 28 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente) em 17/01/2012, a segunda de Deltametrina (21,6 g ha⁻¹ do i.a.) em 30/01/2012 e a terceira de Espinosade (48 g ha⁻¹ do i.a.) em 10/02/2012.

No dia anterior à colheita realizou-se a coleta de plantas para determinação dos componentes da

produção, e no dia 27 de abril de 2012 procedeu-se a colheita, utilizando-se colhedora de parcelas. Colheram-se as três fileiras centrais de plantas por 7 m de comprimento de cada parcela para avaliar a produtividade de grãos (13% de base úmida).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias ajustadas à equações polinomiais à 5% de probabilidade pelo teste F, utilizando o programa Sisvar 4.2 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está contido os resultados dos teores de nutrientes, produção de matéria seca da parte aérea, componentes da produção e produtividade de grãos de milho. Apenas o S e o Zn não foram influenciados pela aplicação de calcário em superfície. Os teores de N e P nas folhas de milho aumentaram de forma quadrática com a calagem. Esse resultado pode ser decorrente da elevação do pH na camada superficial, que proporciona maior mineralização de nitrogênio orgânico do solo (Rosolem et al., 1990).

A aplicação superficial de doses de calcário aumentou os teores de Ca e Mg e reduziu os teores de K nas folhas de milho (Tabela 2). Fica evidente que possa ter ocorrido competição pelos sítios de troca de absorção, principalmente com o Mg, pela similaridade de raio iônico e potencial eletroquímico de absorção de ambos (Rahmatullah & Baker, 1981; Rehm & Sorensen, 1985; Peck & MacDonald, 1989; Patel et al., 1993; Fonseca & Meurer, 1997).

Considerando a soma dos três cátions, constatou-se 64% de K, 27% de Ca e 10% de Mg no controle, e 54% de K, 33% de Ca e 13% de Mg, na dose recomendada de calcário (2.000 kg ha⁻¹). Considerando que a relação nutricional ótima para cultura do milho está entre 60-28-12 e 68-22-10 (K-Ca-Mg, em %) no tecido foliar (Loué, 1963), observa-se que a calagem proporcionou pequeno desequilíbrio nutricional de cátions na planta. Resultados semelhantes foram observados por Caires et al. (2002), que observaram elevado desequilíbrio nutricional entre o Mg e K, contudo não constataram efeito na produtividade de grãos.

Quanto aos micronutrientes (Cu, Mn e Fe), observou-se que houve redução linear com a aplicação de doses de calcário em superfície (Tabela 2). Estes efeitos estão relacionados com o aumento do pH proporcionado pela calagem o que reduz a disponibilidade desses micronutrientes, conforme observado por Nascimento et al. (2005) estudando o Mn na cultura do milho.

A produção de matéria seca aumentou de forma quadrática com a aplicação de doses de calcário superficial, com a produção máxima (14.228 Mg ha⁻¹

¹) atingida na dose estimada de 2.450 kg ha⁻¹ (Tabela 2), podendo ser atribuído, principalmente, pela melhor nutrição em Ca e Mg. Esses nutrientes são fundamentais na estruturação da planta e na transformação de água, nutrientes e energia solar em carboidratos, conseqüentemente ocorre o aumento no acúmulo de matéria seca (Forestieri & de-Polli, 1990; Nwachuku & Loganathan, 1991). A população de plantas não foi influenciada pela aplicação superficial de calcário. Os resultados para a variável eram esperados, uma vez que muitos estudos evidenciam que este caráter é determinado geneticamente.

O número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos foram ajustados a equações quadráticas, que refletiram diretamente no aumento da produtividade de grãos (Tabela 2). A maior produtividade de grãos (10.189 kg ha⁻¹) foi obtida na dose estimada de 3.315 kg ha⁻¹ de calcário, que corresponde a 49% maior que o a produtividade obtida no controle. Essa elevada produtividade de grãos pode ser explicada pela alta correlação com número de grãos por espiga (r= 0,94) e massa de cem grãos (r= 0,99).

De fato, o milho é considerado uma cultura responsiva à aplicação de corretivos, embora exista grande variabilidade genética com respeito à tolerância à acidez do solo. Vários trabalhos demonstraram aumentos na produtividade de grãos da cultura, justificados principalmente pelas melhorias na nutrição das plantas, proporcionada pela aplicação dos corretivos (Caires et al., 2004; Miranda & Rein, 2005). Oliveira et al. (1997) relataram que a aplicação de 6,6 Mg ha⁻¹ de calcário proporcionou a produtividade máxima para a produção de milho em Latossolo Vermelho-Escuro na região dos cerrados. Por outro lado, Rajj e Quaggio (1997) determinaram que a dose econômica de calcário nos solos de cerrado para a cultura do milho foi de 9 Mg ha⁻¹.

CONCLUSÕES

A calagem melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e conseqüentemente em maiores produtividades de grãos.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela concessão de bolsa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações agronômicas**. IPNI-International Plant Nutrition Institute, 2013.

CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 26, p. 1011–1022, 2002.

CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 66, p. 41–53, 2015.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. a. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45–53, 12 mar. 2011.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 125–136, 2004.

CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2nd ed. Bol. Tec. 100**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 40–54.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a program for statistical analysis and teaching. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36–41, 2008.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 47–50, 1997.

FORESTIERI, E. F.; DE-POLLI, H. Calagem, enxofre e micronutrientes no crescimento do milho e da mucuna preta num podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 165–172, 1990.

GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 283–290, 2003.

LOUÉ, A. Contribuição para o estudo da nutrição catiônica do milho, principalmente a do potássio. **Fertilité**, v. 20, p. 1–57, 1963.

MIRANDA, L. N. De; MIRANDA, C. J. C. de; REIN, T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho Lime under no-tillage and conventional planting systems for soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, 2005.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. Efeito residual

do calcário na produção de milho e soja em solo Glei pouco húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 209–215, 2000.

NASCIMENTO, C. W. A.; LEITE, P. V. V.; NASCIMENTO, R. S. M. P.; MELO, E. E. C. Influência da calagem no fracionamento e na disponibilidade de manganês em solos de Pernambuco. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 22–28, 2005.

NWACHUKU, D. A.; LOGANATHAN, P. he effect of liming on maize yield and soil proprieties in Southern Nigeria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 22, p. 623–639, 1991.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 65–70, 1997.

PATEL, S. K.; RHOADS, F. M.; HANLON, E. A.; BARNETT, R. D. Potassium and magnesium uptake by wheat and soybean roots as influenced by fertilizer rate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 24, n. 13-14, p. 1543–1556, 1 ago. 1993.

PECK, N. H.; MACDONALD, G. E. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. **American Society for Horticultural Science Journal**, v. 114, n. 2, p. 269–272, 1989.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; QUEIROZ, D. M.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C. Alterações de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agronômicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 121–131, 2003.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000.

RAHMATULLAH; BAKER, D. E. Magnesium accumulation by corn (*Zea mays* L.) as a function of potassium-magnesium exchange in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 899–903, 1981.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: overview. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

REHM, G. W.; SORENSEN, R. C. Effects of Potassium and Magnesium Applied for Corn Grown on an Irrigated Sandy Soil1. **Soil Science**, v. 49, p. 1446–1450, 1985.

ROSOLEM, C. A.; PEREIRA, H. F. M.; BESSA, A. M.; AMARAL, P. G. Nitrogen in soil and cotton growth as affected by liming and N fertilizer. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer, 1990. p. 321–325.

Tabela 1. Características químicas do solo antes do experimento (Outubro de 2002) e antes da primeira (Agosto de 2004) e segunda aplicação de calcário (Outubro de 2012).

Prof. m	pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	H + Al	Al	K	Ca	Mg	CTC	V %
Outubro 2002										
0-0,20	4,2	21	9	37	6,5	1,4	16	6	65	37
Agosto 2004										
0-0,20	4,9	27	35	35	2,3	1,1	24	10	70	50
Outubro 2010										
0-0,20	4,7	27	35	42	4,0	1,6	23	14	78	47

Tabela 2. Teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn e Fe), matéria seca, componentes da produção e produtividade de grãos de milho em função das doses de calcário, safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	Calcário				Regressão	R ²
	0	1,000	2,000	4,000		
N, g kg ⁻¹	29,2	30,4	31,4	27,2	y = -0,000001x ² + 0,00248x + 29,066	0,97
P, g kg ⁻¹	3,11	3,16	3,25	3,18	y = -0,0000001x ² + 0,00004x + 3,12	0,88
K, g kg ⁻¹	9,70	7,80	7,14	7,29	y = 0,0000001x ² - 0,0020x + 9,638	0,99
Ca, g kg ⁻¹	4,04	4,04	4,32	4,31	y = -0,0000001x ² + 0,00016x + 4,0	0,75
Mg, g kg ⁻¹	1,49	1,52	1,66	1,69	y = 0,000055x + 1,4945	0,84
S, g kg ⁻¹	1,38	1,39	1,40	1,35	ns	-
Cu, mg kg ⁻¹	9,82	10,19	8,30	7,55	y = -0,000658x + 10,119	0,81

Zn, mg kg ⁻¹	15,0	15,9	14,6	16,2	ns	-
Mn, mg kg ⁻¹	78	59	55	32	$y = -0,011x + 75,73$	0,97
Fe, mg kg ⁻¹	227	195	165	200	$y = 0,00001x^2 - 0,052x + 229,57$	0,96
Matéria seca, Mg ha ⁻¹	7,1	8,7	9,2	9,5	$y = -0,000273x^2 + 1,67x + 7,185$	0,98
População, mil pl ha ⁻¹	88	93	83	82	ns	-
Índice de espiga	1,10	1,15	1,07	1,00	ns	-
Grãos por espiga, n ^o	351	435	426	436	$y = -0,000012x^2 + 0,0648x + 359,3$	0,83
Massa de 100 grãos, g	24,2	24,1	26,3	26,6	$y = 0,00067x + 24,12$	0,76
Produtividade, kg ha ⁻¹	4970	6453	6871	7314	$y = -0,0021x^2 + 1,416x + 5047$	0,97

ns: não significativo.

Efeito da adubação fosfatada sobre a população de micro-organismos solubilizadores e mineralizadores de fósforo isolados em rizosfera de milho

Crísia Santos de Abreu⁽¹⁾; Michele da Silva Campos⁽²⁾; Ramon Silva de Oliveira⁽³⁾; Mikaely Sousa Marins⁽³⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽⁵⁾; Maria Aparecida de Resende Stoianoff⁽⁴⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽⁵⁾.

(1) Doutoranda em Microbiologia; Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; Belo Horizonte; Minas Gerais; crisiaabreu@gmail.com; (2) Estudante do Curso Técnico em Meio Ambiente; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas - ETMSL; Bolsista BIC JR do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED; (3) Graduando (a) em Biotecnologia; Faculdade Ciências da Vida - FCV; Bolsista Embrapa Milho e Sorgo; (4) Professora da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; (5) Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

(2)

RESUMO: A fertilidade do solo de regiões tropicais é substancialmente limitada pelo alto custo e baixa disponibilidade natural de fósforo (P). Como alternativa para aperfeiçoar a eficiência na labilidade desse nutriente, micro-organismos solubilizadores (MSP) e mineralizadores (MMP) de P podem ser utilizados. Objetivou-se isolar, selecionar e caracterizar MSP e MMP isolados da rizosfera de milho cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada. As fontes de P utilizadas foram super fosfato triplo (ST), meia dose de ST e uma mistura da metade da dose com ST e outra metade com Fosfato natural de Araxá (FA). O material vegetal de milho foi coletado em experimento de campo durante o estágio de floração desta cultura. Para a seleção dos micro-organismos foram utilizados meios de cultura contendo fontes orgânicas e inorgânicas de P para evidenciar crescimento e/ou formação de halo transparente indicador de assimilação de P. Obtiveram-se 205 morfotipos bacterianos e 99 fúngicos. De acordo com os tratamentos de adubação, ocorreram diferenças significativas entre os números de isolados MSP e MMP, sendo 62 % provenientes de solo sem adubação fosfatada e 33% de solo adubado com fosfato de rocha. O tipo de adubação fosfatada influenciou o número de isolados obtidos dependendo da disponibilidade de P no solo. Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador dos micro-organismos a serem selecionados em áreas agrícolas com menor quantidade de P solúvel. De acordo com a caracterização macromorfológica, os resultados indicam diversidade entre os isolados, que será confirmada, posteriormente, por identificação molecular, via sequenciamento de DNA.

Termos de indexação: biossolubilização, fosfato, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo de regiões tropicais, mais especificamente em regiões de Cerrado do Brasil, fica substancialmente limitada pela baixa disponibilidade natural de fósforo (P), uma vez que a deficiência desse elemento no solo acarreta alterações no metabolismo das plantas e pode prejudicar o fluxo de energia e a produção de carboidratos, gerando perdas de produtividade e até mesmo inviabilidade da safra (Simpson et al., 1997; Rodriguez & Fraga, 1999).

Micro-organismos solubilizadores (MSP) e mineralizadores (MMP) de P estão sendo utilizados como alternativa para aperfeiçoar a eficiência na utilização deste elemento disponibilizando-o para as plantas, através do fluxo de P gerado pela solubilização do P inorgânico pela produção de ácidos orgânicos, mineralização do P orgânico, pela atividade enzimática de fosfatases, dentre outros mecanismos (Oliveira et al., 2009; Richardson & Simpson, 2011; Abreu, 2014; Vassilev et al., 2014).

A rizosfera compreende a fração de solo sob influência do sistema radicular das plantas em que ocorre interações biológicas dinâmicas e exerce efeito direto sobre o crescimento de plantas e raízes (Aiken & Smucker, 1996; Hawes et al., 1998), possibilitando interações microbianas. A composição da comunidade microbiana rizosférica pode afetar a disponibilidade de P para as plantas (Marschner et al., 2006), aumentando a concentração deste elemento na região rizosférica.

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi isolar, selecionar e caracterizar macromorfológicamente micro-organismos solubilizadores de fosfatos e mineralizadores de P orgânico isolados da rizosfera

de milho cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta das amostras

As amostras de solo rizosférico foram coletadas em experimento de campo contendo milho no estágio de floração, plantado em Latossolo Vermelho distrófico no campus experimental da Embrapa Milho e Sorgo (19°28'S 44°15'W), município de Sete Lagoas-MG, na safra 2015. Os tratamentos foram constituídos das adubações de P utilizadas no plantio, distribuídos em faixas com 3 repetições: Super Fosfato Triplo (ST), meia dose de ST e uma mistura da metade da dose com ST e outra metade com Fosfato natural de Araxá (STFA). O plantio sem adição de P foi utilizado como controle. A adubação de plantio foi realizada com base na dose de P de 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, exceto no controle sem adubação fosfatada (PO). Foram coletadas 5 plantas em cada parcela dos tratamentos de adubação para a coleta de amostras de solo de acordo com Oliveira et al. (2009), considerando-se como solo rizosférico o fortemente aderido a raízes centrais e finas.

Isolamento de micro-organismos rizosféricos

Um total de 5 g de solo rizosférico foram peneirados, acrescentados a 45 mL de solução salina 0,85% e homogeneizados por 30 minutos. Após homogeneização, uma alíquota de 1 mL foi retirada e procedeu-se às diluições seriadas decimais (10⁻³ a 10⁻⁵) para selecionar os micro-organismos e efetuar as contagens em cada tratamento.

Seleção de micro-organismos rizosféricos

Após o isolamento, 100 µL de cada diluição seriada foi plaqueada em meio de cultura NBRIP (*National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium*) (Nautiyal, 1999) e Fitato de Sódio (Richardson & Hadobas 1997), contendo, respectivamente, fontes inorgânica e orgânica de P.

As placas inoculadas foram incubadas a 25 ± 3°C por até 10 dias, sendo o crescimento dos micro-organismos acompanhado diariamente. Os isolados foram selecionados pelo crescimento e/ou formação de halo transparente indicador de solubilização (**Figura 1**) no meio de cultura e o número total de isolados foram mensurados. Foram realizadas três repetições para cada plaqueamento. No tratamento controle, as placas foram inoculadas com solução salina (0,85%) esterilizada.

Caracterização de micro-organismos rizosférico

A caracterização macromorfológica dos

isolados bacterianos foi realizada segundo Hungria e Silva (2011). Para a caracterização dos isolados fúngicos, foram adotados os mesmos parâmetros de Hungria e Silva (2011), com modificações para os parâmetros tipo e consistência do micélio (Marriel 2015, comunicação pessoal).

Após o isolamento, seleção e caracterização macromorfológica, todos os micro-organismos foram incorporados à Coleção de Micro-Organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo, após serem purificados e armazenados sob: preservação em glicerol a -20 °C e -80 °C, preservação em óleo mineral, preservação segundo método de Castellani (1939) e preservação de micélios fúngicos a 8 °C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das amostras de solo rizosférico, obtiveram-se 200 morfotipos bacterianos e 99 morfotipos fúngicos (**Tabela 1**), selecionados pelo crescimento e/ou formação de halo transparente em meio de cultura sólido. Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador em um total dos micro-organismos isolados.

Em geral, a eficiência solubilizadora de bactérias em meio sólido foi maior que a mineralizadora, quando comparamos o número total de isolados crescidos no meio NBRIP em relação ao meio Fitato de Sódio (**Tabela 1**). O maior número de isolados bacterianos (53,92 %) foi computado no tratamento sem adubação fosfatada, o que pode ser explicado por interferentes como um potencial solubilizador intrínseco do microbioma do solo e/ou concentração insuficiente de adubação de P nos demais tratamentos a ponto de superarem a eficiência solubilizadora da microbiota natural quanto à disponibilidade total de P. Outra possibilidade é pela redução da complexação natural de P no solo com cátions como ferro e alumínio, o que favorece a sua disponibilidade para as plantas.

O segundo tratamento com maior número de isolados bacterianos foi o STFA (39,22 %), que trata-se de uma mistura de adubação sintética (superfosfato triplo) com o fosfato de Araxá, uma apatita de origem ígnea, com alto grau de cristalização e baixa labilidade natural em ácido cítrico (Kliemann & Lima 2001). Os fosfatos naturais são insolúveis em água, mas podem ser aplicados diretamente no solo, pois o P₂O₅ contido nesses fosfatos reage diretamente com o ácido cítrico presente na rizosfera e no solo, sendo liberado pelos micro-organismos e plantas (Pérez-Montañó et al., 2014) e a absorção de fosfato, mesmo que lenta, acelera o ciclo biogeoquímico de P do solo. Além disso, a absorção direta pelas raízes que

secretam substâncias ácidas potencializa a solubilidade de P na região rizosférica (Pérez-Montaño et al., 2014).

O meio de cultura NBRIP contém fonte insolúvel de P na forma de fosfato tricálcio que na presença de cloreto de cálcio e substâncias liberadas pelos micro-organismos, como ácidos orgânicos e enzimas no meio circundante, sofre processo de solubilização que é evidenciado pela formação de um halo translúcido ao redor das colônias que apresentam capacidade solubilizadora (Nautiyal, 1999; Souchie et al., 2005; Abreu, 2014).

Para a realização deste trabalho, foram selecionados todos os morfotipos distintos que cresceram e formaram ou não halo de solubilização nos meios de cultura utilizados. Este critério de seleção foi adotado visto que alguns autores como Whitelaw et al. (2000), relatam que o potencial de solubilização e mineralização de fosfato é proporcional ao tamanho do halo e a sua relação com o tamanho da colônia. Porém, a confiabilidade desta técnica é questionável uma vez que isolados que não produzem qualquer halo visível indicativo de solubilização podem solubilizar formas insolúveis de fosfatos inorgânicos em meio líquido (Oliveira et al., 2009; Sousa, 2010).

Dentre todos os isolados caracterizados, houve variabilidade entre os parâmetros avaliados. Estes resultados indicam uma possível diversidade entre os isolados, que será verificada posteriormente pela realização da caracterização molecular dos mesmos por meio do sequenciamento do DNA.

As bactérias obtiveram características distintas, mas em sua maioria elas apresentaram uma predominância da cor branco e creme, superfície entre lisa e gomosa, forma circular, borda inteira, elevação convexa da colônia e os tamanhos foram variados. Os fungos obtiveram variações em todos os parâmetros.

CONCLUSÕES

A caracterização macromorfológica permitiu identificar o fenótipo de cada cepa na coleção de micro-organismos, facilitando o processo de purificação e reativação em novos cultivos e testes.

O tipo de adubação fosfatada em milho influenciou o número de isolados obtidos, dependendo da disponibilidade de P no solo. O maior número de isolados foi mensurado em solo sem adubação fosfatada, seguido dos tratamentos com adição de fosfato natural.

Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador dos micro-organismos para uso na cultura do milho a serem selecionados

em áreas agrícolas com menor quantidade de P solúvel.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Embrapa Milho e Sorgo e à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. Seleção e caracterização de bactérias endofíticas isoladas de plantas de milho com potencial para a biossolubilização de rochas fosfáticas. 2014. 47 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

AIKEN, R.M.; SMUCKER, A.J.M. Root system regulation of whole plant growth. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v.34, p.325-346, 1996.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **J. Trop.Med.Hyg.**, 42: 225-226, 1939.

HAWES, M. C.; BRIGHAM, L. A.; WEN, F.; WOO, H. H.; ZHU, Y. Function of root border cells in plant health:pioneers in the rhizosphere. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v.36, p.311-327, 1998.

HUNGRIA, M & SILVA, K. Manual de curadores de germoplasma – Micro-organismos: rizóbios e bactérias promotoras do crescimento vegetal. **Documentos 332 e 333**, 20 p. Embrapa Soja e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2011.

KLIEMANN, H.J. & LIMA, D.V. Eficiência agronômica de fosfatos naturais e sua influência no fósforo disponível em dois solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.2, 2001.

MARSCHNER, P.; SOLAIMAN, Z.; RENGEL, Z. Rhizosphere properties of Poaceae genotypes under P-limiting conditions. **Plant and Soil**, v.283, p.11-24, 2006.

NAUTIYAL, C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiol Lett**,v.170, p. 265-270, 1999.

OLIVEIRA, C.A.; ALVES, V.M.; MARRIEL, I.E.; GOMES, E.A.; MUZZI, M.R.S., CARNEIRO, N.P.; GUIMARAES, C.T., SCHAFFERT, R.E; SÁ, N.M.H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in na oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41,p.1782–1787, 2009.



PÉREZ-MONTAÑO, F.; ALÍAS-VILLEGAS, C.; BELLOGÍN, R.A.; CERRO, P. del.; ESPUNY, M.R.; JIMÉNEZ-GUERRERO, I.; LÓPEZ-BAENA, F.J.; OLLERO, F.J.; CUBO, T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. **Microbiological Research**, v.169, p.325-336, 2014.

RICHARDSON, A. E.; HADOBAS, P. A. Soil isolantes of *Pseudomonas* spp. That utilize inositol phosphates. **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa , v. 43, p. 509-516, 1997.

RICHARDSON, A.E. & SIMPSON, R.J. Soil Microorganisms Mediating Phosphorus Availability. **Plant Physiol**, v.156, p. 989–996, 2011.

RODRIGUEZ, H. & FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v.17, p.319-339, 1999.

SIMPSON, P. G.; SALE, P. W. G.; TENNAKON, S. B. An economic analysis of the field performance of North Carolina reactive phosphate rock compared with single superphosphate for selected sites from the national reactive phosphate rock project. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.37, p.1061-1076, 1997.

SOUCHIE, E.L.; ÁZCON, R.; BAREA, J.M.; SAGGIN-JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Solubilização de fosfatos em meio sólido e líquido

por bactérias e fungos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1149-1152, 2005b.

SOUSA, C.B. Solubilização de fósforo por bactérias endofíticas. 2010. 38p. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VASSILEV, N.; MENDES, G.; COSTA, M.; VASSILEVA, M. Biotechnological Tools for Enhancing Microbial Solubilization of Insoluble Inorganic Phosphates. **Geomicrobiology Journal**, v.31, p.751–763, 2014.

WHITELAW, M. A. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, New York, v. 69, p. 99-151, 2000.

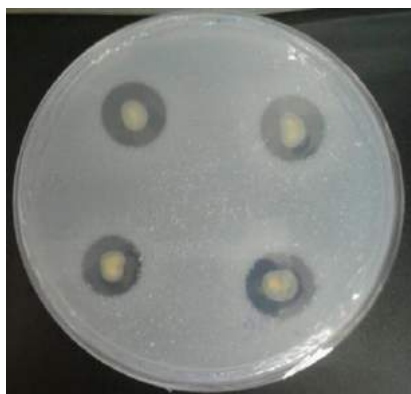


Figura 1 - Halo de solubilização em meio sólido NBRIP formado por microrganismos capazes de solubilizarem fosfato tricálcio, fonte exclusiva de fósforo adicionado ao meio de cultura. Halo translúcido ao redor da colônia indica processo de solubilização de fósforo.

Tabela 1 – Número de isolados rizosféricos de milho selecionados nos meios NBRIP (micro-organismos solubilizadores de fósforo) e Fitato de Sódio (micro-organismos mineralizadores de fósforo), cultivado com diferentes manejos de adubação fosfatada. Média de 3 repetições.

Adubação	Bactérias		Fungos	
	NBRIP ¹	Fitato de Sódio ²	NBRIP	Fitato de Sódio
P0 ³	55	56	15	56
ST ⁴	2	----	6	1
½ ST ⁵	5	----	----	----
STFA ⁶	40	42	9	7
Total de isolados	102	98	30	64

¹ National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium (Nautiyal, 1999).

² Fitato de Sódio (Richardson & Hadobas 1997).

³ Tratamento controle, sem adição de fonte de fósforo.

⁴ Super Fosfato Triplo.

⁵ Meia dose de Super Fosfato Triplo.

⁶ Meia dose da mistura entre Super Fosfato Triplo e Fosfato de Araxá.

Efeito da inoculação com Abv5 e *Rhizobium* na fixação de nitrogênio de um híbrido simples milho na região de Dourados-MS

Renata Marchiori^{(1)*}; Vander André Berres⁽¹⁾; Priscila Carvalho da Silva⁽¹⁾; Carlo André Zimmer⁽²⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽³⁾; Liliam Silvia Candido⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestrando (a) em Agronomia (Produção Vegetal); Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, Mato Grosso do Sul; r.marchiori.biotech@gmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Agronomia; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; ⁽³⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; ⁽⁴⁾ Professora Adjunto II; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, Mato Grosso do Sul.

RESUMO: O milho é bastante cultivado no Brasil, sendo altamente exigente nutricionalmente quando se refere a nitrogênio. Assim, o uso de inoculantes microbianos que auxiliem na fixação deste elemento, torna-se de fundamental importância para reduzir o custo de produção e aumentar a produtividade da cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar e comparar os efeitos de inoculantes microbianos e da adubação nitrogenada, em relação às características morfológicas e de produção de um híbrido simples de milho em Dourados-MS. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados na safra 2015/2016. A adubação utilizada foi 8-28-16 em dose de 300 kg.ha⁻¹, para os tratamentos controle e meio controle. Aos 40 dias após a semeadura, realizou-se adubação nitrogenada de cobertura com uréia, aplicando 86,40g por linha para o controle e 43,20g para meio controle. Foram avaliados seis tratamentos sendo, testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+*Rhizobium* 2 (IB). Não foi constatado diferença estatística significativa para as características morfológicas. Entretanto, para o peso de espigas e a produtividade, as maiores médias foram obtidas com o tratamento controle, seguido de meio controle, IB, IC, IA e testemunha. A inoculação de *Azospirillum brasiliense*, com e sem consórcio com o *Rhizobium*, não aumentou a produtividade final do híbrido simples em relação à adubação nitrogenada, porém obteve resultado igual ao inoculante registrado no mercado.

Palavras-chave: Inoculante; *Azospirillum*; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com um total de 52,9 milhões de toneladas produzidas em uma área total de 10,16 milhões de

hectares (CONAB, 2016). É muito utilizado na alimentação, tanto humana quanto animal, pois possui elevada qualidade nutricional, contendo um alto teor de carboidratos, amido e ácidos graxos, de forma que seu principal destino são as indústrias de rações. Este grão é cultivado em diferentes sistemas produtivos e plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (MAPA, 2015).

A cultura do milho exige bons níveis de nutrientes no solo, sendo que o nitrogênio merece destaque especial, pois sua deficiência pode afetar o rendimento de grãos entre 14 a 80%. O milho remove grandes quantidades de nitrogênio do solo para potencializar seu metabolismo e a produtividade, portanto necessita de uma adubação nitrogenada muitas vezes maior do que a recomendada, podendo reduzir a eficiência de alguns outros nutrientes, aumentando o custo com fertilizantes e causando preocupações com possíveis efeitos negativos à mananciais e solos causados pelo excesso de nitrato (FARINELLI et al., 2012).

Sendo assim, várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas a fim de aumentar a eficiência na utilização do nitrogênio mineral e consequentemente a economia dos custos de produção. Uma delas é o aperfeiçoamento do estudo do processo de fixação de nitrogênio por intermédio de microrganismos denominados diazotróficos, sendo estas bactérias e cianobactérias capazes de fixar nitrogênio por meio de seu metabolismo (CANTARELLA & DUARTE, 2004).

A inoculação do milho com bactérias pode aumentar o diâmetro das raízes e o número de radículas, consequentemente melhorando a absorção de nutrientes e água do solo, devido à capacidade que as bactérias possuem de produzir hormônios que agem nessas características. A *Azospirillum brasiliense* possui essa capacidade de promover fixação biológica de nitrogênio quando associada ao milho, portanto é muito utilizada como base de inoculantes microbiológicos (CAVALLET et al., 2000). Essa bactéria forma um sistema associativo com o milho, mas sem a complexidade da formação de nódulos. Outras bactérias vêm

sendo estudadas, assim como as do gênero *Rhizobium*, as quais já estão sendo incorporadas no sistema produtivo por serem fixadores simbióticos.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e comparar os efeitos de inoculantes microbianos e da aplicação de adubação nitrogenada, em relação às características morfológicas e de produção de um híbrido simples de milho na região de Dourados-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) na safra 2015/2016. A fazenda está situada no município de Dourados-MS, com coordenadas de 22°13'15" de latitude Sul, 54°48'21" de longitude Oeste e 430 m de altitude, sendo o solo do local do tipo Latossolo vermelho distroférrico (LVdf).

O híbrido simples Down 2B587 Power Core foi semeado em novembro de 2015. Seis tratamentos foram avaliados, sendo eles: testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação); controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia); meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia); inoculante comercial - IC (inoculação padrão contendo cepas recomendadas); IA (inoculante Abv5 1); IB (inoculante Abv5+*Rhizobium* 2).

A adubação de base foi efetuada por meio da fórmula 8-28-16 em dose de 300 kg.ha⁻¹, para os tratamentos controle e meio controle. Aos 40 dias após a semeadura, realizou-se adubação nitrogenada de cobertura, utilizando como fonte de nitrogênio a uréia, aplicando 240 kg ha⁻¹ para o controle e 120 kg ha⁻¹ para o meio controle.

As características avaliadas foram: altura de plantas (AP), medido do solo até a inserção da folha bandeira, em cm; altura de espiga (AE), medido do solo até a inserção da espiga superior, em cm; diâmetro do colmo (DC), medido com auxílio de paquímetro, acima da espiga superior, em mm; diâmetro de espiga (DE), medido no terço médio com paquímetro, em mm; comprimento de espiga (CE), medido com régua, em cm; peso total de espigas da parcela (PE) medidas em kg; produtividade (PROD), medida em kg ha⁻¹; massa de mil grãos (M1000), em g; teor de nitrogênio no grão (NG) em kg ha⁻¹; e teor de nitrogênio foliar (NF) em kg ha⁻¹.

Os efeitos da inoculação da semente de milho foram fundamentados na determinação do teor de nitrogênio (N) dos grãos e na parte aérea, onde coletou-se seis folhas oposta a espiga superior de cada parcela.

A mensuração das características morfológicas em campo e a colheita foram realizadas da área útil da parcela, considerando seis metros das linhas centrais, ou seja, excluindo as duas linhas laterais e um metro de cada extremidade das parcelas, totalizando 16,2 m².

Delineamento e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), sendo cada bloco constituído pelos 6 tratamentos em 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas, experimentais foram compostas por 8 linhas de 8,0 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 0,25 metros entre plantas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as características DC, AP, AE, DE e CE (**Tabela 1**), ou seja, o efeito dos diferentes inoculantes e combinações de adubação nitrogenada foram o mesmo para as características morfológicas citadas.

Na **Tabela 2** estão apresentados os resultados da comparação entre médias para as características M1000, PE, PROD, NG e NF. Foi possível constatar que não houve diferença significativa entre as médias para as características M1000 e NG. Entretanto, houve diferença significativa entre as médias de PE, PROD e NF. A maior média obtida para o PE e para a PROD foi observado no tratamento controle, 22,52 kg e 10.515,40 kg ha⁻¹, respectivamente. Para o NF a maior média foi apresentada pelo tratamento ½ controle 36,12 kg ha⁻¹.

Para o PE, embora o tratamento controle tenha sido superior, este é estatisticamente igual ao tratamento ½ controle, que não se difere estatisticamente ao tratamento IB. Os tratamentos que propiciaram as menores médias de PE foram o IA e a testemunha, 15,04 kg e 12,95 kg, respectivamente.

Em relação à característica PROD, o tratamento controle também proporcionou a maior média, seguido do tratamento ½ controle, sendo estatisticamente igual ao tratamento IB que obteve terceira maior média de produtividade, 8.031,90 kg ha⁻¹, porém devido a elevada DMS, este tratamento não se diferiu estatisticamente do IA e do IC, que são estatisticamente iguais a testemunha, com a menor média de produtividade.

A classe de bactérias *Rhizobium* são gram-negativas, possuindo uma temperatura ideal para

seu desenvolvimento de 40°C (LIBÓRIO et al., 2015). Na área cultivada houve um registro de máxima de 30°C (EMBRAPA, 2016). Esse fator pode ter limitado o desempenho da associação de *Abv5+Rhizobium* (IB), pois se não tivesse ocorrido essa limitação os resultados possivelmente tenderiam a um aumento de produtividade.

O tratamento IA não diferiu estatisticamente da testemunha, que apresentou as menores médias para as características relacionadas a produtividade (M1000, PE e PROD). Todavia, o IA contém apenas a estirpe *Abv5* em sua formulação, e alguns autores apresentam resultados desfavoráveis desta estirpe quando associada à gramíneas para fixar nitrogênio. MELLO (2012) ressalta que em dois anos de estudo em áreas diferentes, a inoculação com a *Abv5* não influenciou o rendimento de grãos assim como os componentes de produção.

Em relação a característica de NF o tratamento IB apresentou resultado intermediário, com a terceira maior média 34,50 kg ha⁻¹, sendo estatisticamente igual ao ½ controle. A menor média foi observada pelo tratamento IA 27,50 kg ha⁻¹. O *Azospirillum* possui capacidade de crescer utilizando apenas o nitrogênio atmosférico como fonte única deste elemento. Portanto desenvolvimento da estirpe *Abv5* pode ter sido prejudicado devido à elevada taxa de chuva na região, como consta nos registros, onde houve uma variação de 0,0mm até 90,6mm no período de novembro à fevereiro, com chuvas frequentes, o que acarreta uma diminuição do nitrogênio disponível (EMBRAPA, 2016).

A formulação IB obteve média de CE, PE e PROD superior ao formulado IA, isso pode ser justificado pela associação da estirpe *Abv5* com o *Rhizobium*. Esta associação pode ter elevado a fixação de nitrogênio pela planta refletindo num aumento destas características, quando comparadas as médias com o formulado IA. O fato das médias de NG terem sido estatisticamente iguais para os diferentes tratamentos e divergentes do observado para NF, sugere que a planta utilizou maiores e diferentes níveis de nitrogênio para seu metabolismo foliar e estrutural.

CONCLUSÕES

A inoculação de *Azospirillum brasiliense*, com e sem consórcio com o *Rhizobium*, não aumentou a produtividade final do híbrido simples de milho em relação à adubação nitrogenada, porém obteve resultado igual ao inoculante registrado no mercado.

O milho, em ambiente favorável ao seu desenvolvimento, prefere utilizar o nitrogênio que está prontamente disponível, em vez de se associar com a bactéria, por isso, são necessários novos testes com a estirpe *Abv5* em gramíneas, tanto sozinha, quanto associada ao *Rhizobium*, em condições diferentes de adubação, como na

safrinha, onde os produtores diminuem as doses de nitrogênio ou nem a utilizam.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG), 2006. 382 p.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. p.139-182.

CAVALLET, L.E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.4, n.1, p.129-132, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivar/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maior_2012_-_final.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Guia Clima. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

FARINELLI, R., HANASHIRO, R. K., AMARAL, C. B., FILHO, D. F. Resposta da Cultura do Milho à Inoculação de Sementes e Adubação Nitrogenada em Cobertura. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. p. 1672-1678

LIBÓRIO, P. H. S; TOMELI, I. M. B.; NÓBILE, F. O.; GUERREIRO, R. D.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A.; Avaliação de híbridos de milho quanto a inoculação nitrogenada; **Ciência & Tecnologia**. Fatec-JB, Jaboticabal, v. 7, 2015. Número especial.

MAPA – Ministério da Agricultura e Abastecimento. Serviços e sistemas. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* nas culturas de milho e trigo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo: UPF, 2012. 90 p.

Tabela 1. Teste de comparação de médias para as características diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE). Dourados-MS/Safra 2015/2016.

Tratamentos	DC	AP	AE	DE	CE
½ Controle	14,20 a	187,75 a	92,52 a	49,51 a	13,12 a
IA	15,00 a	183,50 a	88,72 a	45,50 a	12,43 a
Controle	15,06 a	191,50 a	91,02 a	49,25 a	13,43 a
IC	14,02 a	179,00 a	88,25 a	46,47 a	12,18 a
IB	15,06 a	189,50 a	90,37 a	49,05 a	13,43 a
Testemunha	13,93 a	180,00 a	81,67 a	44,68 a	11,68 a
DMS	3,00	20,61	20,61	6,76	2,76
CV (%)	8,98	4,84	10,09	6,19	9,44
Média Geral	14,54	185,20	88,76	47,41	12,71

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.** DMS Diferença mínima significativa. *** testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+Rhizobium 2 (IB).

Tabela 2. Teste de comparação de médias para as características massa de 1000 grãos (M1000), peso total de espigas da parcela (PE), produtividade (PROD), níveis de nitrogênio no grão (NG) e níveis de nitrogênio foliar (NF). Dourados-MS/Safra 2015/2016.

Tratamentos	M1000	PE	PROD	NG	NF
½ Controle	292,02 a	21,42 ab	9686,70 ab	21,00 a	36,12 a
IA	273,16 a	15,04 c	7364,20 cd	13,25 a	27,50 b
Controle	302,77 a	22,52 a	10515,40 a	17,25 a	35,50 ab
IC	247,46 a	16,14 bc	7026,20 cd	14,62 a	31,00 ab
IB	267,04 a	16,73 bc	8031,90 bc	15,25 a	34,50 ab
Testemunha	246,53 a	12,95 c	5726,90 d	13,37 a	31,12 ab
DMS	68,64	5,41	2251,60	8,97	8,26
CV	10,99	13,47	12,16	24,72	11,00
Média Geral	271,50	17,47	8058,55	15,79	32,62

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.** DMS Diferença mínima significativa. *** testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+Rhizobium 2 (IB).

Efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente e aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho

Maurício Maraschin Neumann⁽¹⁾; Daelcio Vieira Spadotto⁽¹⁾; Lucas Almeida da Silva⁽¹⁾; Natan Crestani⁽¹⁾; Fernando Machado dos Santos⁽²⁾.

⁽¹⁾ Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul; mauricioneumann66@gmail.com; daelciospadotto@gmail.com; lukas_almeida2010@hotmail.com; natancrestani@hotmail.com; ⁽²⁾ Docente do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

RESUMO: O nitrogênio é um dos principais nutrientes exigidos pela cultura do milho, este é aplicado na cultura de forma química. Entretanto, há outras formas de se obter este mineral, através da inoculação de semente com *Azospirillum brasilense*. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido na área do IFRS – Campus Sertão, o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial "2x4". O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (0 e 194 kg ha⁻¹) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg⁻¹ de semente). A aplicação do nitrogênio mineral em cobertura na dose de 194 kg ha⁻¹ de N realizada em dois estádios (V4 e V8). Os parâmetros avaliados foram rendimento de grãos e teor de clorofila na folha. O fator de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não apresentou diferença para as duas variáveis, já o fator nitrogênio apresentou diferença para rendimento de grãos e teor de clorofila ao aplicar 194 kg ha⁻¹ de N. Ao comparar a interação entre os dois fatores não foram encontradas diferenças. Conclui-se que na condução do experimento que o uso de *Azospirillum brasilense* não apresentou resultados e assim não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

Termos de indexação: Inoculação, *Zea Mays* L., rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui aproximadamente quinze milhões e meio de hectares no Brasil (Conab, 2015), sendo um dos cereais mais cultivados no mundo. Um dos principais nutrientes limitantes no rendimento da

cultura é a adubação nitrogenada (Roberto et al., 2010). Pois o nitrogênio é o nutriente que a maioria das plantas necessita em maior quantidade, já que este é constituinte de proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucléicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (Floss, 2011).

A maioria da adubação é feita de forma química, assim há uma grande importância de estudos que visem a otimização destes insumos, sendo o milho uma das culturas que tem a maior demanda de nitrogênio (Basi, 2013). A adubação nitrogenada influencia no rendimento de grãos e na qualidade do produto em consequência do teor de proteína nos grãos (Amaral Filho et al., 2005).

A baixa eficiência da utilização de fertilizantes nitrogenados de forma mineral, é devido à ação de processos como a lixiviação, volatilização de amônia, desnitrificação, erosão e imobilização microbiana. E por ser um nutriente absorvido em grandes quantidades pelas plantas cultivadas, por apresentar altas perdas, pode representar o nutriente mais caro para a agricultura (Cantarella, 2007).

A principal fonte de N na natureza é a atmosfera constituída de aproximadamente 78 % de N₂, entretanto, este não está disponível para as plantas (Taiz & Zeiger, 2004). Existem bactérias capazes de fixar o N₂ da atmosfera e transformá-los em forma disponíveis para as plantas (Hungria, 2011; Taiz & Zeiger, 2004).

As bactérias fixadoras de N são encontradas na natureza na forma de vida livre ou em associação com plantas, e estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000).

O gênero *Azospirillum* abrange um grande grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), sendo *Azospirillum brasilense* a principal espécie fixadora de nitrogênio pesquisada no Brasil (Hungria, 2011).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão (IFRS/Sertão) (S28°03'18", W52°14' 53", a 670m de altitude). O solo da área é classificado como nitossolo bruno-vermelho distrófico profundo (Embrapa, 2013), e o clima, classificado por Köppen como Cfa, com chuvas bem distribuídas e temperatura média anual de 18,3°C (Moreno, 1961).

A área da implantação do experimento encontrava-se em pousio por um período de um ano, sendo anteriormente utilizada na cultura da soja. Os resultados da análise química do solo da camada 0-10 cm foram: pH em água: 5,6; Matéria orgânica (MO): 3 %; Potássio (K): 194 mg dm⁻³; Fósforo (P): 20 mg dm⁻³; Cálcio (Ca): 4,84 cmol_c dm⁻³; Magnésio (Mg): 1,57 cmol_c dm⁻³; Alumínio (Al): 0,0 cmol_c dm⁻³; CTC_{pH7,0}: 10,89; Saturação por bases (V): 63,42 %.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial "2x4", com quatro blocos. O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (zero e 194 kg ha⁻¹) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg⁻¹ de semente), sendo que a indicação do produto é a dose de quatro g do produto diluído em solução açucarada por kg de semente. O inoculante utilizado foi a base de *Azospirillum brasilense*, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10⁸ Unidades Formadoras de Colônia g⁻¹. O composto foi aplicado no momento do semeio, diretamente na semente. As parcelas utilizadas tiveram área de 12 m², mas a área útil foi de 4,5 m².

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 com o híbrido Biomatrix[®] BM915 PRO[®] com 65.000 plantas ha⁻¹. A adubação utilizada conforme análise de solo, interpretada para recomendação de adubação através do Rolas (2004) para expectativa de rendimento de grão 12.000 kg ha⁻¹, o nitrogênio aplicado em cobertura no estádio V4 e V8 na dose de 194 kg ha⁻¹ de N na formulação de uréia (45% N).

As variáveis avaliadas foram rendimento de grãos e leitura de clorofila. Para a leitura do teor de clorofila utilizou-se o Medidor Portátil de Clorofila (MPC) Falker[®] Clorofilog[®], o qual possui uma

escala de medição de zero a 100 Índice de Clorofila Falker (ICF), resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

A leitura de clorofila foi realizada na penúltima folha quando o milho estava no estádio R4 em quatro plantas por parcela com três leituras por planta. Posteriormente à colheita, foi feita a classificação das amostras para retirar as impurezas, e também a quantificação da umidade para correção a 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e sendo verificado efeito significativo para algum parâmetro avaliado, suas médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (p<0,05), utilizando-se o software "ASSISTAT 7.7 BETA" (Assistat, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos valores médios do teor de clorofila da folha não se difere ao comparar o fator das diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense*, assim como a interação entre os fatores doses do inoculante e aplicação de nitrogênio. Entretanto, ao comparar somente a aplicação de nitrogênio expresso na **tabela 1**, ocorreu um acréscimo dos teores de clorofila na folha, quando foi aplicado fertilizante mineral em cobertura. Estes dados corroboram com os de Mello (2012), onde somente o fator N elevou os teores de clorofila na folha em dois anos.

Tabela 1 – Valores médios do Índice de Clorofila Falker (ICF) nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO[®], IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	ICF ^{1 2}
0	41,46 b
194	49,97 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Plantas avaliadas no estádio V12. CV_{exp.} = 8,21%.

Entretanto, para Jordão et al. (2010) o teor de clorofila na folha aumenta na presença de *Azospirillum* e com a aplicação de nitrogênio. Sendo que o teor de clorofila aumenta linearmente quando se aumenta a dose de N.

Estudos de Chapman & Barreto (1997), citam que 50 a 70% do N total das folhas são integrante de enzimas, que estão adjuntas ao cloroplasto (Stocking & Ongun, 1962). Na cultura do milho, a relação entre teor de N na folha e rendimento de grãos já está bem estabelecida (Waskom et al., 1996). Assim, ao comparar a leitura de clorofila do fator nitrogênio, há um aumento de N na planta em

virtude do maior teor de clorofila.

Os valores de rendimento de grãos em relação a aplicação de nitrogênio estão expressos na **tabela 2**.

Tabela 2 – Valores médios de rendimento de grãos nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO[®], IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Rendimento (kg ha ⁻¹) ¹
0	8.817 b
194	11.455 a

¹ Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 14,85%.

A aplicação do fator nitrogênio aumentou de forma significativa o rendimento do milho, o que torna esta prática imprescindível na cultura, já o fator doses da bactéria *Azospirillum brasilense* e a interação entre as doses e a utilização de nitrogênio não demonstrou ser uma prática eficiente, pois não há diferença em sua aplicação.

A bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* via solução nas sementes, com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, não interfere no desenvolvimento de plantas e na produtividade da cultura do milho, assim a bactéria não substitui o uso de fertilizantes nitrogenados (Repke et al., 2013). Para Mello (2012) a aplicação da bactéria não influenciou no rendimento de grão na cultura.

Müller et al. (2012), não encontrou diferença no rendimento de grãos e teor de clorofila, sendo necessário mais estudos com *Azospirillum brasilense* sobre a eficiência desta bactéria.

Cerca de 30 a 90% das amostras de solo coletadas em todo o mundo contem *A. brasilense* e *A. lipoferum* (Döbereiner & Day, 1976). Neste sentido, como pode haver presença de outras estirpes de bactérias no solo (Hungria, 2011), este fato pode ter interferido no fornecimento de substâncias que interferiram na avaliação deste experimento. Bactérias fixadoras de N estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000). Assim, a presença destas bactérias, pode ser um dos motivos a qual a aplicação de *Azospirillum brasilense* não demonstrou efeito significativo, contestando os trabalhos de Hungria (2011) e Jordão (2010) a qual encontraram aumento no rendimento em sementes inoculadas.

O tratamento industrial de semente pode afetar no estabelecimento de *Azospirillum*, pois podem apresentar incompatibilidade com fungicidas e outros produtos (Hungria et al., 2007).

CONCLUSÕES

A inoculação da semente com diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense* não apresentou efeito na cultura do milho, tanto para rendimento como para teor de clorofila.

A aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou aumento no rendimento de grãos e no teor de clorofila.

Na condução do experimento, o uso de *Azospirillum brasilense* não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 467-473, 2005.

ASSISTAT. **Assistência Estatística**: versão 7.7 beta. Paraíba: Campina Grande, 2016.

BASI, S. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CHAPMAN, S. C., BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safras brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.6 - Sexto Levantamento, Brasília, p. 1-103, mar. 2015.

DIDONET, A. D.; LIMA, A. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON, W. E.; NYMAN, C. T. (Ed.). **Nitrogen Fixation**. Washington: Washington State University, 1976. p. 518-538.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, **Manual de Instruções**, 32 p., 2007.

- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF, 2011. 734 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 40 p.
- JORDÃO, L. T.; LIMA, F. F.; LIMA, R. S.; MORETTI, P. A. E.; PEREIRA, H. V.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: FertBio, 2010, Maringá, **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010. p. 1-5.
- MELLO, N. Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.
- REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J. da; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.
- ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010.
- ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- STOKING, C.R., ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 49, n. 3, p. 284-289, 1962.
- WASKOM, R. M., WESTFALL, D. G., SPELLMAN, D. E. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3, p. 545-560, 1996.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Efeito residual da calagem e silicatagem superficial na produtividade do milho

Katiuça Sueko Tanaka⁽¹⁾; Letusa Momesso Marques⁽²⁾; Felipe de Andrade Faleco⁽³⁾; Lucas André Curto Donini⁽⁴⁾; Cassiano Silva Puoli⁽⁵⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; sueko_tanaka@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista Capes; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; letusamomesso@gmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; felipe.faleco@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; lucasdonini.unesp@gmail.com; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; cassiano.puoli@gmail.com; ⁽⁶⁾ Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; crusciol@fca.unesp.br.

RESUMO: O acúmulo de resíduos vegetais e fertilizantes em superfície no sistema plantio direto acelera o processo de acidificação do solo, uma vez que é um dos fatores mais importantes que limitam a produção das culturas. Dentro deste enfoque, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da aplicação superficial de calcário e silicato de cálcio e magnésio na produtividade do milho em experimento de longa duração no sistema plantio direto (SPD). O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP). O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distroférico típico argiloso. A área experimental vem sendo cultivada sob SPD desde 2002/2003. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos da acidez do solo aplicados superficialmente e o controle (calcário, silicato de cálcio e magnésio e sem corretivo). Foram determinadas a produção de massa de matéria seca da parte aérea, população de plantas, espigas por planta, grãos por espiga, massa de 100 grãos e a produtividade de grãos da cultura do milho. Com o presente trabalho pôde-se concluir que: o efeito residual da calagem e silicatagem, mesmo após 36 meses, ainda proporcionam benefícios à cultura.

Termos de indexação: corretivos da acidez do solo, sistema plantio direto, correção do solo.

No Brasil, aproximadamente 70% das áreas cultivadas possuem elevada acidez, com altos teores de alumínio e manganês e baixa disponibilidade de bases trocáveis (Ritchey et al., 1982), conseqüentemente, sendo um fator limitante para alta produtividade das culturas. Essas propriedades podem ser alteradas com o uso de corretivos, como o calcário, que é uma prática utilizada tanto para correção de acidez do solo quanto para o fornecimento de cálcio e magnésio.

Para a correção da acidez do solo no SPD, o calcário tem sido aplicado na superfície do solo, sem incorporação, sendo uma prática questionável quanto a sua eficiência, em razão dos materiais utilizados na correção do solo ser pouco solúvel em água e apresentarem baixa mobilidade no solo (Caires et al., 1998; Pavan & Oliveira, 2000). Outro material que possui poder neutralizante é o silicato de Ca e Mg, que se comportam de forma semelhante aos calcários (Castro, 2012). Os silicatos de Ca e Mg apresentam a vantagem da presença de silício, um elemento benéfico, que leva à formação de dupla camada de sílica-cutícula e sílica-celulose quando depositado na parede celular da epiderme das folhas (Ma & Yamaji, 2006), e ainda é um material 6,78 vezes mais solúvel que o calcário (Corrêa et al., 2007). Desse modo, objetivou-se avaliar a influência da aplicação superficial de calcário e silicato de Ca e Mg na produtividade da cultura do milho no SPD em experimento de longa duração.

INTRODUÇÃO

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde 2006 na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu, SP, apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (Embrapa, 2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico argiloso. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich, 1994).

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos aplicados superficialmente sobre o solo, e o tratamento controle (calcário, silicato de Ca e Mg e sem corretivo). Cada unidade experimental possuía dimensões de 5,4 m de largura e 10 m de comprimento, totalizando 54 m².

As doses dos corretivos foram calculadas objetivando elevar a saturação por bases (V%) a 70%, utilizando-se dois produtos: calcário dolomítico (PRNT=74%, CaO=35%, MgO=12%) e silicato de Ca e Mg (PRNT=66%, CaO=32%, MgO=9% e SiO₂=23%). A aplicação superficial dos corretivos foi realizada de forma manual no dia 26 de setembro de 2011.

O milho foi semeado em 06 de novembro de 2014, utilizando-se o híbrido simples Dekalb 390 VT PRO 2, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e três plantas por metro. Adubou-se a cultura com 300 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. Realizou-se a adubação de cobertura com sulfato de amônio, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de N, quando a cultura encontrava-se no estágio V4 com. Assim, foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do milho: massa de matéria seca, população de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

Delineamento e análise estatística

O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

a aplicação superficial dos corretivos (**Tabela 1**). Os corretivos da acidez do solo são fontes de Ca e Mg, os quais são fundamentais na estruturação da planta e na transformação de água, nutrientes e energia solar em carboidratos, conseqüentemente ocorre o aumento no acúmulo de MS, conforme Forestieri & De-Polli (1990) e Nwachuku & Loganathan (1991). Apesar do número de espigas por planta (NEP) ser um caráter determinado geneticamente (Deobley, 1990), observou-se diferença nessa variável em função da correção da acidez do solo (**Tabela 1**). Castro (2012) ao avaliar a cultura do milho em função da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo, não observou diferença no NEP. Possivelmente, o NEP foi influenciado em razão do efeito residual dos corretivos. Uma vez que o milho foi semeado 36 meses após a correção do solo.

A aplicação superficial de calcário e silicato promoveu maior número de grãos por espiga e massa de cem grãos, e conseqüentemente, resultou em maior produtividade de grãos de milho. Estudos evidenciam respostas pouco expressivas do milho à aplicação superficial de calcário (Caires et al., 1999; Rheinheimer et al., 2000). Entretanto, 36 meses após a aplicação dos corretivos, pode-se observar que maiores produções de milho foram obtidas nos tratamentos em que houve a correção da acidez do solo (**Tabela 1**), corroborando com Castro & Crusciol (2015), Castro (2012) e Caires et al. (2004).

A correção da acidez do solo proporcionou maior produtividade de grão de milho, ou seja, elevaram a produtividade, em média, em 5,4 e 6,7 Mg de grãos ha⁻¹, apresentando ganhos expressivos, em relação ao controle, da ordem de 59% e 73% para o calcário e o silicato, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca (MS) aumentou com

CONCLUSÕES

Ao longo dos anos, os resíduos da aplicação superficial de calcário e silicato sem incorporação, é eficiente na correção da acidez do solo, influenciando diretamente na produtividade do milho.

Decorridos 36 meses da aplicação superficial dos corretivos, os mesmos continuam exercendo benefícios à cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

À Capes pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao sexto autor.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 23, p. 315-327, 1999.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 125-136, 2004.

CAIRES, E. F. et al. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 27-34, 1998.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Effects of surface application of dolomitic limestone and calcium-magnesium silicate on soybean and maize in rotation with green manure in a tropical region. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 311-321, 2015.

CASTRO, G. S. A. **Atributos do solo decorrentes dos sistemas de produção e da aplicação superficial de corretivos**. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em

Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

CORRÊA, J. C. et al. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1307-1317, 2007.

DEOBLEY, J. Molecular evidence and the evolution of Maize. **Economic Botany**, v. 444, n. 3, p. 6-29, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 353 p., 2013.

FORESTIERI, E. F.; DE POLLI, H. Calagem, enxofre e micronutrientes no crescimento do milho e da mucuna preta num podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 14, p. 165-172, 1990.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 168 p., 1994.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 11, p. 392-397, 2006.

NWACHUKU, D. A.; LOGANATHAN, P. Effect of liming on maize yield and soil properties in Southern Nigeria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Nova Iorque, v. 22, p. 623-639, 1991.

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. Corretivos da acidez do solo: experiências no Paraná. In: KAMISNKI, J., coord. Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto. Pelotas, Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. P. 61-76. (Boletim, 4).

RHEUNHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, n. 30, p. 263-268, 2000.

RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; COSTA, U. F. Calcium deficiency in clayey B horizons of Savabab Oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v. 133, p. 378-382, 1982.

Tabela 1. Massa de matéria seca de parte aérea (MS), população de plantas (PP), número de espigas por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos (M100), produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em função da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo e probabilidade de F. Botucatu, SP, 2014.

Tratamento	MS	PP	NEP	NGE	M100	PG
Corretivos	kg ha ⁻¹	mil ha ⁻¹	----- n ^o -----		g	Mg ha ⁻¹
Controle	13.2 b	65 a	0,9 c	458 b	35,1 b	9.2 b
Calcário	15.6 a	67 a	1,2 b	517 a	36,9 a	14.6 a
Silicato	16.3 a	68 a	1,3 a	536 a	36,9 a	15.9 a
Prob F	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,01	<0,01



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

* e ns, significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t ($p < 0,05$). Prob: probabilidade de F.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

EFICIÊNCIA DO USO DE FERTILIZANTES ESTABILIZADOS EM MILHO

**Isadora Rodrigues Jaeger¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Laís Corrêa Miozzo³;
Silmara Correia da Luz⁴; Andrei Marafon⁵ e Natan Henrique Ferrari Pagliarini⁶.**

¹ Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: isa.jaeger@gmail.com. ² Docente convidado; UFRGS/FA, Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Pesquisador CNPQ: paulo.silva@ufrgs.br³ Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Faculdade de Agronomia (FA). Porto Alegre, RS, bolsista CAPES: laismiozzo@gmail.com; ⁴ Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: andrei.marafon@gmail.com. ⁵ Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: silcorreia@gmail.com; ⁶ Engº Agrônomo Mestre em Fitotecnia, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, natanpagliarini@hotmail.com

RESUMO: Dentre as maneiras de reduzir as perdas de nitrogênio (N) está o uso de fontes estabilizadas, como os inibidores de urease e de nitrificação. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de uso de fertilizantes nitrogenados estabilizados aplicados em cobertura no milho irrigado.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 4 X 3, com quatro repetições. O experimento foi composto de dois fatores, sendo quatro fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura (ureia comum (UC), ureia com inibidor de urease (UIU), ureia com inibidor de nitrificação (UIN) e ureia combinada com os dois inibidores (UIU+UIN) e três doses de nitrogênio em cobertura (50, 120 e 270 kg ha⁻¹). Uma testemunha sem aplicação de N no milho foi incluída. O híbrido regente foi o AG 9025, com tecnologia PRO3.

A resposta do rendimento de grãos de milho a fontes de N dependeu da dose de N aplicada em cobertura. Na dose mais baixa de N (50 kg ha⁻¹), a fonte de N não influenciou o rendimento de grãos. No entanto, na dose intermediária (120 kg ha⁻¹), a aplicação da ureia com inibidor da urease aumentou o rendimento de grãos em 20,5 % (1,85 Mg ha⁻¹) em relação à ureia comum. Já na dose mais alta de N (270 kg ha⁻¹), o uso associado dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação, resultou em aumento de 24,2 % (2,68 Mg ha⁻¹) no rendimento de grãos em relação à ureia comum.

Termos de indexação: *Zea mays*, inibidor de urease, inibidor de nitrificação.

Introdução

Uma das práticas de manejo fundamentais para se atingir altas produtividades de grãos na cultura do milho é a adubação nitrogenada. O nitrogênio (N) apresenta uma dinâmica complexa no solo, sendo muito influenciado pelas condições do ambiente, pelas fontes de adubo, doses e formas de

aplicação. Essa complexidade deve-se às inúmeras transformações do N no solo, potencializadas pela ação de microrganismos e condições ambientais. Devido a esses fatores, incrementar a eficiência de adubos nitrogenados torna-se importante, a fim de reduzir impactos ambientais, aumentar as produtividades e reduzir custos de produção.

A fonte de N mais utilizada no Brasil é a amídica (ureia), devido ao alto teor de N (45%) e ao menor custo por unidade de nutriente aplicado. Entretanto, a eficiência de uso da ureia é muito baixa, em torno de 50 % (Saiz-Fernandes et al., 2015), pois apenas parte do N aplicado é absorvido pelas plantas. O restante é perdido no sistema solo-planta-atmosfera pelos processos de volatilização, lixiviação e desnitrificação. Essas perdas podem ser minimizadas pela correta utilização da forma, dose, época e fonte de N (Meira, 2006).

Dentre as maneiras de reduzir as perdas está o uso de fontes de N estabilizado, como os inibidores de urease e de nitrificação. Os inibidores de urease apresentam grande potencial, já que reduzem as perdas de N por volatilização de amônia. Destacam-se em sistemas em que o manejo não permite a incorporação do adubo nitrogenado, como o plantio direto (Cantarella et al., 2008). Com isso, há mais tempo para que o fertilizante seja incorporado ao solo pela precipitação pluvial ou irrigação. Já os inibidores de nitrificação atuam na primeira fase da nitrificação, controlada pelas bactérias do gênero Nitrossomonas. Estas retardam a oxidação do amônio a nitrito por determinado período de tempo. Com isso, a segunda etapa, controlada por bactérias do gênero Nitrobacter não ocorre, devido à falta de nitrito no processo. Esse inibidor é importante para auxiliar na redução de perdas de N por lixiviação, devido a menor disponibilidade de nitrato no sistema, que é mais suscetível a perdas no perfil do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar, em condições de campo, a eficiência agrônômica de dois

fertilizantes nitrogenados estabilizados, com inibidores da urease e da nitrificação, aplicados em cobertura no milho irrigado.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida a campo no ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental Agronômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região ecoclimática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo é caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck, 2008). A área experimental está sendo conduzida em sistema de semeadura direta há 26 anos, com rotação milho/soja no verão e aveia branca no outono-inverno.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi composto por dois fatores, sendo quatro fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura (ureia comum (UC), ureia com inibidor de urease (UIU), ureia com inibidor de nitrificação (UIN) e ureia combinada com os dois inibidores (UIU+UIN)) e três doses de nitrogênio aplicado em cobertura (50, 120 e 270 kg ha⁻¹). Uma testemunha sem aplicação de N no milho foi incluída.

Realizou-se uma primeira adubação de cobertura de 30 kg ha⁻¹ de N no estádio V₄, da escala de Ritchie et al. (1993), uniformemente em todos os tratamentos, exceto na testemunha sem aplicação de N em cobertura. A aplicação das diferentes fontes de N foi realizada no estádio V₇, de acordo com a escala de Ritchie et al. (1993). Para estimular maiores perdas por lixiviação foi realizada uma irrigação de 65 mm, aos 15 dias após a adubação em cobertura. Além disso, ocorreu uma precipitação de 15 mm, totalizando 83 mm durante esse período. O ano de realização do experimento foi um ano de “El Niño”, em que foram observadas precipitações acima da média climatológica da região.

A semeadura do milho foi realizada no dia 01 de setembro de 2015, em sistema de semeadura direta, com aveia branca (*Avena sativa*) como cobertura de outono-inverno. O genótipo utilizado foi o híbrido simples AG 9025 PRO3, de ciclo precoce, e com eventos Bt e RR. A densidade final de plantas foi de 8,0 pl m⁻² e o espaçamento entrelinhas de 0,5 m. A adubação na semeadura foi de 30, 180 e 90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O milho foi irrigado por aspersão sempre que a umidade volumétrica no solo atingia

18 m³ m⁻³ pela leitura realizada no equipamento Hidrofarm.

As determinações realizadas foram: quantidade de N acumulado por hectare na parte aérea da planta no espigamento, senescência foliar avaliada no estádio R₄, rendimento de grãos, estimado em uma área útil de 13,0 m², e eficiência agrônômica de uso do N (EAN). A EAN foi calculada conforme metodologia proposta por Baligar et al. (1990) pela fórmula:

$$EAN = (RF - RNF) / QNA$$
 Onde RF é o rendimento de grãos dos tratamentos com adubação nitrogenada (kg ha⁻¹), RNF é o rendimento de grãos do tratamento sem adubação nitrogenada (kg ha⁻¹) e QNA é a quantidade de N aplicada em cobertura (kg ha⁻¹).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 4 X 3, com quatro repetições.

Para a análise de variância foi considerada a significância de p ≤ 0,05 para os efeitos principais e de p ≤ 0,20 para as interações, segundo descrito por Perecin e Filho (2008). Quando significativo, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Resultados e discussão

Para as variáveis quantidade de nitrogênio acumulado por hectare na parte aérea da planta no espigamento, porcentagem de senescência foliar e rendimento de grãos houve interação de fontes e doses de N.

Nas doses de 120 e 270 kg ha⁻¹ de N, a quantidade de N acumulada na parte aérea no espigamento não variou em função de fontes de N (Tabela 1). No entanto, na menor dose de N (50 kg ha⁻¹), observou-se menor quantidade de N acumulada com a aplicação conjunta dos inibidores da urease e da nitrificação. A quantidade de N acumulada aumentou com o incremento da dose de N aplicada, independentemente da fonte de N.

A porcentagem de senescência foliar não variou em função de fontes de N na menor dose de N (50 kg ha⁻¹). No entanto, na dose de 120 kg de N ha⁻¹, a aplicação da ureia com o inibidor de urease resultou em menor senescência em relação às demais fontes. Já na maior dose (270 kg ha⁻¹), os tratamentos com inibidor de urease e com os inibidores da urease e da nitrificação associados

apresentaram menor percentagem de senescência em relação à ureia comum e à ureia com inibidor da nitrificação. (Tabela 1). A menor senescência foliar com a aplicação da ureia com inibidor da urease deveu-se às menores perdas por volatilização de amônia. Com isso, há maior disponibilidade de N para a planta absorver, havendo menor necessidade de remobilização desse nutriente das folhas mais velhas para as mais novas. Independentemente de fonte de N, a senescência foliar diminuiu à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura no milho.

Para rendimento de grãos houve resposta a fontes de N apenas com a aplicação das doses de 120 e 270 kg ha⁻¹ de N (Tabela 1). Na dose intermediária (120 kg ha⁻¹ de N), a aplicação da ureia com inibidor da urease aumentou o rendimento de grãos em 20,5 % (1,85 Mg ha⁻¹) em relação à ureia comum. Nessa dose, a aplicação da ureia com inibidor da nitrificação não resultou em aumento do rendimento em relação à ureia comum. Já na maior dose aplicada (270 kg ha⁻¹ de N), obteve-se o maior rendimento de grãos com a aplicação conjunta dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação. Em relação à ureia comum, o aumento de rendimento foi de 24,2 % (2,68 Mg ha⁻¹).

Para eficiência agrônômica de uso do N (EAN) foram significativos os efeitos principais de fontes e de doses de N aplicada em cobertura. Com a aplicação da ureia com inibidor da urease, a EAN foi 18 % superior à obtida com a aplicação da ureia comum (Tabela 2). A aplicação da ureia com inibidor da nitrificação resultou em EAN similar à obtida com ureia comum. A EAN diminuiu à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura, na média de fontes de N, sendo de 131, 54 e 33, respectivamente com as aplicações das doses de 50, 120 e 270 kg ha⁻¹ de N.

Conclusões

A resposta do rendimento de grãos de milho a fontes de N depende da dose de N aplicada em cobertura. Na dose intermediária (120 kg ha⁻¹), a aplicação da ureia com inibidor da urease é mais eficiente em relação à ureia comum. Já na dose mais alta (270 kg ha⁻¹), as maiores respostas são obtidas com o uso associado dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação.

A aplicação da ureia com inibidor da urease aumenta a eficiência agrônômica de uso do nitrogênio em milho em relação à ureia comum, independentemente de dose de N aplicada.

Referências

BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R. R.; Fageria, N, K. Soil-plant interaction on nutrient efficiency in plants: an overview. In Baligar, R. V.; Duncan, R. R. (Ed.). **Crops as enhancers of nutrient use**. San Diego: Academic, 1990. p. 351-373.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A.L. (ed). **Milho - Nutrição e Adubação**. Piracicaba, FEALQ, p.36-55, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.363-376, 2000.

MEIRA, F.A. Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. 2006. 46f. **(Tese de Doutorado em Agronomia)** – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

MENEZES, B. G. **Estratégias de manejo para minimizar perdas de N por volatilização e aumentar o rendimento de grãos de milho irrigado**. 2015. 75 f. 14 Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PERECIN, D. & CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

RITCHIE, S.W. & HANWAY, J. J. **How a corn plant develops?** Iowa State University. Special Report n. 48, Ames, 1993. Disponível em www.maize.agron.iastate.edu/corngrows.html. Acesso em 15 de agosto de 2014.

SAIZ-FERNÁNDEZ, I. et al. High nitrate supply reduces growth in maize, from cell to whole plant.

Journal of Plant Physiology, New York, v.173, n.1,
p.120-129, 2015.

Tabela 1. N acumulado na parte aérea no espigamento, senescência foliar no estágio R₄ e rendimento de grãos de milho em função da aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no milho irrigado, Eldorado do Sul-RS, 2015/16.

¹ Fonte de N	Dose de N (kg ha ⁻¹)			² CV (%)
	50	120	270	
N acumulado – kg ha ⁻¹				
UC	³ A 147 b	A 113 b	A 200 a	23,21
UIU	AB 126 b	A 158 ab	A 202 a	
UIN	AB 129 b	A 122 b	A 196 a	
UIU+UIN	B 97 b	A 145 b	A 235 a	
Senescência foliar (%)				
UC	A 52 a	A 49 a	B 40 b	6,92
UIU	A 54 a	B 41 b	C 32 c	
UIN	A 55 a	A 46 b	A 46 b	
UIU+UIN	A 53 a	A 46 b	C 30 c	
Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)				
UC	A9,20 b	B9,01b	B11,06a	8,56
UIU	A10,05b	A10,86ab	AB12,27a	
UIN	A9,54b	B8,36b	B11,53a	
UIU+UIN	A9,90b	AB9,96b	A13,74a	

¹UC: ureia comum; UIN: ureia com inibidor da nitrificação; UIU: ureia com inibidor da urease e UIU+ UIN: ureia com inibidor da urease e da nitrificação; ²Coefficiente de variação. ³Letras maiúsculas na coluna comparam fontes de N dentro de cada dose e letras minúsculas na linha comparam doses de N dentro de cada fonte, pelo teste de Tukey (p<0,05). (Rendimento de grãos da testemunha, sem aplicação de N em cobertura: 3,11 Mg ha⁻¹).

Tabela 2. Eficiência agrônômica de uso do N (EAN) em função de fontes de N aplicadas em cobertura no milho irrigado, na média de doses de N. Eldorado do Sul-RS, 2015/16.

¹ Fonte	⁴ EAN (kg kg ⁻¹)
UC	67 C
UIU	79 A
UIN	68 BC
UIU+UIN	77 AB
² CV (%)	16,82

¹UC: ureia comum; UIN: ureia com inibidor da nitrificação; UIU: ureia com inibidor da urease e UIU+ UIN: ureia com inibidor da urease e da nitrificação ²Coefficiente de variação. ³Letras diferem pelo teste de Tukey (p<0,05.) ⁴ Quilogramas de grãos de milho produzidos por quilograma de N aplicado.

Estabelecimento de Metodologia para Análise e Quantificação da Colonização por Fungo Micorrízico Arbuscular em Milho

Amanda Bianchi da Silva Gonçalves⁽¹⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽²⁾; Ubiraci Gomes de Paula Lana⁽³⁾; Sylvia Moraes de Sousa⁽²⁾; Claudia Teixeira Guimarães⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, MG, amanda.bianchi@yahoo.com; ⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Analista Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A interação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares é um dos principais mecanismos para aumentar a eficiência na aquisição de fósforo e de outros nutrientes pelas plantas. A cultura de milho é altamente dependente de adubação fosfatada, sendo um dos nutrientes mais limitantes para a sua produtividade. Assim, o objetivo desse trabalho foi estabelecer uma metodologia para análise e quantificação da colonização micorrízica em milho visando a caracterização futura de genótipos contrastantes quanto à eficiência na aquisição de fósforo. Plantas de milho com 30 dias de plantio em condições de campo foram utilizadas, cujas raízes finas foram tratadas e coradas com trypan blue. Fragmentos de raízes foram visualizadas em lupa estereoscópica, Zeiss AXIO Zoom V16. A metodologia proposta permitiu a visualização de todas as estruturas da colonização micorrízica nas células corticais de raízes de milho, incluindo hifas, vesículas e arbúsculos. Assim, novos experimentos serão delineados visando a quantificação da colonização micorrízica em genótipos de milho.

Termos de indexação: micorriza, deficiência de fósforo, FMA.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país eminentemente agrícola, com destaque na produção de milho (*Zea mays* L.), gramínea pertencente à família Poaceae. O milho é um cereal de grande importância econômica e social para o Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial, com a produção de mais de 84 milhões de toneladas na safra 2014/15 (CONAB, 2016).

Para que o milho atinja boa produtividade é necessário que suas exigências nutricionais sejam supridas. Essa cultura requer grande fornecimento de nutrientes, sendo o fósforo um nutriente em destaque, pois este participa de processos como a

fotossíntese, respiração e transferência de energia da célula, além de compor ácidos nucleicos e fosfolipídeos (Grant et al., 2001). O que limita o fornecimento deste nutriente para a cultura é a sua baixa disponibilidade no solo, devido à pouca solubilidade e sua grande interação com as argilas do solo (Klein, 2012). Deste modo, uma alta adubação fosfatada é necessária para atender à demanda da cultura.

Para vencer as limitações de fósforo no solo, as plantas conseguem desenvolver mecanismos que aumentam a eficiência na absorção desse nutriente. Dentre eles, destacamos as mudanças no sistema radicular, modificações químicas na rizosfera e interações com microrganismos (Vance & Chiou, 2011). A interação das raízes das plantas com os microrganismos é de grande importância para que haja um aumento da eficiência na absorção de fósforo. Os fungos micorrízicos arbusculares são os microrganismos que fazem esta interação benéfica à planta (Berbara et al., 2006). Estes microrganismos produzem hifas longas e finas que interagem com as raízes possibilitando a exploração de um maior volume de solo e, conseqüente, uma maior absorção de fósforo (Moreira & Siqueira, 2006).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia para análise e quantificação da interação micorrízica visando a caracterização futura de genótipos de milho contrastantes quanto à eficiência na aquisição de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise da colonização micorrízica

O sistema radicular completo de genótipos de milho com 30 dias de plantio foi coletado em condições de campo na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, no período de março a julho de 2016.

As raízes finas foram retiradas e mantidas em

solução de KOH 10% por 30 minutos à 90°C em becker de 50 mL. Em seguida, o material lavado e incubado em uma solução de HCl, 0,3 M por 30 minutos, sendo então adicionado o corante trypan blue 0,1% por 8 minutos à 90°C. O corante foi removido e as raízes foram transferidas para placas contendo glicerol 50%.

As raízes foram dispostas linearmente em lâminas de microscópio, sendo colocados dez fragmentos de raízes por lâmina. Cada um dos fragmentos foi dividido em dez partes com o propósito de facilitar a visualização da presença ou ausência dos fungos micorrízicos. As raízes foram visualizadas e fotografadas em lupa estereoscópica Zeiss AXIO Zoom V16.

Análise dos esporos dos fungos micorrízicos

Depois de separar as raízes, uma amostra de 100 gramas de solo foi retirada e separada em peneiras de 0,53 mm/μm e 4,25 mm/μm. O solo retido na peneira de 0,53 mm/μm foi centrifugado a 3000 rpm por 3 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e ao solo contido nos tubos foi adicionada uma solução de sacarose a 65%, sendo centrifugado novamente a 2000 rpm por 2 minutos. Terminado o processo, os esporos retidos na solução de sacarose foram peneirados e contados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta permitiu a visualização de todas as estruturas da colonização micorrízica em genótipos de milho, incluindo hifas, vesículas e arbúsculos (Figura 1). As vesículas possuem um formato arredondado e podem estar localizadas dentro ou fora da célula (Figura 1A). Elas possuem grandes quantidades de lipídeos em seu interior, sendo assim órgãos de reserva energética do próprio fungo (Hoffmann, 2006). As vesículas e os arbúsculos se formam a partir das hifas (Figura 1B), que atuam como extensão das raízes e possuem grande capacidade de ramificação, exploram o solo em regiões onde as raízes não alcançam.

Os arbúsculos (Figura 1C) são estruturas intracelulares que se originam da hifa quando esta penetra nas células corticais. Eles permanecem, em sua forma por pouco tempo, 4 a 5 dias (Hoffmann, 2006). Após este período, o arbúsculo sofre degeneração e a célula tem sua atividade retomada. Fisiologicamente, o arbúsculo é a principal estrutura da simbiose entre o fungo e a planta, uma vez que são responsáveis pela troca de metabólitos.

As plantas sob condições de campo, mesmo cultivadas com níveis suficientes de adubação fosfatada, apresentaram boa taxa de colonização de fungos micorrízicos, o que alguns estudos

demonstram o contrário. No estudo de Carneiro et al. (2011), a medida em que se aumenta as doses de fósforo a colonização do fungo na raiz diminui, bem como a densidade de esporos.

Após a análise dos esporos, foi observada uma grande diversidade morfológica de fungos micorrízicos no solo do campo, sugerindo a existência de várias espécies mesmo em condições de campo com cultivo intensivo de milho.

O presente trabalho é uma prévia de outros experimentos. Condições em casa de vegetação e no campo estão sendo adaptadas para testes com outras linhagens de milho e diferentes doses de fósforo.

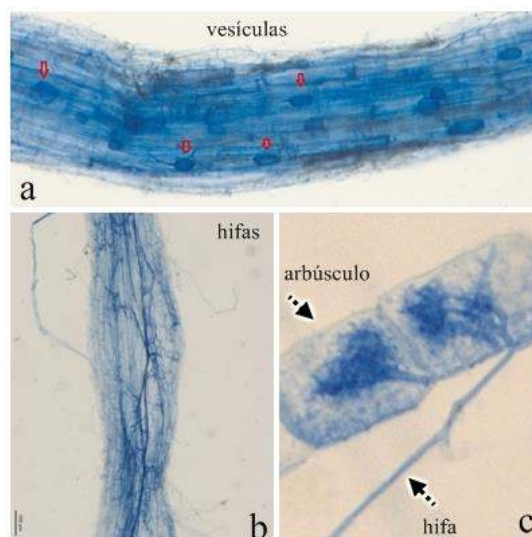


Figura 1. Estruturas do fungo micorrízico arbuscular em células corticais de raízes de milho cultivado em condições de campo. (a) vesículas, (b) hifas e (c) detalhe do arbúsculo e da hifa.

CONCLUSÕES

A metodologia apresentada foi adequada para visualizar todas as estruturas da interação micorrízica e será utilizada na caracterização de genótipos de milho contrastantes para a aquisição de fósforo.

Mesmo em condições de alta concentração de fósforo no solo, os genótipos de milho apresentaram boa porcentagem de colonização por fungos micorrízicos arbusculares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa, CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BERBARA, R. L. L.; de SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 54-85.

CARNEIRO, R. F. V.; MARTINS, M. A.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L. Phosphorus fertilization and arbuscular mycorrhizal inoculation in culture of mixed forages. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.60, p. 232, p. 1191-1202, 2011.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2014/15. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf>. Acesso em 29 de junho de 2016.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. The importance of early season phosphorus nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 85, 18-23, 2001.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente a poluente! **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

MOREIRA, F. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006

VANCE, C. P.; CHIOU, T. J. Phosphorus focus editorial. **Plant Physiology**, v. 156, p. 987–988, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Fontes de resíduos orgânicos na composição de fertilizantes organominerais para adubação da cultura do milho.

Mara Lúcia Martins Magela⁽¹⁾; Melissa Cristina de Carvalho Miranda⁽²⁾; Reginaldo de Camargo⁽³⁾; Regina Maria Quintão Lana⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; E-mail: maralumm@hotmail.com; ⁽²⁾ Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾Professor; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A utilização de fertilizantes organominerais é uma alternativa a adubação exclusivamente mineral que traz vantagens relacionadas a questões ambientais na agricultura e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Na agricultura atual busca-se por tecnologias que sejam capazes de oferecer melhorias na condição do solo de maneira mais eficiente para as plantas, uma vez que o fator fertilidade tem colaborado para as baixas produtividades de culturas importantes como a do milho. Dessa forma, objetivou-se analisar a eficiência de fertilizantes organominerais compostos por diferentes fontes orgânicas sobre fatores de crescimento na cultura do milho. Realizou-se um experimento em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 2x5+2, correspondente a duas fontes de fertilizantes (biossólido e torta de filtro), cinco doses (60%, 80%, 100%, 120% e 140%) e dois tratamentos adicionais, que foram um controle com apenas adubação mineral (100%) e uma testemunha (sem adubação). Foram analisados altura de plantas e diâmetro de colmo aos 35 e 65 dias após a semeadura. Os resultados demonstraram que o fertilizante organomineral com biossólido ou torta de filtro proporcionaram resultados semelhantes para as variáveis de crescimento em questão, sendo esses fertilizantes mais eficientes em promover desenvolvimento de plantas nos primeiros 35 dias após a semeadura quando comparado com os resultados observados aos 65 dias após a semeadura.

Termos de indexação: biossólido, torta de filtro, sustentabilidade.

considerada baixa quando comparada aos maiores produtores. Alta produtividade envolve vários aspectos, dentre eles a fertilidade do solo. No âmbito da nutrição de plantas, os fertilizantes têm sido melhorados para possibilitar melhores ganhos em custo benefício, diminuir perdas por lixiviação, volatilização ou adsorção (PEIXOTO, 2014; SANTOS 2013). Diante disso, a utilização de fertilizantes organominerais é uma alternativa a adubação exclusivamente mineral, trazendo vantagens relacionadas a questões ambientais e de fertilidade do solo, pois intensificam a utilização de passivos ambientais, aumentam a disponibilidade de nutrientes para as plantas e amenizam as perdas dos nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação; BORSARI, 2013; TIRITAN, 2012). O fertilizante organomineral é uma tecnologia resultante da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos que podem ser formulados a partir de resíduos orgânicos (BENITES et al., 2010; SOUZA et al., 2012), como a torta de filtro e o lodo de esgoto que são facilmente encontrados em grandes quantidades pelos setores que os geram. As duas fontes são ricas em matéria orgânica; macro e micronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, ferro, manganês, cobre e zinco., sendo que as concentrações destes nutrientes vão variar de acordo com o tratamento que recebem, podendo disponibilizar grandes quantidades de cálcio e outros nutrientes essenciais as plantas (MAPA, 2009;). Diante da possibilidade da utilização desses resíduos para a composição de fertilizantes, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fontes de matéria orgânica na composição de formulação de fertilizantes organominerais na cultura do milho.

INTRODUÇÃO

Apesar de possuir grande potencial produtivo, a produtividade média da cultura do milho no Brasil é

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período entre 21/01 a 27/03 de 2015 em casa de vegetação pertencente a

Universidade Federal de Uberlândia-MG, Campus Umuarama (18°91'86" de latitude Sul e 48°27'72" de longitude Oeste de Greenwich; média de 800 m de altura), conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2x 5+ 2. Foram utilizadas duas fontes de fertilizantes organominerais constituídos de resíduos orgânicos distintos (biossólido e outro com torta de filtro); cinco doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140% da recomendação de P₂O₅) definidas de acordo com a necessidade de fósforo do solo sendo que a dose de 100% correspondeu a 120 kg ha⁻¹ de fertilizante para suprir a necessidade da cultura neste nutriente seguindo a Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais” (Ribeiro, et al., 1999), e as demais doses seguiram o mesmo padrão. Também utilizou-se de controle positivo como referência (100% do recomendo com adubação mineral) e um negativo com ausência de adubação. Para a adubação mineral as fontes de nitrogênio, potássio e fósforo utilizou-se os fertilizantes ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente.

A formulação dos fertilizantes organominerais foi a 5-17-10 (0,1% Boro + 3% Silício + 8% COT), fabricados pela empresa Geociclo. O híbrido usado foi o DKB 390.

Cada parcela dos tratamentos foi composta por dois vasos com capacidade de 5 kg de solo. Após 35 e 65 dias da semeadura foram analisadas a altura de planta e diâmetro do colmo. A primeira variável foi aferida com uma trena graduada em cm, medindo do solo até a curvatura da última folha. O diâmetro do colmo foi medido por meio de um paquímetro digital graduado em milímetros.

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (Teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (Teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade). Todos os dados atenderam as pressuposições a 0,01 de significância.

As variáveis foram submetidas ao teste de F da análise de variância. O estudo das fontes de fertilizantes organominerais foi realizado pelo Teste de Tukey e o das doses foi feito por regressão para obtenção de modelo estatístico. Para os tratamentos adicionais (controle positivo e negativo) aplicou-se o Teste de Dunnett. As análises foram realizadas ao nível de 0,05 de significância

De maneira geral, tanto para altura de planta quanto para diâmetro de colmo, nas duas épocas de avaliação, não foi possível observar diferenças nessas características diante da interação fonte e dose. Entretanto, comparando os tratamentos adicionais com os demais, notou-se comportamentos distintos. Para altura de plantas aos 35 dias (Tabela 1), foi observado que todos os tratamentos com fertilizantes organominerais alcançaram resultados superiores a ausência de adubação. Porém, quando realizou-se a comparação entre fertilizantes organominerais e adubação mineral, apenas o fertilizante à base de torta de filtro no percentual de 60% não se diferiu da adubação mineral, sinalizando que doses abaixo do recomendado utilizando esse tipo de fonte orgânica pode não ser tão eficiente para o desenvolvimento da cultura.

Tabela 1 – Altura de plantas (cm) aos 35 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
cm		
60	¹ 57.125 * °	53.9687 *
80	58.7625 * °	57.8875* °
100	59.3062 * °	59.4500* °
120	59.8187 * °	59.2187* °
140	61.1562 * °	59.3000* °
Média	59.23375 a	57.96500 a
Mineral	47.8562 °	
Sem adubo	43.4125 *	
CV%= 6.27; DMS= 7.2656		
² W= 0.988; F lev= 1.947; F adit= 1.609		

* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0,05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Entretanto, para a altura de plantas aos 65 dias (Tabela 2) verificou-se que todas as doses de fertilizantes organominerais quando comparadas com os controles proporcionaram altura de planta semelhantes. Provavelmente, nos primeiros dias após a semeadura ocorreu maior crescimento de planta devido a composição mineral dos fertilizantes que impulsionou maior disponibilidade de nutrientes no solo e de maneira imediata, tendo como consequência esse maior crescimento. Enquanto que a disponibilização de nutrientes promovida pela composição orgânica é mais lenta no decorrer do

RESULTADOS E DISCUSSÃO

tempo não permitindo observar diferenças aos 65 dias nessa característica.

Tabela 2 – Altura de plantas (cm) aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
cm		
60	¹ 118.6625	115.9438
80	117.1063	125.9563
100	120.1625	122.3500
120	120.8250	117.0250
140	123.4688	122.1313
Média	120.04500 a	120.68130 a
Mineral	120.2000 °	
Sem adubo	117.3312 *	
CV%= 7.96; DMS= 19.6209		
² W= 0.986; F lev= 1.83; F adit= 2.091		

* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Os resultados de crescimento referente ao diâmetro de plantas aos 35 dias (Tabela 3) demonstraram que todos os tratamentos apresentaram maiores resultados quando comparado com a ausência de adubação. Entretanto, ao comparar esses mesmos tratamentos com a adubação convencional (mineral), notou-se que os fertilizantes organominerais apresentaram maiores diâmetros de colmo a partir da dose de 80% da recomendação (120 kg ha⁻¹). Usando percentual de 60% da recomendação, o diâmetro de colmo apresentou menores valores em relação aos demais e sem diferença estatística com a fonte mineral. Isso demonstra uma vez mais que doses desses fertilizantes abaixo da recomendação não são tão eficientes para suprir as necessidades nutricionais das plantas comparadas com os resultados das maiores doses.

Observou-se que aos 35 dias, o fator dose foi significativo a 5% de probabilidade (Gráfico 1), indicando que à medida que se aumentou as doses dos fertilizantes organominerais houve crescimento dessa característica. De maneira geral, a cada 1 kg

ha⁻¹ do fertilizante aplicado, alcançou-se 0.023 mm de acréscimo no diâmetro do colmo do milho. Teixeira (2013) observou comportamento semelhante a este quanto as doses. Analisando produção de colmos, o autor notou que quanto maior a dose aplicada na cana-de-açúcar maior foi a eficiência nutricional proporcionada pela fonte organomineral.

Tabela 3 – Diâmetro de colmo (mm) aos de plantas aos 35 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
mm		
60	¹ 7.6087 *	7.5637 *
80	8.5362 * °	8.9956 * °
100	8.7806 * °	8.6293 * °
120	9.2387 * °	8.3375 * °
140	8.7443 * °	8.5612 * °
Média	8.58175 a	8.41750 a
Mineral	6.8418 °	
Sem adubo	5.5956 *	
CV% = 8.40 ;DMS= 1.3991		
² W=0.984; F lev=1.313; F adit= 0.025		

* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

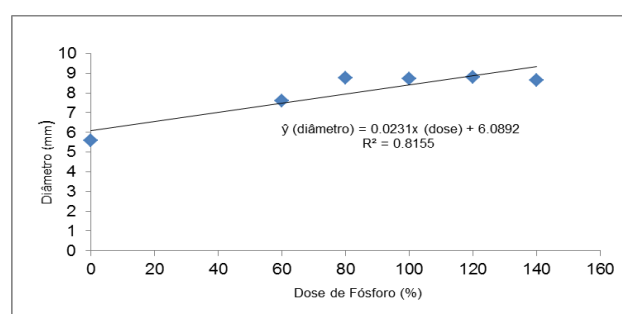


Figura 1. Regressão para diâmetro (mm) aos 35 dias após a semeadura em relação às diferentes doses (%) de fertilizantes organominerais.

Em relação ao diâmetro aos 65 dias (Tabela 4) a comparação entre diferentes doses com suas respectivas fontes de fertilizantes não diferenciaram dos tratamentos controles, exceto para o fertilizante organomineral a base de biossólido na maior dose (140%) (168 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Entretanto, Mendes et al (2011) verificaram uma tendência ao aumento

nos valores do diâmetro médio dos colmos a partir da primeira amostragem aos 45 dias após a emergência nos tratamentos em que se aplicou biofóssido em comparação com aqueles sem adubo e somente adubação química.

Tabela 4 – Diâmetro de plantas (mm) aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biofóssido	Torta de filtro mm
60	¹ 9.8856	9.5981
80	9.8112	10.0450
100	10.3118	10.2000
120	10.0268	9.9700
140	10.48125 *	10.2862
Média	10.10338 a	10.01987 a
Mineral	10.2518 °	
Sem adubo	9.3031 *	

CV% = 5.40 ; DMS= 1.1104; ²W= 0.995;
F lev= 1.041; F adit= 0.526

* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância

Segundo Guimarães et al. (2009) é possível correlacionar as medidas de crescimento da planta de milho, como altura e diâmetro, com a produção de grãos, pois são fortemente dependentes. Tais dados de crescimento podem ser usados como parâmetros para avaliar respostas dos fertilizantes e obter de forma antecipada informações sobre suas características

CONCLUSÕES

Os fertilizantes organominerais a base de torta de filtro ou de biofóssido foram mais eficientes em promover crescimento de planta nos primeiros 35 dias após a semeadura.

De maneira geral, a utilização fertilizantes organominerais em doses abaixo do recomendado não são tão eficientes quanto as maiores doses, mas se assemelham aos resultado da adubação convencional, sinalizando que podem ser bons substitutos da adubação exclusivamente mineral.

REFERÊNCIAS

BENITES, V. N.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In FertBio, 2010, Guarapari, Anais... Guarapari, 2010, 4p.

BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes. Revista AgroDBO, n. 45 p. 54-57. 2013. Disponível em: <http://issuu.com/eriklm/docs/ed_agro_45_968a961f50d9b8>. Acesso em 18 de maio de 2015.

GUIMARÃES, G.; LANA, R.P.; SOUZA, M.R.M. Emprego de modelos de saturação cinética na recomendação sustentável de nutrientes no plantio de milho para a agricultura familiar. In: I Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 2009, Anais...Viçosa: UFV, 2009.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa Nº 25, De 23 De Julho De 2009. Disponível em: <<http://www.laborsolo.com.br/arquivos/normativas/INM25.pdf>>. Acesso em 27 de maio de 2016.

MENDES, P.; RODRIGUES, E.; RODRIGUES FILHO, F. Uso de biofóssido na cultura do milho (*Zea mays* L.): avaliação das propriedades físicas e químicas e sua influência no crescimento da planta. **Cadernos de Agroecologia**, Fortaleza, v. 6, n. 2, 2011.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução**. 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/mediacenter/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em 28 de maio de 2016.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.) Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SANTOS, G. A. Formas de adição de micronutrientes a um formulado de PK e seus efeitos sobre o

desenvolvimento do milho. 2013. 79f. Dissertação (Mestrado), Uberlândia, 2013.

SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG. Empresa Geociclo, Minas Gerais. 10p, 2012. Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert_MILHO.pdf> Acesso em: 18 de maio de 2015

TEIXEIRA, W.G. Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral. 2013 (Dissertação – Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2013.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Resposta do milho safrinha a adubação organomineral no município de Maracaju-MS. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, vol. 8, n. Especial, p. 24-31, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Fosfatase ácida e alcalina em solo sob manejo do sistema integração lavoura pecuária e floresta

Elwira Daphinn Silva Moreira⁽¹⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽³⁾; Claudinei Alves dos Santos⁽¹⁾; Jaíne Cristine da Costa de Sousa⁽⁴⁾; Miguel Marques Gontijo Neto⁽³⁾; Ângela Maria Quintão Lana⁽²⁾ Christiane Abreu de Oliveira Paiva⁽³⁾

⁽¹⁾ Doutorandos em Zootecnia; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; daphinn@yahoo.com. ⁽²⁾ Professora/PHD; Universidade Federal de Minas Gerais br ⁽³⁾ Doutor/Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais ⁽⁴⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental; Centro Universitário – UNIFEMM

RESUMO: Avaliou-se atividades fosfatases ácida e alcalina em solo de Sete Lagoas, MG, sob condições de uso do solo. O experimento foi instalado em dezembro de 2009 na Embrapa Milho e Sorgo, num Latossolo Vermelho distrófico. Os tratamentos consistiram de áreas com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) com eucalipto no arranjo (3 x 2) + 15 m em duas épocas de implantação novembro de 2009 e 2011 em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Nos três primeiros anos foram plantados o milho nas entrelinhas do eucalipto no espaçamento 0,90 m. Foram plantadas a pastagem Piatã em monocultivo nos anos de 2009 e 2011, além do tratamento mata nativa Cerrado. As amostras de solo foram coletadas a distâncias de 0,5; 1,25; 3,0 e 7,0 m a partir do componente arbóreo e nas profundidades de 0-5 cm e 60-100 cm do solo. Determinou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina. Para fosfatase ácida, não houve diferença entre os sistemas iLPF ($p > 0,05$), enquanto, as profundidades foram significativas. A profundidade superficial mostrou-se superior à profundidade 60-100 cm do solo, independente da época de implantação e da distância em relação ao eucalipto. Pode ser devido ao maior aporte de biomassa microbiana nas camadas superiores do solo, promovendo maior atividade biológica. Na pastagem de 2009, a fosfatase alcalina apresentou 5,213 e 1,940 $\mu\text{mol NPP g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$ nas camadas superficial e mais profunda, respectivamente. Assim, a atividade de fosfatase gera respostas rápidas a mudanças no ambiente, indicando alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo.

Termos de indexação: sistemas integrados, fósforo, *Urochloa brizantha* cv. Piatã

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é considerado um dos nutrientes mais limitantes à produtividade dos agroecossistemas nos solos tropicais. De acordo com Sayal & De Datta (1991) o P lábil, possui a função de regular o P da solução do solo sendo absorvido pelas plantas, altera em decorrência dos mecanismos físico-químicos e bioquímicos que acontecem no solo, tais como depleção de P pelas raízes das plantas, imobilização e mineralização das frações orgânicas e adsorção e dessorção das frações inorgânicas.

Tiessen et al. (1984) evidenciam que a maioria dos solos apresenta fosfato de cálcio no material de origem, sendo hidrolisado durante o seu desenvolvimento para atender sua solução em P. Este pode fixar-se à superfície dos minerais, precipitar-se com vários cátions, ou ser incorporado na biomassa e na matéria orgânica do solo.

Diferentes sistemas de uso e manejo do solo podem interferir nas formas de P do solo, principalmente as orgânicas (MATOS, et al., 2006), por estarem diretamente relacionadas com a atividade biológica do solo (CONTE et al., 2002). O P orgânico é transformado em P solúvel pela ação das fosfatases, enzimas secretadas pelas raízes das plantas e pelos microrganismos do solo que catalisam a hidrólise de ésteres de fosfatos, liberando fosfato solúvel (PO_4).

Na busca por opções que permitam o incremento na produtividade agrícola conciliando com a conservação e aumento da qualidade do solo tem se destacado o sistema iLPF como opção relevante na recuperação de áreas de produção animal, promovendo atividades microbiológicas do solo.

Stieven et al. (2014) verificaram que as atividades enzimáticas no sistema iLPF se mantiveram mais estáveis entre os períodos seco e chuvoso e ligeiramente superiores aos demais sistemas de

rotação e floresta nativa. O iLPF apresentou impactos positivos na microbiota do solo.

Dessa forma, indicadores de qualidade do solo têm sido empregados e interpretados para inferir sobre a sustentabilidade dos sistemas de uso do solo. A atividade enzimática fornece uma avaliação integrada do estado biológico do solo porque está diretamente relacionada com a comunidade microbiana. Além disso, é de fácil mensuração, e geralmente tem baixo custo, além de apresentar resposta rápida a mudanças no uso e manejo do solo (PEIXOTO et al., 2010), refletindo aspectos do funcionamento do ecossistema.

Neste trabalho avaliou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina em solos tipo Latossolo Vermelho distrófico, em diferentes condições de uso do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado em 2009 na Unidade Demonstrativa do Sistema Integração Lavoura-Pecuária (UD-iLPF) da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, situado na rodovia MG 424 Km 45, Zona Rural do município Sete Lagoas - MG, localizada a 19° 28' S e 45° 15' W e com altitude de 732 m. O clima local é considerado tropical de altitude (tipo Cwa segundo Kopen), com estações do ano bem definidas: inverno seco, de maio a outubro e verão chuvoso, de novembro a abril. O mês mais quente tem temperatura média de 22 °C e o mês mais frio, de 18 °C.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), com relevo suave ondulado e cerrado subcaducifólio, cujas características químicas foram: pH = 5,22; Ca = 2,47 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,24 cmol_c dm⁻³; Al = 0,90 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich) = 15,23 mg dm⁻³; K = 41,51 cmol_c dm⁻³; SB = 2,82 cmol_c/dm³; Cu = 0,58 mg dm⁻³; Fe = 46 mg dm⁻³; Mn = 8,44 mg dm⁻³; Zn = 1,29 mg dm⁻³; V = 22,61%; M.O. = 4,94 g dm⁻³. O componente florestal no sistema foi formado por mudas clonais de um híbrido de eucalipto, GG 100 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), com 17 meses de idade. O plantio do milho incluir a cultivar foi feito entre as faixas do eucalipto no arranjo (3 x 2) + 15 m, nos três primeiros anos de cultivo.

O *Urocloa brizantha* cv. piatã foi semeado simultaneamente, na linha de plantio do milho e em duas linhas nas entrelinhas da cultura, com espaçamento de aproximadamente 0,23 m.

A adubação de plantio e cobertura consistiu de 350 kg ha⁻¹ 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de nitrogênio (parcelado em duas aplicações), respectivamente.

O delineamento foi inteiramente ao acaso em parcela subdividida 7x4x2 com sete tipos de cultivo, quatro distâncias em relação ao componente arbóreo até o centro de cada renque: 0,5; 1,25; 3,0 e 7,0 m, na subparcela e as profundidades 0-5 e 60-100 cm nas subsubparcelas com três repetições.

Os tipos de cultivo consistiram de: áreas de sistema de iLPF com eucalipto semeado 2 x 15 m em duas épocas de implantação novembro de 2009 e novembro de 2011 em consórcio com capim-piatã, sendo: (1) iLPF implantado em 2009 com 333 árvores ha⁻¹ (2) iLPF desde 2009 com 166 árvores ha⁻¹ (3) iLPF implantado em 2011 com 333 árvores ha⁻¹ (4) iLPF desde 2011 com 166 árvores ha⁻¹ (5) pastagem piatã em monocultivo semeada em 2009 (6) pastagem piatã em monocultivo, semeada em 2011 e (7) mata nativa Cerrado.

Os tratos culturais e silviculturais foram realizados conforme recomendações técnicas das culturas envolvidas na integração.

O material dos solos, após secagem ao ar, foi passado em peneira de 2 mm. Determinou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina pelo método Tabatabai e Bremner (1969). Pesaram-se 0,150 g de terra fina seca ao ar (TFSA) em eppendorfs de 2 ml e 3 destes foram controles para cada análise. Adicionaram-se 0,48 mL de solução tampão acetato com pH ajustado a 6,5 com HCl para pH Fosfatase Ácida e pH ajustado a 11 com NaOH para pH Fosfatase Alcalina, e adicionou-se 0,12 mL de substrato p-nitrofenil fosfato) agitaram-se levemente os tubos, e incubou a 37°C por 1 hora.

Ao término da incubação foram adicionados 0,12 mL da solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) 0,5 mol L⁻¹, agitou-se e posteriormente adicionou 0,48 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 mol L⁻¹ em todos os tubos. Os eppendorfs foram centrifugados a 8000 rpm por 5 minutos, sendo em seguida feita a leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda correspondente 400 nm. Os resultados foram calculados a partir de uma curva padrão com solução de p-nitrofenol. Os valores foram expressos em mg do produto NPP da reação liberado por grama de solo seco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias de tipos de cultivo, distância em relação ao eucalipto e profundidades foram comparadas pelo teste Tukey, ($\alpha \leq 0,05$). As análises dos dados foram realizadas pelo software SAS, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fosfatase ácida, não se verificou efeito significativo dos sistemas iLPF (1 a 4) e distâncias em relação ao eucalipto. No entanto, constatou-se efeito significativo da interação de 2ª ordem entre

sistemas x profundidade x distancia ($p < 0,05$) (**Tabela 1**).

Espera-se que devido os maiores teores de matéria orgânica, P orgânico, P imobilizado na biomassa microbiana e tipo de vegetação nos sistemas integrados apresenta-se maiores valores de atividades enzimáticas, mas faz necessário maior tempo de implantação deste sistema para evidenciar isso.

Tabela 1 – Fosfatases ácida nas profundidades 0-5 e 60-100 cm coletadas em diferentes distancias em solos sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto e *B. brizantha* cv. Piatã, nos anos de 2009 com 333 (1) e 166 árvores ha⁻¹ (2) e iLPF implantado em 2011 com 333 (3) e 166 árvores ha⁻¹ (4) na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Prof. (cm)	Distância (m)	Sistemas iLPF			
		1	2	3	4
0 – 5*	0,5	8,55Aa	9,69Aa	8,20Aa	9,34Aa
	1,25	12,65Aa	8,01Aa	9,45Aa	9,04Aa
	3,0	10,99Aa	9,68Aa	10,08Aa	8,89Aa
	7,0	9,37Aa	8,44Aa	8,40Aa	6,74Aa
60 - 100	0,5	6,25Aa	5,08Aa	3,74Aa	4,07Aa
	1,25	3,66Aa	6,72Aa	4,58Aa	3,96Aa
	3,0	4,36Aa	7,52Aa	3,84Aa	6,21Aa
	7,0	3,75Aa	4,15Aa	3,70Aa	3,58Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias seguidas por asterisco na coluna diferem entre sistemas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

* indica superioridade da camada 0-5 em relação à de 60-100 para todos os sistemas iLPF e distâncias.

Nahas (2002) constataram correlação positiva e significativa entre a matéria orgânica do solo e atividade das fosfatases ácida e alcalina. Há um predomínio em maiores valores da fosfatase ácida em relação à alcalina. Corroborando com Rojo et al. (1990) pelo fato de que há predomínio de fosfatase ácida em solos ácidos e a alcalina em solos alcalinos.

Quanto à atividade da fosfatase alcalina, não foram verificadas diferenças significativas entre os

sistemas iLPF diferindo estatisticamente apenas na profundidade do solo. Para esta análise enzimática, os tratamentos para pastagens Piatã em monocultivo semeada em 2009 e 2011 e mata nativa Cerrado não diferem estatisticamente, houve apenas interação entre profundidade e sistemas, conforme **tabela 2**.

Tabela 2 – Fosfatase alcalina nas profundidades 0-5 e 60-100 cm em solos com pastagem *B. brizantha* cv. Piatã e Cerrado na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Prof. (cm)	Sistema de cultivo		
	Pastagem 2009	Pastagem 2011	Cerrado
0 – 5	5,213 aA	2,893 aA	3,216 aA
60 – 100	1,940 aB	1,796 aA	2,010 aA

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha, maiúscula na linha, diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Na profundidade de 60-100 cm verificou-se, em valores médios, menor atividade da fosfatase alcalina no solo sob pastagem implantado em 2009 do que na camada superficial (**Tabela 2**). Essa maior atividade pode estar ligada aos fatores que afetam a atividade biológica do solo.

A qualidade e a quantidade dos resíduos vegetais depositados no solo, as condições de uso e a aplicação de calcário e fertilizante influenciam nas atividades enzimáticas (Herbien & Neal, 1990). A vegetação presente na mata e o maior tempo estabelecimento da pastagem podem interferir na atividade das fosfatases na produção dessas enzimas pelas plantas e favorecimento das atividades microbiológicas do solo, e ainda pela deposição de resíduos vegetais, que incrementam a matéria orgânica do solo. Esta além de aumentar a atividade dos microrganismos, resguarda a enzima da decomposição (HARRISON, 1983; FERNANDES et al., 1998).

Em relação ao efeito isolado, da profundidade do solo, foi conferida maiores valores das atividades fosfatases na camada superficial do solo, independentemente da época de implantação e da distância avaliada. Isso se deve a atividade biológica ser altamente concentrada nas camadas mais superficiais do solo. Nesta camada do perfil do solo predomina o componente biológico que consiste principalmente de microrganismos que realizam diversas funções essenciais para o funcionamento do solo (KENNEDY e DORAN, 2002).

CONCLUSÕES

A camada superficial do solo (0-5 cm) apresentou maiores valores de atividade de fosfatase ácida e alcalina nos solos avaliados.

As condições de uso do solo exercem maiores influência sobre a atividade das fosfatases, entretanto não diferiu estatisticamente entre sistemas iLPF.

A atividade de fosfatases ácida e alcalina proporciona respostas rápidas a mudanças no ambiente, apresentando grande potencial de uso na avaliação da qualidade do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

CONTE, E.; ANEIGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D.S. Fósforo da biomassa microbiana do solo e atividade de fosfatase ácida após aplicações de fosfato em solo no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 925-930, 2002.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; CURTI N., LIMA, J. M. de; GUEDES, G. A. A. Fósforo e atividade de fosfatase em dois solos sob diferentes condições de uso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 7, p.1159-1170, 1998.

HARRISON, A.F. Relationship between intensity of phosphatase activity and physico-chemical properties in woodland soils. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.15, n.1, p.93-99, Jan. 1983.

HERBIEN, S.A.; NEAL, J.L. Soil pH and phosphatase activity. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.21, n.5/6, p.436-456, 1990.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. In: COLIINS, H. P.; BLEDSOE, C. S.; INGHAM, E. R.; KLUG, M. J.; ROBERTSON, G. P. (Eds). *Plant and Soil*. 1995. v.170, p. 75-86.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; VILLANI, E.M.A.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, J.C.C. Formas de fosforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânico e mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p. 625-632, 2006.

NAHAS, E. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, 267-275, 2002.

PEIXOTO, R.S.; CHAER, G.M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F.B.; MENDES, I.C. & ROSADO, A.S. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. *Antonie van Leeuwenhoek* 98: 403-413, 2010.

ROJO, M.J.; CARCEDO, S.G.; MATEOS, M.P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 22, n. 2, p. 169-174, 1990.

SAYAL, S.; De DATTA, S. Chemistry of phosphorus transformation in soil. *Advances in Soil Science*, v.16, p.2-120, 1991.

STIEVEN, A. C.; OLIVEIRA, D. A.; SANTOS, J. O.; WRUCK, F. J.; CAMPOS, D. T. da S. Impacts of integrated crop-livestock-forest on microbiological indicators of soil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line) 1981-0997* v.9, n.1, p.53-58, 2014.

TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; COLE, C.V. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.48, n.2, p.853-858, Mar./Apr. 1984.

Índice de vegetação, teor de clorofila e eficiência de uso de nitrogênio por híbridos de milho.

Emerson Borghi⁽¹⁾; Luana Rafaela Maciel Wilda⁽²⁾; Alvaro Vilela de Resende⁽¹⁾; Israel Alexandre Pereira Filho⁽¹⁾; Rafael Augusto Lima Rodrigues⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, emerson.borghi@embrapa.br. ⁽²⁾ Técnica administrativa, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais; ⁽³⁾ Estudante, Universidade Federal de São João Del Rey Campus Sete Lagoas.

RESUMO: A densidade de plantas é uma característica importante na determinação do potencial produtivo no milho. A depender do híbrido, da densidade populacional e do ambiente a planta pode aumentar a eficiência de uso de nutrientes (EUN). Para cultivos de milho, importância particular deve ser dada à EUN de Nitrogênio, vez que este é o nutriente requerido em maior quantidade por esta cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a eficiência de uso de nitrogênio em híbridos de milho submetidos a diferentes densidades populacionais e doses de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas/MG, no ano agrícola 2014/15. Foram avaliados três híbridos de milho (BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390), duas populações (50.000 e 70.000 plantas ha⁻¹) e quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹). Foram avaliados o índice de vegetação por diferença normalizada e do teor de clorofila em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, a produtividade de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio. Não houve efeito significativo na interação entre as causas de variação estudadas. A densidade de plantas influenciou no índice de vegetação apenas no estádio V4, e no teor de clorofila somente no estádio V7. Os híbridos influenciaram no índice de vegetação somente no estádio V7 e o teor de clorofila variou entre os híbridos em todas as épocas de avaliação, refletindo na produtividade de grãos. Quanto menor a dose de N em cobertura maior a eficiência de uso do nutriente pelos híbridos. A produtividade de grãos foi influenciada apenas pelos híbridos.

Termos de indexação: adubação; nitrogênio; população de plantas.

INTRODUÇÃO

Existem inúmeros trabalhos de pesquisa conduzidos nas diferentes regiões produtoras de milho no Brasil para identificar e posicionar os híbridos de milho que melhor se adequam a diferentes condições de cultivo, em especial variações na população de plantas e doses de nitrogênio. Normalmente estes resultados estão relacionados a inúmeros fatores que vão desde local de cultivo até o histórico da área e condições edafoclimáticas.

A utilização de indicadores de planta para monitorar o crescimento e a disponibilidade de nitrogênio de forma a auxiliar na decisão sobre a quantidade e época de aplicação deste nutriente se somam às avaliações fitotécnicas, contribuindo no maior entendimento dos fatores relacionados a possíveis alterações na produtividade das culturas. Um indicador ideal deve reproduzir a relação do nível de N no sistema solo-planta, sendo capaz de detectar ou prever tanto a deficiência quanto o excesso de N (ARGENTA et al., 2001).

Para que estes indicadores possam ser obtidos equipamentos são utilizados para leituras de determinadas variáveis instantaneamente. De acordo com Jesus et al. (2014) o emprego de sensores para detecção de índices de vegetação e teores de clorofila têm por finalidade identificar, em tempo real, possíveis alterações em função de variações que possam ocorrer no cultivo ao longo do período de desenvolvimento do milho. De acordo com os autores, os sensores têm capacidade de gerar leituras de clorofila, biomassa e outras variáveis que, quando realizadas em diferentes

estádios de desenvolvimento das plantas, podem estimar indicadores que permitem alta precisão na qualidade das informações, permitindo compreender de maneira mais precisa possíveis variações na produtividade de grãos.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelo milho, estando diretamente relacionado aos teores de clorofila na folha. De acordo com Lopes et al. (2012) quanto maior o teor de N na folha do milho, maior a síntese de clorofila, sendo variável em decorrência de híbridos e dos ambientes de produção aos quais estas plantas estão sendo semeadas.

Os índices de clorofila nas folhas, obtidos com o sensor SPAD, apresentam alta correlação com o conteúdo de N na folha. Assim, pode ser utilizado para o diagnóstico da necessidade desse nutriente pelo milho (Coelho, 2010).

Para identificar possíveis deficiências de N pode-se utilizar o sensoriamento remoto através do emprego de sensores remotos proximais de reflectância para estimar o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), os quais permitem o acompanhamento e monitoramento do desenvolvimento da cultura em função de diferentes variações ao longo do desenvolvimento da cultura (Jesus et al., 2014).

De forma a avaliar a predição destes indicadores e as relações que possam existir entre diferentes variáveis, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a eficiência de uso de nitrogênio por híbridos de milho em diferentes densidades populacionais e doses de nitrogênio em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola 2014/15 na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas/MG, apresentando as coordenadas: 19°26'50" S de latitude e 44°10'13,41" de longitude, e 717 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As unidades experimentais foram constituídas por três híbridos de milho (BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390) e duas populações (50.000 e 70.000 plantas ha⁻¹) sendo as subparcelas

compostas por quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹). Cada unidade experimental foi constituída por 4 linhas de 6 metros de comprimento espaçadas em 0,70 m, perfazendo uma área total de 16,8 m².

Antes da instalação do experimento (novembro/2014), a área experimental foi submetida à dessecação química utilizando herbicida glyphosate (1,8 kg do i. a. ha⁻¹). A semeadura do experimento foi realizada mecanicamente em 20 de novembro de 2014, utilizando semeadora-adubadora para plantio direto.

A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 34,4 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 68,8 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 430 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-28-16, seguindo as recomendações de Alves et al. (1999) para a cultura do milho.

A emergência do milho ocorreu 5 dias após a semeadura, em 29/11/2014. Quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico de 4 folhas desenvolvidas, procedeu-se a aplicação das doses de N, utilizando como fonte a ureia. Para cada subparcela, o fertilizante nitrogenado foi aplicado manualmente à lanço nas entrelinhas do milho, sendo incorporado por lâmina de água fornecida via irrigação por aspersão. As doses nitrogenadas foram calculadas seguindo recomendações de Alves et al. (1999) para atingir o teto de produtividade de 8 toneladas de grãos com classe de resposta alta para este nutriente.

Nos estádios fenológicos de 4, 7 e 10 folhas totalmente desenvolvidas que de acordo com a escala fenológica correspondem a V4, V7 e V10 (Ritchie et al., 1993) foram realizadas avaliações de reflectância (NVDI) utilizando o equipamento Greenseeker®, posicionando o equipamento a uma altura entre 0,8 e 1,0 m acima das plantas e paralelamente à superfície do solo, percorrendo toda a unidade experimental. Nestes mesmos estádios de desenvolvimento e também no florescimento foi estimado o teor de clorofila por meio de leitura utilizando o SPAD (“Soil plant analysis development”, Minolta SPAD 502 Osaka, Japan) na primeira folha desenvolvida a partir do ápice da planta, sendo que a avaliação no florescimento a leitura foi efetuada na folha da base da espiga.

Realizou-se a colheita das duas linhas centrais de cada subparcela, sendo as espigas coletadas e após debulha os grãos foram pesados para determinação da produtividade, sendo os valores corrigidos a 13% de umidade. A eficiência de uso de nitrogênio foi calculada pela relação entre a produtividade de grãos obtida em função da dose de N aplicada.

Os resultados obtidos foram submetidos à

análise de variância, sendo as médias de sistema de cultivo comparadas pelo Teste de Tukey a 5%, e para doses de nitrogênio e as interações realizou-se análise de regressão utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** encontram-se os valores de F referente as leituras de NDVI em função dos híbridos, população de plantas e doses de N nos estádios fenológicos do milho avaliados. Na primeira avaliação, realizada aos 27 dias após a emergência (correspondendo ao estágio fenológico V4), as leituras de NDVI foram influenciadas somente pela densidade de plantas, sendo a população de 70.000 plantas por hectare significativamente superior à população de 50.000 plantas com hectare, com leituras de 0,76 e 0,73 respectivamente. Este resultado já era esperado uma vez que na maior densidade de plantas o índice de vegetação tende a ser maior. Porém, nas demais avaliações, este efeito da população de plantas não se pronunciou nas leituras de NDVI.

Tabela 1: Valores de F e níveis de significância referentes às avaliações do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em diferentes estádios fenológicos do milho, em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	NDVI		
	V4	V7	V10
Híbrido (H)	0,68 ^{ns}	3,18 [*]	0,04 ^{ns}
Densidade (D)	24,45 ^{**}	0,51 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Dose de N (N)	2,06 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,29 ^{ns}
H x D	0,52 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,48 ^{ns}
H x N	1,40 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,56 ^{ns}
D x N	1,81 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,11 ^{ns}
H x D x N	0,34 ^{ns}	2,07 ^{ns}	1,48 ^{ns}
CV (%)	2,65	3,20	3,00

* e ** são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)

Na avaliação realizada aos 42 dias após a emergência (**Tabela 1**), correspondendo ao estágio de desenvolvimento V7 do milho, o híbrido influenciou significativamente nos valores do NDVI. Nesta época, o híbrido BRS 1055 apresentou o maior valor de NDVI (0,78), embora o híbrido BRS 3040 seja estatisticamente semelhante (0,77). A menor leitura de NDVI foi obtida no híbrido DKB 390 (0,76).

Aos 51 dias após a emergência, correspondendo a 10 folhas totalmente desenvolvidas não houve diferenças significativas entre os fatores avaliados, tampouco entre as interações (**Tabela 1**).

Os teores de clorofila por meio da leitura com o SPAD estão apresentados na **tabela 2**. Na avaliação efetuada aos 14 dias após a emergência constatou-se que o teor de clorofila foi influenciado somente pelos híbridos, não diferindo estatisticamente para as variáveis população de plantas e doses de N em cobertura. O híbrido BRS 3040 apresentou o maior teor de clorofila (48,17) e o híbrido DKB 390 o menor (45,55).

Tal resultado já era esperado uma vez que, nesta avaliação, o milho ainda encontra-se em estágio de desenvolvimento em que o número de folhas ainda não sofre competição por variações como o aumento na densidade, por exemplo. Além disso, nesta época, não foi efetuada a adubação nitrogenada em cobertura, assim, efeitos referentes a esta causa de variação não seriam constatados.

Estas diferenças significativas no teor de clorofila entre os híbridos permaneceram na segunda avaliação, efetuada aos 42 dias após a emergência, correspondendo ao estágio de desenvolvimento V7 do milho (**Tabela 2**). Assim como na avaliação anterior, o híbrido BRS 3040 apresentou o maior teor de clorofila (54,90), porém, nesta avaliação, o híbrido BRS 1055 apresentou o menor (49,90).

Aos 52 dias após a emergência, correspondendo a 10 folhas totalmente desenvolvidas todos os fatores avaliados influenciaram nos teores de clorofila (**Tabela 2**). Com relação aos híbridos, BRS 3040 apresentou teor estatisticamente superior (51,29) e o híbrido DKB 390 o menor (48,83). Com relação a população de plantas, a densidade de 50.000 plantas por hectare apresentou teor de clorofila estatisticamente superior comparado à densidade de 70.000 plantas por hectare (50,98 e 49,06, respectivamente). O aumento da dose de N em cobertura proporcionou aumento linear no teor de clorofila nesta época de avaliação (**Gráfico 1**).

Esta diferença significativa no teor de clorofila entre os fatores permaneceu até o florescimento,

com exceção da densidade de plantas (**Tabela 2**). Neste estágio de desenvolvimento, o híbrido DKB 390, que nas avaliações anteriores apresentava o menor teor de clorofila, foi semelhante estatisticamente ao híbrido BRS 3040 (53,51 e 53,11 respectivamente), ambos estatisticamente superiores ao híbrido BRS 1055 (50,54). Assim como na avaliação anterior, o teor de clorofila foi significativamente influenciado pelas doses de N em cobertura, apresentando aumento linear com o incremento das doses (**Gráfico 1**).

Ressalta-se que, embora constatadas diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de clorofila ao longo dos períodos de avaliação, as interações entre os fatores não proporcionaram diferenças significativas nos estádios de desenvolvimento avaliados, demonstrando não haver correlações entre estas variáveis para o estudo em questão. Embora trabalhos conduzidos em determinadas regiões apresentem resultados diferentes aos encontrados neste trabalho, pode-se inferir que o teor de clorofila é determinado por fatores isolados, não havendo relação entre os mesmos.

Tabela 2: Valores de F e níveis de significância referentes por meio de leitura utilizando o SPAD em diferentes estádios fenológicos do milho, em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	SPAD			
	V4	V7	V10	Floresc.
Híbrido (H)	8,24**	3,88*	5,07**	5,03**
Densidade (D)	0,06 ^{ns}	0,41 ^{ns}	9,12**	2,39 ^{ns}
Dose de N (N)	0,46 ^{ns}	1,73 ^{ns}	4,81**	9,59**
H x D	0,61 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,04 ^{ns}
H x N	0,38 ^{ns}	0,57 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,63 ^{ns}
D x N	1,54 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,56 ^{ns}
H x D x N	1,96 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,43 ^{ns}
CV	4,78	12,96	5,36	6,72

* e ** são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)

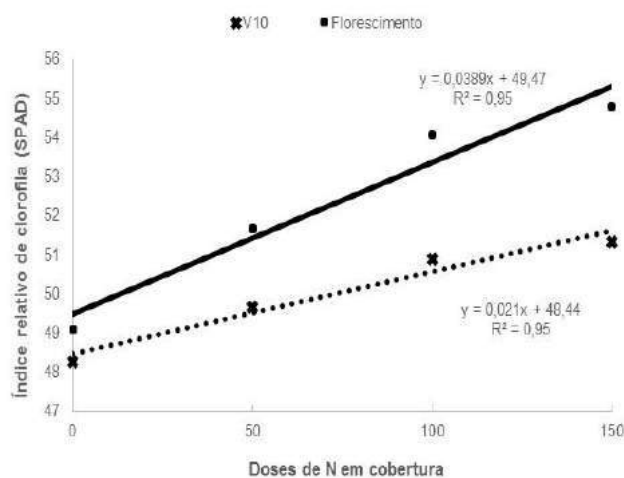


Figura 1: Teores de clorofila nas folhas de milho obtidas por meio de leitura utilizando o SPAD na avaliação realizada no florescimento (87 dias após a emergência).

Na **tabela 3** constam os valores de F e níveis de significância para as variáveis produtividade de grãos de milho e eficiência de uso de nitrogênio (EUN). A produtividade de grãos foi influenciada somente pelos híbridos na seguinte ordem: DKB 390 (9759 kg ha⁻¹), BRS 1055 (8883 kg ha⁻¹) e BRS 3040 (7951 kg ha⁻¹). Mesmo com maiores valores de SPAD superiores nas avaliações realizadas ao longo do desenvolvimento do milho, o híbrido BRS 3040 foi estatisticamente inferior aos demais híbridos na produtividade de grãos. Além disso, as densidades de plantas e as doses de N em cobertura não influenciaram significativamente na produtividade (**Tabela 3**).

Tabela 3: Valores de F e níveis de significância referentes a produtividade de grãos de milho e eficiência de uso de nitrogênio (EUN) em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Produtividade	EUN
	kg ha ⁻¹	kg grãos kg N ⁻¹
Híbrido (H)	12,53**	9,81**
Densidade (D)	2,14 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Dose de N (N)	1,78 ^{ns}	291,65**
H x D	1,21 ^{ns}	0,92 ^{ns}
H x N	0,45 ^{ns}	3,01**
D x N	1,17 ^{ns}	0,32 ^{ns}
H x D x N	0,70 ^{ns}	0,41 ^{ns}
CV	14,11	18,94

* e ** são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)

Para a EUN, que representa a produtividade de grãos em decorrência da quantidade de nitrogênio aplicada, constatou-se que esta variável foi influenciada estatisticamente pelos híbridos e doses de N em cobertura (**Tabela 3**). Os híbridos DKB 390 e BRS 1055 obtiveram valores de EUN estatisticamente superiores ao híbrido BRS 3040 (respectivamente 130, 118 e 102 kg de grãos kg de N aplicado⁻¹) demonstrando que o maior teor de clorofila deste último híbrido ao longo das épocas de avaliação não resultou em incremento na produtividade de grãos.

Na interação híbridos e doses de N em cobertura (**Figura 2**) verificou-se que o aumento das doses de N em cobertura proporcionou reduções na EUN nos 3 híbridos avaliados, todos com respostas quadráticas aos aumentos das quantidades de N. Para o híbrido BRS 3040 o maior valor de EUN foi obtido com 128 kg de grãos por kg de N aplicado; já para os híbridos BRS 1055 e DKB 390 os valores foram de 121 e 125 kg de grãos por kg de N aplicado, respectivamente.

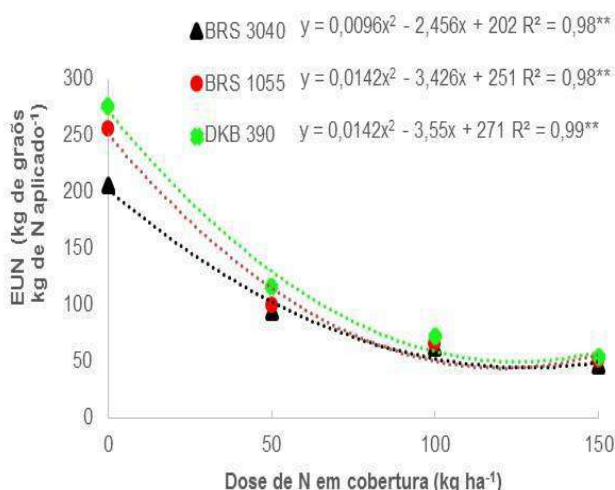


Figura 2: EUN por híbridos de milho em função da dose de N aplicada em cobertura.

CONCLUSÕES

Há relação indireta entre produtividade de grãos e teor de clorofila sendo variável em função dos híbridos avaliados.

Quanto menor a dose de N em cobertura maior a eficiência de uso do nutriente pelos híbridos.

A produtividade de grãos pelos híbridos não foi influenciada pelo aumento da população e pelas doses crescentes de nitrogênio em cobertura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do

estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.

COELHO, A. M. **Uso de Sensores no Diagnóstico da Necessidade da Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 5 p. (Comunicado Técnico 181).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrotecnológica*, Lavras, v. 35, n. 6., p. 1039-1042, 2011.

JESUS, M. H.; BREDEMEIER, C.; VIAN, A. L.; ALMEIDA, D.; SILVA, J. A. Variação do índice de vegetação por diferença normalizada em milho em função do potencial produtivo e densidade de plantas. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2014, São Pedro, **Resumos...**São Pedro: SBEA, 2014. CD-ROM.

LOPES, E. C. P.; MORAES, A.; SANDINI, I. E.; KAMINSKI, T. H.; BASI, S.; PACENTCHUK, F. Relação da leitura do clorofilômetro com teores de nitrogênio na folha de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012. **Anais...**Águas de Lindoia: ABMS, 2012. CD-ROM

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant development. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26 p. (Special Report, 48).



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na cultura do milho

Marina Freitas e Silva⁽¹⁾; Thays Vieira Bueno⁽²⁾; Gilmar Dantas da Silva⁽³⁾; Luciana Santos Araújo⁽¹⁾; Wender Santos Rezende⁽⁴⁾; Ricardo Camara Werlang⁽⁵⁾; Césio Humberto de Brito⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; marinafreitas.agro@hotmail.com; ⁽²⁾Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽³⁾Pesquisador, Syngenta Brasil; ⁽⁴⁾Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾Pesquisador; ⁽⁶⁾Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A cultura do milho apresenta alta demanda de nitrogênio (N), que é suprida principalmente por fertilizantes nitrogenados. Uma forma alternativa de fornecimento é a fixação biológica de nitrogênio, realizada no milho principalmente por bactérias do gênero *Azospirillum*. Este trabalho teve com objetivo avaliar o uso de *Azospirillum brasilense*, com diferentes números de aplicação, e doses de fertilizante nitrogenado na cultura do milho, em condições de campo. Foram conduzidos dois experimentos em Uberlândia – MG, um com adubação de 120 kg ha⁻¹ de N e outro com 180 kg ha⁻¹ de N. Os tratamentos foram (1) testemunha (sem aplicação de *A. brasilense*); (2) uma aplicação de *A. brasilense* via tratamento de sementes; e (3) duas aplicações de *A. brasilense*, via tratamento de sementes e pulverização no estádio V₄. As estirpes aplicadas foram Ab-V5 e Ab-V6 da espécie *A. brasilense*. Avaliaram-se densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas, altura de espiga e produtividade de grãos. Durante parte do período do experimento foi observado um severo déficit hídrico, além de altas temperaturas. Em ambos os experimentos não foram verificadas diferenças quanto à densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas e produtividade. No experimento com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, a inoculação com *A. brasilense*, com uma ou duas aplicações, proporcionou maior altura de inserção de espiga. Conclui-se que *A. brasilense* pode incrementar o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho. Porém, em condições de deficiência hídrica e altas temperaturas sua atividade é comprometida, não sendo eficiente em incrementar a produtividade da cultura.

Termos de indexação: *Zea mays* L.; nutrição; fixação biológica de nitrogênio.

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial e um dos mais demandados pela cultura do milho. Esse elemento desempenha diversas funções vitais nas plantas. Por exemplo, é ativador enzimático e faz parte da estrutura de proteínas e DNA. Para cada tonelada de grãos de milho produzida, estima-se que é necessário cerca de 20 kg de nitrogênio (Faria, 2014).

O fornecimento de nitrogênio na cultura do milho é feito principalmente a partir de fertilizantes minerais nitrogenados, que apresentam alto custo e normalmente perdas por volatilização ou lixiviação (Lara Cabezas & Souza, 2008; Morais, 2012).

Uma das alternativas para reduzir a dependência dos fertilizantes nitrogenados é o uso da fixação biológica de nitrogênio. A fixação é realizada por bactérias diazotróficas, que possuem o complexo enzimático da nitrogenase, responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico (N₂) em amônia (NH₃) (Hungria, 2011).

Na cultura do milho, muitos estudos têm demonstrado a eficiência de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* em aumentar a produtividade e outros caracteres agrônômicos (Reis Junior et al., 2008; Morais, 2012; Ferreira et al., 2013; Araújo et al., 2014). As bactérias desse gênero também são consideradas promotoras do crescimento vegetal, pois produzem diversas substâncias benéficas à planta, como auxinas e giberelinas, que, por sua vez, promovem diversas respostas fisiológicas, como estímulo ao crescimento radicular (Hungria, 2011; Dartora et al., 2013).

Visto isso, este trabalho teve com objetivo avaliar o uso de *Azospirillum brasilense*, com diferentes números de aplicação, e doses de fertilizante nitrogenado na cultura do milho, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

INTRODUÇÃO

Foram realizados dois experimentos em campo no ano agrícola 2014/2015, com diferentes doses de fertilizante nitrogenado. No Experimento 1, a adubação nitrogenada foi de 120 kg ha⁻¹ de N, e no Experimento 2 foi de 180 kg ha⁻¹. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Horizonte (18°55'08" S, 48°03'45" O, a 850 m de altitude), em Uberlândia – MG. Os valores de precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima durante os experimentos estão apresentados na **Figura 1**.

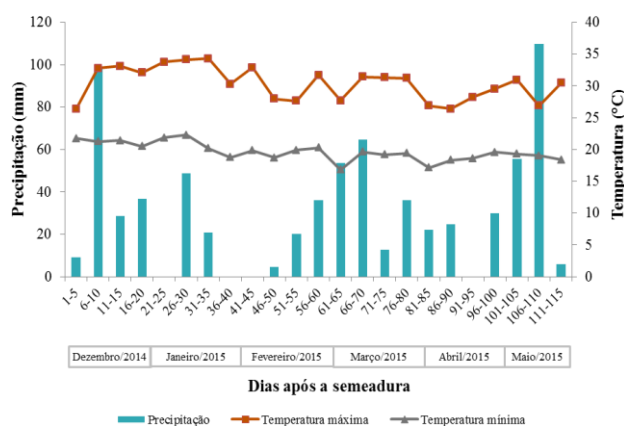


Figura 1 – Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima durante o período de condução dos experimentos (05/12/2014 a 23/05/2015) em Uberlândia – MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia.

Os experimentos diferiram apenas quanto à adubação nitrogenada. Ou seja, os tratamentos, o delineamento, a condução e as avaliações foram idênticos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e 12 repetições por experimento. Os tratamentos foram: (1) testemunha, sem aplicação de *A. brasilense*; (2) uma aplicação de *A. brasilense*, via tratamento de sementes (TS); (3) duas aplicações de *A. brasilense*, sendo a primeira via tratamento de sementes e a segunda pulverização no estágio vegetativo V₄ (TS + V₄).

Para compor os tratamentos com *A. brasilense*, utilizou-se inoculante contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6, com concentração mínima de 2x10⁸ UFC mL⁻¹. A dose de inoculante utilizada no tratamento de sementes foi de 100 mL 100 kg⁻¹ de sementes. As sementes também foram tratadas com o inseticida thiamethoxam (42 g i.a. por 60000 sementes). No tratamento 3 (TS + V₄), pulverizou-se no estágio V₄ do milho o mesmo inoculante, na dose de 300 mL ha⁻¹.

As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de 4,2 m, espaçadas por 0,6 m, sendo as quatro linhas centrais consideradas como parcela útil. Portanto, totalizaram-se 10,08 m² de área útil em cada parcela.

Foi utilizado o híbrido de milho DKB 290 VT PRO 3, e o manejo cultural buscou a expressão do seu potencial produtivo. A semeadura foi realizada em 05 de dezembro de 2014.

Em ambos os experimentos foram aplicados, em semeadura, 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em cobertura, foram aplicados 110 kg ha⁻¹ de K₂O. No Experimento 1, a adubação nitrogenada foi dividida em 60 kg ha⁻¹ de N em semeadura e 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura, totalizando 120 kg ha⁻¹ de N. No Experimento 2, a adubação nitrogenada foi dividida em 60 kg ha⁻¹ de N em semeadura e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura, totalizando 180 kg ha⁻¹ de N. O fertilizante nitrogenado utilizado em todas as aplicações foi a ureia. Na adubação de cobertura os fertilizantes foram incorporados ao solo.

Foram avaliadas as seguintes características: densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas, altura de espiga e produtividade de grãos.

A densidade de plantas foi avaliada contando-se todas as plantas da parcela útil e extrapolando-se para número de plantas por hectare.

O número de plantas acamadas foi avaliado contando-se o número de plantas tombadas ou com o colmo quebrado abaixo da espiga. Posteriormente, calculou-se a porcentagem que as plantas acamadas representavam na parcela útil.

Para a avaliação da altura de espiga, determinou-se com régua graduada a altura do solo até a inserção da espiga principal de cinco plantas representativas da parcela.

A produtividade foi obtida a partir dos valores de pesos das parcelas, transformados para kg ha⁻¹, com umidade corrigida para 13%.

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 0,05 de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de plantas foi igual para todos os tratamentos, em ambos os experimentos (**Tabela 1**). Sabe-se que o rendimento de grãos da cultura do milho é altamente influenciado pelo número de plantas por área (Sangoi et al., 2005). Por isso, é fundamental que, em geral, nos experimentos não haja diferenças em relação à densidade de plantas, para que não haja favorecimento de determinados tratamentos.

Não houve diferenças quanto à porcentagem de plantas acamadas em ambos os experimentos. No entanto, essa porcentagem foi muito pequena em todos os tratamentos, o que dificulta conclusões a respeito dessa característica.

No Experimento 1 a aplicação de *A. brasilense* promoveu aumento na altura da inserção da espiga (**Tabela 2**). Devido à capacidade das bactérias do gênero *Azospirillum* em fixar o nitrogênio atmosférico, pode ter havido maior disponibilidade desse nutriente para as plantas com a inoculação. Plantas de milho, com maior suprimento de nitrogênio apresentam maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, maior altura de planta e altura de espiga (Soratto et al., 2010). Além disso, a produção de fitormônios por *A. brasilense*, como auxinas, também pode ter contribuído para o aumento da altura da espiga nas plantas inoculadas.

Tabela 1 – Densidade de plantas e porcentagem de plantas acamadas em função da aplicação de *A. brasilense* e de doses de nitrogênio na cultura do milho¹.

Tratamentos	Densidade de plantas (mil plantas ha ⁻¹)	Plantas acamadas (%)
<i>Experimento 1 (120 kg ha⁻¹ de N)</i>		
Testemunha	62,00 a	2,60 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	60,83 a	0,94 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V ₄)	60,58 a	2,65 a
CV (%)	7,03	165,81
<i>Experimento 2 (180 kg ha⁻¹ de N)</i>		
Testemunha	61,58 a	2,67 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	61,67 a	2,88 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V ₄)	61,25 a	3,21 a
CV (%)	5,27	116,75

¹ Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Tabela 2 – Altura de inserção de espiga e produtividade de grãos da cultura milho em função da aplicação de *A. brasilense* e de doses de nitrogênio¹.

Tratamentos	Altura de espiga (m)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>Experimento 1 (120 kg ha⁻¹ de N)</i>		
Testemunha	0,89 b	9870,20 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	0,93 a	10121,80 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V ₄)	0,94 a	9940,00 a
CV (%)	4,02	10,24
<i>Experimento 2 (180 kg ha⁻¹ de N)</i>		
Testemunha	0,91 a	9840,40 a

<i>A. brasilense</i> (TS)	0,92 a	9831,30 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V ₄)	0,94 a	9593,30 a
CV (%)	4,38	7,37

¹ Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

No Experimento 2 não foi verificada diferenças em relação à altura da espiga. Porém, o suprimento mineral de nitrogênio foi maior, possivelmente sendo suficiente para o pleno crescimento das plantas.

A aplicação de *A. brasilense* não influenciou a produtividade de grãos, em ambos os experimentos. Em contrapartida, muitos trabalhos têm mostrado a eficiência da inoculação com bactérias desse gênero em promover incrementos de produtividade, mesmo na presença de altas doses de nitrogênio (Morais, 2012; Sá Júnior, 2012; Araújo et al., 2014; Müller et al., 2015).

Contudo, variações no ambiente, no solo, nas plantas e nos componentes da microbiota podem justificar o fato de alguns experimentos não apresentarem eficiência de *A. brasilense* (Dobbelaere et al., 2001; Diaz-Zorita, 2012; Morais, 2012). Durante o período de condução do experimento foi registrado déficit hídrico severo no município de Uberlândia, inclusive no local onde o experimento foi instalado. Entre os estádios V₆ e V₁₃ foram registrados na Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia apenas 25,6 mm de chuva. Esse déficit pode ser evidenciado pelos sintomas apresentados nas plantas durante a condução do experimento (**Figura 2**).



Figura 2 – Área do experimento, com plantas de milho apresentando sintomas de déficit hídrico.

Além da reduzida disponibilidade de água durante grande parte do ciclo da cultura, foram verificadas elevadas temperaturas máximas do ar em Uberlândia – MG. No solo, onde se localizam as bactérias inoculadas, em muitas situações, a temperatura pode ficar mais de 5 °C acima da temperatura do ar, podendo atingir mais de 45 °C (Bortoluzzi & Eitz, 2000; Silva et al., 2006; Coelho et

al., 2013). Além das altas temperaturas do ar, a conformação das folhas durante o estresse hídrico permitiu maior insolação no solo, o que também pode ter provocado elevação da temperatura do solo.

Essas condições ambientais possivelmente comprometeram a atividade do *A. brasilense*. Essas bactérias são sensíveis a altas temperaturas, principalmente acima de 35 °C, e a deficiência hídrica (Hungria, 2011).

É importante ressaltar que o déficit hídrico e as temperaturas máximas não foram severos nas primeiras semanas do ciclo da cultura. Logo, pode ter havido um período propício para a atividade do *A. brasilense* durante o desenvolvimento vegetativo, explicando assim a contribuição para o aumento da altura de inserção da espiga no Experimento 1, cujo suprimento de fertilizante nitrogenado foi menor que no Experimento 2.

CONCLUSÕES

Em condições de déficit hídrico e de altas temperaturas do solo a inoculação de plantas de milho com *A. brasilense* não se mostrou eficiente para incrementar a produtividade. Em condições de baixo suprimento de fertilizantes nitrogenados, a inoculação com *A. brasilense* pode contribuir para o maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. M.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1556-1560, 2014.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. P. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.449-457, 2000.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S.; GRANGEIRO, L.C.; OLIVEIRA, J.B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.369-378, 2013.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DÍAZ-ZORITA, M. Avaliação da produção de milho (*Zea mays* L.) inoculado com *Azospirillum brasilense* na Argentina. In: PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUARTE, A.P.; TSUNECHIRO, A. (Org.). **Diversidade e inovações na cadeira produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2012. p.529-536.

DOBDELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALES, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Austrália, v.28, p.871-879, 2001.

FARIA, M. V. **Proteção e nutrição foliar na produção de massa seca, acúmulo, extração e exportação de macro e micronutrientes em híbridos de milho**. 2014. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.72, p.103-108, 2013.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, 325).

LARA CABEZAS, W.A.R.L.; SOUZA, M.A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2331-2342, 2008.

MORAIS, T.P. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MÜLLER, T.M.; SANDINI, I.E.; RODRIGUES, J.D.; NOVAKOWISKI, J.H.; BASI, S.; KAMINSKI, T.H. Combination of inoculation methods of *Azospirillum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, ahead of print, 2015.

REIS JUNIOR, F.B.; MACHADO, C.T.T.; MACHADO, A.T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1139-1146, 2008.

SÁ JÚNIOR, A. **Comportamento agrônomo do milho**

em resposta ao modo de aplicação e concentração de *Azospirillum brasilense*. 2012. 41f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; GRACIETTI, M.A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHIMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.1, p. 25-31, 2005.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p.391-399, 2006.

SORATTO, R.P.; PEREIRA, M.; COSTA, T.A.M.; LAMPERT, V.N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.511-518, 2010.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Macronutrientes primários acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Elaine Cristina Teixeira⁽¹⁾; Iran Dias Borges⁽²⁾; Lorena Martins Brandão⁽³⁾; Antônio Augusto Nogueira Franco⁽⁴⁾; Marcos Koiti Kondo⁽⁵⁾; Pedro Augusto Silva Fernandes⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Professora; Instituto Federal Baiano; Guanambi, Bahia; laineteixeira@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁴⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros Professor; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: O experimento foi conduzido na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 objetivando determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo. Os acúmulos dos macronutrientes primários N e P na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da etapa de crescimento 2 (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores. O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

Termos de indexação: Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Logo, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de

completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes primários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹ que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida

foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo.

O acúmulo de nitrogênio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início do EC2 (diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

Num estudo de extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade, Pitta et al., (2001) verificaram que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e K.

Borges et al., (2009) estudando plantas de milho observaram que os híbridos tiveram pequena acumulação de N nos estádios iniciais com incremento ocorrendo aos 44 dias.

Tabela 1 – Valores para acúmulo de N (kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	1.6 Ea	2.6 Da	2.1 E
2	10.4 Ea	27.6 Da	19.0 E
3	22.7 Ea	42.8 Ca	32.7 E
4	64.7 Da	51.4 Ca	58.0 D
5	136.0 Ca	73.5 Cb	104.8 C
6	224.0 Ba	95.3 Bb	159.7 B
7	243.7 Ba	118.1 Bb	180.9 B

8	286.4 Aa	128.3 Bb	207.4 A
9	288.9 Aa	155.3 Ab	222.1 A
Média	142.0 a	77.2 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de fósforo na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

Tabela 2 – Valores para acúmulo de P (kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	0.2 Ea	0.3 Da	0.3 F
2	1.8 Ea	2.9 Da	2.4 F
3	3.2 Ea	5.6 Ca	4.4 F
4	8.0 Da	6.1 Ca	7.1 E
5	16.2 Ca	8.2 Cb	12.2 D
6	24.2 Ba	10.6 Cb	17.4 C
7	28.9 Ba	15.1 Bb	22.0 B
8	29.1 Ba	16.6 Bb	22.8 B
9	48.7 Aa	30.3 Ab	39.5 A
Média	17.8 a	10.6 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

Tabela 3 – Valores para acúmulo de K (kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	1.4 Ea	1.7 Da	1.5 F
2	8.7 Ea	19.4 Da	14.1 F
3	27.3 Ea	32.3 Ca	29.8 E
4	92.7 Da	38.6 Cb	65.7 D
5	199.5 Ca	52.4 Cb	125.9 C

6	218.9 Ca	70.9 Bb	144.9 C
7	264.0 Ba	86.9 Bb	175.4 B
8	283.2 Ba	105.0 Ab	194.1 B
9	331.1 Aa	115.6 Ab	223.4 A
Média	158.5 a	58.1 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, a altura das plantas de sorgo forrageiro na safra é menor que na rebrota da safra até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), isso ocorre porque o arranque inicial das plantas de sorgo na rebrota é maior em função do já estabelecimento das raízes (**Tabela 4**). A partir daí, a altura das plantas na safra é sempre maior que na rebrota até o final do ciclo das plantas, porém, sem diferença significativa.

As plantas crescem até o início da EC3 (Florescimento) (**Tabela 4**).

Andrade Neto et al., (2010) estudando o sorgo forrageiro BRS 601 sob adubação verde concluíram que a partir dos 80 Dias Após a Semeadura (DAS), a altura do sorgo se estabilizou.

Formiga et al., (2012) observou um lento crescimento inicial do sorgo até os 43 DAS.

Tabela 4 – Altura (cm) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	17.1 Fa	18.2 Ga	17.6 G
2	28.4 Fb	47.6 Fa	38.0 F
3	43.7 Eb	76.5 Ea	60.1 E
4	73.1 Db	96.4 Da	84.7 D
5	115.7 Ca	116.2 Ca	115.9 C
6	186.2 Ba	135.9 Bb	161.0 B
7	219.5 Aa	159.3 Ab	189.4 A
8	223.2 Aa	166.7 Ab	194.9 A
9	222.6 Aa	168.6 Ab	195.6 A
Média	125.5 a	109.5 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Matéria Seca nas plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (Diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre

maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

Borges et al., (2009) observaram que o acúmulo de matéria seca no colmo é muito baixo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura do milho.

Tabela 5 – Matéria Seca (Kg ha⁻¹) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	35.1 Ga	69.4 Da	52.2 G
2	200.3 Ga	705.4 Da	452.8 G
3	723.5 Ga	1137.6 Da	930.6 G
4	2333.7 Fa	1387.9 Da	1860.8 F
5	5402.9 Ea	1881.3 Cb	3642.1 E
6	9724.6 Da	2848.8 Cb	6286.7 D
7	12722.2 Ca	4730.2 Bb	8726.2 C
8	15365.7 Ba	5869.7 Bb	10617.7 B
9	18282.9 Aa	7635.7 Ab	12959.3 A
Média	7199.0 a	2918.4 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

CONCLUSÕES

De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo.

Os acúmulos dos macronutrientes primários N e P na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. Revista Educação Agrícola Superior, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 3-12, 2012..

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

Macronutrientes secundários acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Elaine Cristina Teixeira ⁽¹⁾; Iran Dias Borges ⁽²⁾; Lorena Martins Brandão ⁽³⁾; Marcos Koiti Kondo ⁽⁴⁾; Antônio Augusto Nogueira Franco ⁽⁵⁾; Tatiane Renata de Souza Moreira ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professora; Instituto Federal Baiano, Guanambi; Bahia; laineteixeira@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ⁽⁵⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; Estudante; ⁽⁶⁾ Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Um experimento foi instalado e conduzido na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 160 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra. Os acúmulos dos macronutrientes Ca e Mg secundários na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores. O acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do ciclo. As plantas de sorgo forrageiro crescem até o florescimento. O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

Termos de indexação: Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo é considerada rústica e se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa

alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais diferenciadas e às vezes desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes secundários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 160 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹ que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de

produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte. A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra.

Os acúmulos dos macronutrientes secundários Ca e Mg na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de Ca na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (Diferenciação do primórdio floral), a partir de quando os valores acumulados são sempre maiores na safra (**Tabela 1**).

Pitta et al., (2001) concluiu que a extração de Ca e Mg aumenta de modo linear com o acréscimo na produtividade.

Bull (1993) observou que o pico de absorção de Ca ocorre aos 80-90 DAE com quantidades requeridas de 34 kg em plantas de milho, valor abaixo ao observado nas condições deste trabalho.

Tabela 1 – Valores para acúmulo de Ca (kg ha⁻¹) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.2 Fa	0.3 Ea	0.3 F
2	1.8 Fa	6.4 Ea	4.1 F
3	6.7 Fa	12.5 Ea	9.6 E
4	20.2 Ea	13.4 Ea	16.8 E
5	45.0 Da	20.6 Db	32.8 D
6	73.0 Ca	32.7 Cb	52.8 C
7	81.7 Ba	50.4 Bb	66.1 B
8	87.5 Ba	59.6 Bb	73.6 B
9	104.3 Aa	80.7 Ab	92.5 A
X	46.7 a	30.7 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Mg na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (Diferenciação do primórdio floral), a partir de quando os valores acumulados são sempre maiores na safra (**Tabela 2**).

Bull (1993) observou que o pico de absorção de Mg ocorre aos 80 DAE com quantidades requeridas de 34 kg em plantas de milho, valor aproximado ao observado para a safra e abaixo para a rebrota as condições deste trabalho.

Tabela 2 – Valores para acúmulo de Mg (kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.08 Fa	0.11 Da	0.09 F
2	0.49 Fa	1.91 Da	1.20 F
3	1.59 Fa	3.53 Da	2.56 F
4	5.11 Ea	4.10 Da	4.60 E
5	11.01 Da	5.93 Cb	8.47 D
6	19.72 Ca	8.68 Cb	14.20 C
7	22.81 Ba	13.21 Bb	18.01 B
8	24.55 Ba	15.51 Bb	20.03 B
9	34.16 Aa	21.21 Ab	27.69 A
X	13.28 a	8.24 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, o acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final (**Tabela 3**).

Bull (1993) observou que o pico de absorção de S ocorre aos 80-90 DAE com quantidades requeridas de 32 kg em plantas de milho, valor acima aos observados nas condições deste trabalho.

Tabela 3 – Valores para acúmulo de S (kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.11 Ea	0.21 Ea	0.16 F
2	0.74 Ea	2.41 Ea	1.58 F
3	1.76 Eb	4.58 Da	3.17 E
4	3.69 Da	5.05 Da	4.37 E
5	8.48 Ca	7.16 Ca	7.82 D
6	13.00 Ba	8.01 Cb	10.50 C
7	14.24 Ba	13.42 Ba	13.83 B
8	15.50 Ba	14.72 Ba	15.11 B
9	19.81 Aa	19.66 Aa	19.74 A
X	8.59 a	8.36 a	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, a altura das plantas de sorgo forrageiro na safra é menor que na rebrota da safra até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), isso ocorre porque o arranque inicial das plantas de sorgo na rebrota é maior em função do já estabelecimento das raízes (**Tabela 4**). A partir daí, a altura das plantas na safra é sempre maior que na rebrota até o final do ciclo das plantas, porém, sem diferença significativa.

As plantas crescem até o início da EC3 (Florescimento) (**Tabela 4**).

Costa (2013), avaliando a fenologia do sorgo forrageiro, observou que aos 75 dias após emergência a planta estabilizou seu crescimento até o final do ciclo, atingindo 2,35 metros de altura, muito próximo aos resultados obtidos neste trabalho.

Tabela 4 – Altura (cm) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	17.1 Fa	18.2 Ga	17.6 G
2	28.4 Fb	47.6 Fa	38.0 F
3	43.7 Eb	76.5 Ea	60.1 E
4	73.1 Db	96.4 Da	84.7 D
5	115.7 Ca	116.2 Ca	115.9 C
6	186.2 Ba	135.9 Bb	161.0 B
7	219.5 Aa	159.3 Ab	189.4 A
8	223.2 Aa	166.7 Ab	194.9 A
9	222.6 Aa	168.6 Ab	195.6 A
X	125.5 a	109.5 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Matéria Seca nas plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (Diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

Costa (2013) verificando o peso de massa seca da planta de sorgo notou que seu crescimento é reduzido nos estádios iniciais de desenvolvimento

da cultura corroborando com os dados nas condições deste trabalho.

Tabela 5 – Matéria Seca (Kg ha^{-1}) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	35.1 Ga	69.4 Da	52.2 G
2	200.3 Ga	705.4 Da	452.8 G
3	723.5 Ga	1137.6 Da	930.6 G
4	2333.7 Fa	1387.9 Da	1860.8 F
5	5402.9 Ea	1881.3 Cb	3642.1 E
6	9724.6 Da	2848.8 Cb	6286.7 D
7	12722.2 Ca	4730.2 Bb	8726.2 C
8	15365.7 Ba	5869.7 Bb	10617.7 B
9	18282.9 Aa	7635.7 Ab	12959.3 A
X	7199.0 a	2918.4 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

CONCLUSÕES

O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra.

Os acúmulos dos macronutrientes Ca e Mg secundários na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do ciclo.

As plantas de sorgo forrageiro crescem até o florescimento.

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

REFERÊNCIAS

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.) Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

COSTA, R. Q. Fenologia e análise de crescimento do sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista – BA. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoestes da Bahia – UESB, 2013.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Manejo da Adubação nitrogenada e Inoculação de *Azospirillum brasilense* para a Produção de Grãos e Palha de Sorgo na Integração Lavoura-Pecuária

Deyvison de Asevedo Soares⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾; Lourdes Dickmann⁽¹⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾

⁽¹⁾Discentes do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: deyvison_a.soares@hotmail.com; ⁽²⁾Docente do PPG em Agronomia – Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

RESUMO: O sorgo é uma importante alternativa para a produção de grãos na entressafra, entretanto, há a necessidade de informações sobre o manejo da cultura, bem como o seu desempenho agrônomo em cultivos consorciados. Objetivou-se avaliar o crescimento e produtividade do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não com *Azospirillum brasilense*; e 3 - aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliados os componentes de produção e produtividade da cultura. Em geral a inoculação não influenciou os componentes da produção do sorgo. No cultivo consorciado e no tratamento onde as sementes da cultura foram inoculadas com *A. brasilense*, constatou-se maior produtividade de palha e de grãos, respectivamente. O cultivo do sorgo em consórcio com capim Paiaguás na safrinha é viável.

Termos de indexação: Plantio direto, produtividade, *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

O setor agropecuário tem provado, nas últimas décadas, incrementos significativos na produtividade de grãos. O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias para aplicação nas lavouras, como práticas para aumentar a eficiência de adubos químicos, assim como a utilização de bactérias fixadoras de N e/ou promotoras de crescimento, tem contribuído para elevar a produtividade do setor a patamares recordes. Entretanto, existe a necessidade de mais estudos visando otimizar a produtividade de culturas consideradas marginais, mas que dentro da cadeia produtiva, tem sua importância para a produção de grãos e/ou palha para o sistema plantio direto (SPD).

Nesse contexto, o sorgo vem ganhando espaço no cenário nacional, pois é uma cultura que se adapta bem às condições edafoclimáticas adversas, com isso, é importante para o cultivo na entressafra, período em que reduz a precipitação hídrica, comum no cerrado brasileiro.

O sorgo é uma cultura rústica, no entanto responde positivamente à adubação, podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtidas pela cultura do milho (RESENDE et al., 2009).

A inclusão dessa cultura no sistema Integração lavoura-pecuária tem sido uma alternativa, visando produção de grãos, silagem ou palha para o SPD. No entanto há a necessidade de informações sobre o manejo da adubação da cultura, assim como o seu desempenho agrônomo sob a condição de consórcio com forrageiras tropicais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade do sorgo granífero com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense* nas sementes, cultivado em sistema integrado lavoura-

pecuária, e determinar o manejo mais adequado da adubação nitrogenada na cultura sob essa condição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas de 6 m de comprimento e 3,15 de largura, em esquema fatorial 2x2x3, com 4 repetições, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não, com *Azospirillum brasilense*; e 2 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semeadura; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semeadura e 70% no início do estágio EC2 (iniciação da panícula), na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se ureia como fonte. Nos tratamentos em consórcio utilizou-se a forrageira *Urochloa brizantha*, BRS Paiaguás. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/20 kg de sementes. A inoculação foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

A área experimental tem sido cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 10 anos, sendo a cultura anterior milho. Antes da implantação, analisou-se a fertilidade do solo na camada de 0 a 0,20 m (RAIJ et al., 2001). Realizou-se uma dessecação da flora daninha da área, com uso do herbicida Glyphosate (1,44 kg ha⁻¹ i. a.), em seguida foi realizado a trituração dos resíduos vegetais empregando um triturador horizontal (Triton).

O sorgo foi semeado mecanicamente em 17/03/2015 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de semeadura constou de 90 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O, tendo como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura do capim-Paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desconstruído para SPD. Foi semeada 1 linha da forrageira em cada entrelinha do sorgo. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, espaçadas em 0,45 m, utilizando-se aproximadamente 10 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (Valor cultural = 60%). O N foi aplicado

conforme os tratamentos, já citados, em que nos tratamentos com aplicação em cobertura, realizou-se a adubação quando as plantas apresentavam aproximadamente 0,30 m de altura (24/04/2015). Foram determinados na cultura do sorgo o estande final de plantas (EFP), contando-se as plantas nas 3 linhas centrais, diâmetro basal de colmos (DBC), altura de plantas (AP). Para tais determinações foram utilizadas 10 plantas aleatoriamente na área útil da parcela experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinaram-se a produtividade de grãos (PG) e palhada (PP), a partir da coleta das plantas das 3 linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, as frações colmos+folhas foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir a massa constante para determinação da quantidade de matéria seca que ficou como palhada na área. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) com o auxílio do programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estande final de plantas (EFP) e o comprimento de panículas (CP) de sorgo não foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada, nem quando semeado em consórcio com capim ou com a inoculação de *A. brasilense* nas sementes (Tabela 1).

No consórcio cultura anual x capim é possível que ocorra um menor estande da cultura anual, haja vista que a possível competição interespecífica entre as culturas interfira na interceptação de luz e aquisição dos demais recursos do ambiente. Neste estudo, entretanto, apesar de ocorrer um maior estande final de plantas de sorgo cultivado solteiro, essa diferença não foi significativa.

Para a produção de palha (PP) e diâmetro basal de colmo (DBC), houve diferença significativa quanto às modalidades de semeadura. O sorgo em consórcio sobressaiu-se quando comparado ao cultivado solteiro (Tabela 1).

Houve diferença significativa para altura de plantas (AP) em função do manejo da adubação nitrogenada (Tabela 1). As plantas que receberam 100% da recomendação (120 kg ha⁻¹) na semeadura, apresentaram porte mais baixo quando comparadas às que receberam toda a recomendação apenas na cobertura e às que receberam 30% na semeadura e 70% em cobertura.

Conforme Oliveira et al. (2005), em geral, a produtividade de matéria seca do sorgo correlaciona-se à AP. No presente estudo,

entretanto, apesar de uma ligeira relação entre ambas as variáveis, à medida em que os valores médios de AP diferiram em função do manejo da adubação, a PP permaneceu igual estatisticamente.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a produtividade de grãos (PG) e palha (PP) em função da inoculação do *A. brasilense* nas sementes do sorgo (Tabela 1). Quadros (2009), avaliou o desempenho agrônomo de híbridos de milho inoculados com *A. brasilense* em associação com a adubação nitrogenada, e observou incrementos de até 53% na produção de matéria seca da parte aérea para o tratamento inoculado em relação ao controle. Pesquisadores da Embrapa Soja testaram diferentes estirpes de *A. brasilenses* nas culturas de milho e trigo e observaram que a inoculação com *A. brasilense* resultou em incrementos de 24 a 30% na produtividade de grãos da cultura do milho, quando comparado ao controle sem inoculação (HUNGRIA et al., 2010).

Nas condições do presente estudo, as plantas de sorgo obtiveram um considerável incremento de 13,4% na PG, além de um maior acúmulo de matéria seca da palhada. Entretanto, esse comportamento não foi igual para a massa de mil grãos (MMG), uma vez que foram observados os maiores valores no tratamento sem inoculação. Segundo Mateus et al. (2011), a MMG é um dos principais atributos relacionados à PG da cultura do sorgo. No entanto, essa afirmação não está de acordo com os resultados do presente estudo.

As variáveis PG, PP e MMG foram influenciadas pela interação entre inoculação e modalidade de semeadura (Tabela 2). Observa-se que o sorgo cultivado em consórcio apresentou maior PG e PP quando inoculado, sobressaindo-se sobre o sorgo em consórcio não inoculado (Tabela 2A).

Para MMG, quando em consórcio, o sorgo não inoculado apresentou grãos mais compactos quando comparado ao sorgo não inoculado cultivado solteiro (Tabela 2A).

Em relação ao manejo da adubação nitrogenada, quando aplicado 30% da recomendação na semeadura e 70% em cobertura, ocorreu a maior PP no sorgo semeado em consórcio com capim (Tabela 2B). Ainda para a PP, quando cultivado com 100% da recomendação aplicada apenas em cobertura, o sorgo apresentou maior PP quando inoculado com *A. brasilense* (Tabela 2C).

CONCLUSÕES

O Cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* se mostra viável, uma vez que não reduz a produtividade de grãos do sorgo por efeito de competição.

A aplicação do nitrogênio total apenas na semeadura ou apenas na cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura) não interfere na produtividade de grãos e palha do sorgo granífero.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* proporciona incrementos de até 15,5% na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. **SiSVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

OLIVEIRA, R. de P.; FRANÇA, A.F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E.R. de; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p. 45-53, 2005.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o**



potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas, MG:
Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7 p. (Circular
Técnica, 119).

Tabela 1. Estande final de plantas (EFP), produtividade de palha (PP), altura de plantas (AP), comprimento de panícula (CP), diâmetro basal de colmo (DBC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-Paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tratamentos	EFP (plantas ha ⁻¹)	PP ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ (kg ha ⁻¹)	AP (m)	CP (cm)	DBC (mm)	MMG ⁽²⁾ (g)	PG ⁽²⁾ (kg ha ⁻¹)
Adubação*							
0% - 100%	173181,16a	4454,1a	1,39a	24,05a	15,14b	19,43a	3636,7a
30% - 70%	174882,99a	4423,6a	1,38a	24,48a	16,36a	19,80a	3991,5a
100% - 0%	163734,40a	4296,9a	1,29b	24,31a	16,81a	19,07a	3822,1a
Semeadura							
Consórcio	166794,38a	4589,9a	1,35a	24,37a	16,66a	19,72a	3979,5a
Solteiro	174404,66a	4193,3b	1,36a	24,19a	15,54b	19,15a	3654,0a
Inoculação							
Inoculado	164197,36a	4593,5a	1,36a	24,31a	15,90a	18,69b	4091,7a
Não inoculado	177001,67a	4189,7b	1,35a	24,25a	16,30a	20,17a	3541,9b
CV%	13,55	12,53	2,95	2,92	6,68	6,48	19,25

⁽¹⁾Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ⁽²⁾Interação entre os fatores semeadura e inoculação; ⁽³⁾Interação entre os fatores semeadura e adubação; ⁽⁴⁾Interação entre os fatores inoculação e adubação. *Semeadura e em cobertura, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre semeadura e inoculação, semeadura e adubação, e inoculação e adubação, para a produtividade de grãos (PG), produtividade de palha (PP) e massa de mil grãos (MMG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro⁽¹⁾.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consorcio	PG (kg ha ⁻¹)	Solteiro
Inoculado	4554,57Aa		3628,78Ab
Não inoculado	3404,45Ba		3679,25Aa
		PP (kg ha ⁻¹)	
Inoculado	4898,57Aa		4288,33Ab
Não inoculado	4281,14Ba		4098,23 Aa
		MMG (g)	
Inoculado	18,53Ba		18,85Aa
Não inoculado	20,90Aa		19,45Ab
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consorcio	PP (kg ha ⁻¹)	Solteiro
0 %– 100%	4512,91Aa		4395,33Aa
30% - 70%	4722,34Aa		4124,93Ab
100% - 0%	4534,32Aa		4059,58Aa
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	PP (kg ha ⁻¹)	Não inoculado
0% – 100%	4808,02Aa		4100,23Ab
30% - 70%	4518,30Aa		4328,97Aa
100% - 0%	4454,03Aa		4139,86Aa



⁽¹⁾ Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Manejo de híbrido de milho associado a fontes de nitrogênio em diferentes densidades de semeadura

Kathia Szeuczuk⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Paulo Henrique Matchula⁽³⁾; Bruno Schroeder⁽⁴⁾; Janaina Neiverth⁽⁵⁾; Alan Stadler⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; Paraná; kahn.szeuczuk@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. ⁽⁵⁾ Estudante-Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. ⁽⁶⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: A determinação de rendimento de híbridos de milho com tecnologias associadas a formas de manejo de nitrogênio e densidade de plantas fornece subsídios importantes para produtores do Brasil. O objetivo foi avaliar diferentes formas de manejo de nitrogênio, por meio da quantificação de teor de N foliar e características agrônomicas em diferentes populações de plantas, no híbrido de milho DKB230VTPRO3[®], no município de Guarapuava-PR na safra agrícola 2015/2016. O experimento foi conduzido em Guarapuava-PR, na Fazenda Três Capões. A semeadura foi realizada em 02/10/2015. Os tratamentos diferenciaram-se entre si pelas associações de diferentes fontes de nitrogênio e população de plantas. Sendo testados tratamentos com e sem *A. brasilense*, tratamentos com ureia protegida, ureia comum e tratamentos com e sem nitrogênio líquido, todos nas diferentes populações de plantas: 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha⁻¹. Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores numéricos quantificados de nitrogênio foliar que se destacaram foram nos tratamentos sem aplicação de *A. brasilense* e utilizando a ureia líquida no estágio VT na população de 90.000 plantas. Para P1000, o tratamento sem *Azospirillum* e a ureia líquida foi superior ao tratamento com aplicação destes produtos, na mesma população de 90.000 plantas utilizando o híbrido DKB230VTPRO3[®]. A população de 90.000 plantas obteve a maior produtividade de grãos, quando comparado com os resultados gerados com 60.000 e 75.000 plantas ha⁻¹.

Termos de indexação: *Zea mays*, adubação nitrogenada, população de plantas.

INTRODUÇÃO

Na região de Guarapuava, onde a agricultura trabalha com altos índices tecnológicos, não é difícil encontrar situações onde o produtor utilize altas doses de nitrogênio, tanto na base, quanto em cobertura. Provavelmente esse seja um fator que auxilie nas altas produtividades alcançadas pelos produtores da região. Dificilmente a planta de milho irá deixar de aproveitar a dose de nitrogênio disponibilizada, Mendes et al. (2013), testando dois híbridos, um hiperprecoce e um superprecoce, associados a diferentes doses de nitrogênio em cobertura e espaçamento reduzido concluíram que quando utilizada a maior adubação de cobertura, 240 kg ha⁻¹ de N, houve considerável aumento na produtividade de grãos nos dois híbridos testados.

O uso da ureia geralmente apresenta um custo/benefício melhor que as demais fontes nitrogenadas. Porém, esse fertilizante apresenta como desvantagem grandes perdas de N-NH³ por volatilização, que podem comprometer sua eficiência (Stafanato et al., 2013).

Nos últimos anos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de minimizar as perdas de N-ureia por volatilização, como o uso de inibidores da urease. Stafanato et al. (2013) e Soares (2011), comparando diferentes fertilizantes nitrogenados, em casa de vegetação, observaram que fertilizantes revestidos com boro e cobre apresentam menores perdas por volatilização de N-NH₃ quando comparados ureia granulada (ureia comum).

As folhas absorvem o N e outros elementos por mecanismos semelhantes aos que operam nas raízes. As doses aplicadas, dezenas de até centenas de quilos por hectare, exigem um fracionamento tal que torna a prática não realizável por ser antieconômica. A aplicação do N via folha em geral se faz em três situações: para obter correção mais rápida da deficiência, para fornecer o elemento quando não é praticável via solo e para a

melhoria da qualidade do produto agrícola (Malavolta, 2006).

Pacientchuk et al. (2014) ao testar diferentes doses de nitrogênio líquido aplicado via foliar e em diferentes estádios fenológicos obteve aumento de produtividade tanto em V13, quanto em VT e R1, porém o maior incremento foi obtido em R1 com a aplicação de 11,4 L ha⁻¹ do fertilizante foliar resultando em 522 kg ha⁻¹. Cavallet et al. (2000), estudando a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* obteve 30% de aumento na produtividade quando o *Azospirillum* foi aplicado em cobertura. Segundo Martins et al. (2012), testando 29 híbridos de milho em Patos de Minas – MG, observou que a inoculação foliar em V2 de *Azospirillum* obteve resultados de aumento de produtividade comparado com a testemunha e o tratamento com *Azospirillum* inoculado na semente.

Dentre os vários sistemas de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos, sendo que esta pode variar de 30.000 a 90.000 plantas hectare dependendo das condições de fertilidade do solo, do ciclo da cultivar, disponibilidade hídrica, época de semeadura e espaçamento entre linhas. O incremento na densidade de plantas é uma das formas mais fáceis e eficientes de aumentar a interceptação da radiação solar incidente pela comunidade de plantas de milho (Demétrio et al., 2008).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes formas de manejo de nitrogênio, por meio da quantificação de teor de N foliar e características agrônomicas em diferentes populações de plantas, no híbrido de milho DKB230VTPRO3[®], no município de Guarapuava, PR na safra agrícola 2015/2016.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Guarapuava, na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006). O experimento foi instalado no sistema de plantio direto (SPD), em área onde havia a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno como cobertura do solo. Foi realizada a análise de solo antes da instalação do experimento de 0-20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de solo área disponibilizada para o experimento.

pH CaCl2	M.O.	¹ P	² K	² Ca	² Mg
5,74	4,457	5,84	0,53	3,32	1,37
Al	H+Al	SB	CTC	V%	Ca/Mg

0 3,41 5,22 8,63 60,47 2,42

¹ Teor em mg dm⁻³; ² teores em cmol_c dm⁻³; M. O. teor de matéria orgânica em %.

Os tratamentos diferenciaram-se entre si pelas associações de diferentes fontes de nitrogênio e população de plantas. Sendo testados tratamentos com *A. brasilense* e sem *A. brasilense*, tratamentos com ureia protegida (inibidor de urease), ureia comum e tratamentos com Nitamin[®] (nitrogênio líquido) e sem Nitamin[®], todos em três diferentes populações de plantas: 70.000 plantas ha⁻¹, 80.000 plantas ha⁻¹ e 90.000 plantas ha⁻¹.

O híbrido escolhido para a realização do experimento foi o DKB230VTPRO3[®], para a adubação de base foi utilizado o NPK, na formulação 10-30-20, na dosagem de 230 kg ha⁻¹, as demais adubações foram de acordo com cada tratamento.

A semeadura foi realizada no dia 02 de outubro de 2015, utilizou-se uma semeadora e adubadora de dez linhas, a qual foi regulada para que as sementes fossem alocadas cerca de 4 cm de profundidade. Foram semeadas cerca de 5 sementes por metro, após o desbaste, ajustando as densidades de cada população, conforme **tabela 2**.

Tabela 2 - Tratamentos avaliados e dosagens realizadas para o híbrido hiperprecoce DKB230VTPRO3[®].

TRAT.	POP	AZ	UREIA	N líquido
1	70.000	200	Comum	10
2	70.000	200	Protegida	10
3	70.000	200	Comum	0
4	70.000	200	Protegida	0
5	70.000	0	Comum	10
6	70.000	0	Protegida	10
7	70.000	0	Comum	0
8	70.000	0	Protegida	0
9	80.000	200	Comum	10
10	80.000	200	Protegida	10
11	80.000	200	Comum	0
12	80.000	200	Protegida	0
13	80.000	0	Comum	10
14	80.000	0	Protegida	10
15	80.000	0	Comum	0
16	80.000	0	Protegida	0
17	90.000	200	Comum	10
18	90.000	200	Protegida	10
19	90.000	200	Comum	0
20	90.000	200	Protegida	0
21	90.000	0	Comum	10
22	90.000	0	Protegida	10
23	90.000	0	Comum	0
24	90.000	0	Protegida	0

POP: população (plantas ha⁻¹); AZ: Azospirillum aplicado em V2 (mL ha⁻¹); Ureia: 400 kg ha⁻¹ (aplicada em V3 e V5); N líquido: nitrogênio líquido aplicado em VT (L ha⁻¹).

Os diferentes tratamentos foram sendo aplicados nos estádios fenológicos recomendados para cada produto, conforme **tabela 3**.

Tabela 3 - Épocas de aplicação de cada tratamento para o híbrido hiperprecoce DKB230VTPRO3®.

Tratamentos	DAE	ESTÁDIO FENOLÓGICO*	DOSE
Azospirillum	11	V2	200 mL ha ⁻¹
Ureia 1ª parcela	18	V3	200 kg ha ⁻¹
Ureia 2ª parcela	33	V5	200 kg ha ⁻¹
Nitrogênio líquido	63	VT	10 L ha ⁻¹

*ESTÁDIO FENOLÓGICO: segundo Ritchie, (2003); DAE: dias após a emergência

Os parâmetros avaliados foram: teores foliares nitrogênio foliar (N foliar); peso e mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD).

O delineamento foi de blocos casualizados, onde foram avaliados 24 tratamentos com diferentes formas de manejo de nitrogênio e sua associação com a densidade populacional, estes com três repetições, totalizando 72 parcelas a campo, conforme descritos na **tabela 2**.

No florescimento foi determinado os teores foliares de nitrogênio na repetição 1, visando quantificar o teor deste nutriente nos tratamentos estudados.

Os dados das características P1000 e PROD foram submetidos à análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparados os tratamentos dentro de cada população deve-se dar destaque aos tratamentos 21 e 22, os quais tem mesma população, sem aplicação de *A. brasilense* e com aplicação de ureia líquida, sendo que o que diferencia os dois é o tipo de ureia aplicada, como pode ser observado na **tabela 4**.

Isso pode ser um indício que a aplicação de *Azospirillum* pode vir a diminuir o teor de N na folha. Porém mais três tratamentos (15, 17 e 20) obtiveram níveis acima de 30 g kg⁻¹ de N.

Segundo Oliveira et al, (2004), teores de N foliar de 30 g kg⁻¹ estão associados à máxima produção de grãos de milho. Mendes et al. (2014) também chegou a resultados de 30,5 g kg⁻¹ de N, aplicando 200 kg ha⁻¹ de ureia, dividido em duas parcelas, para um híbrido de ciclo precoce, na região de Guarapuava, Paraná.

Em termos de produtividade, deve-se chamar a atenção para os altos índices que foram alcançados neste experimento, como pode ser observado na **tabela 4**. Onde a média dos 24 tratamentos ficou em 15.366,61 kg ha⁻¹, mostrando o alto potencial da área utilizada em termos de características climáticas e principalmente alta fertilidade. Mendes et al. (2013) também observou médias altas de produtividades na mesma região do experimento em questão, médias acima de 12.000 kg ha⁻¹, em um híbrido de ciclo hiperprecoce.

Tabela 4 - Teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹), produtividade de grãos (PROD - kg ha⁻¹) e peso de mil grãos (P1000 - g) dos tratamentos avaliados (TRAT.).

TRAT.	N FOLIAR ¹	PROD ²	P1000 ²
1	19,80	13938 c	386,1 ab
2	28,20	13956 c	397,1 ab
3	22,10	15705 abc	402,1 ab
4	22,50	15593 abc	390,9 ab
5	22,30	15762 abc	395,7 ab
6	23,70	14183 c	395,7 ab
7	26,70	15072 abc	385,9 ab
8	26,60	17208 ab	388,2 ab
9	27,50	15024 abc	386,5 ab
10	18,90	15158 abc	388,7 ab
11	24,50	15074 abc	378,5 ab
12	20,60	15612 abc	374,2 ab
13	19,40	14562 abc	378,2 ab
14	14,70	14975 abc	380,4 ab
15	35,30	14498 bc	379,9 ab
16	12,60	15158 abc	388,9 ab
17	34,40	16114 abc	380,1 ab
18	16,70	15099 abc	369,5 b
19	15,30	15337 abc	377,4 ab
20	38,00	15603 abc	374,9 ab
21	58,10	16135 abc	381,8 ab
22	54,60	15476 abc	388,8 ab
23	21,90	17377 a	409,1 a
24	24,60	16180 abc	382,9 ab
Média	26,21	15367	385,9
CV	-	5,87%	2,98%

¹Valores de teor de nitrogênio obtidos na repetição 1, não aplicado teste de estatística.

²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Destacou-se o tratamento 23 que constituía 90 mil plantas ha⁻¹, sem aplicação de *A. brasilense*, sem aplicação de nitrogênio foliar e utilização de ureia comum, esse tratamento diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 6 e 14 os quais foram contabilizados como tendo as menores produtividades, porém pelo teste de Tukey os demais tratamentos foram considerados iguais

estatisticamente, como pode ser observado na **tabela 4**.

O resultado demonstra que o híbrido suporta alta população de plantas, pois como pode ser observado na **tabela 4**, todos os tratamentos que foram implantados com 90.000 plantas ha⁻¹ apresentaram produtividades acima de 15.000 kg ha⁻¹. Pode-se observar também que apenas a aplicação da ureia comum foi suficiente para o alcance da maior produtividade, pois sua aplicação foi realizada no estádio correto e em condições climáticas favoráveis. Queiroz et al. (2011) testando diferentes fertilizantes nitrogenados observou que independentemente da fonte utilizada quanto mais nitrogênio aplicado em cobertura no solo maior era a produtividade dos híbridos avaliados.

Para a variável P1000, o tratamento 23 diferiu estatisticamente do tratamento 18, e os demais tratamentos não mostraram diferença estatística entre si. Porém é interessante observar na **tabela 4**, que, nos tratamentos de 1 a 8, em que a população de plantas foi ajustada para 70.000 plantas ha⁻¹, os pesos mantiveram-se acima de 385 g, evidenciando que uma menor população de plantas tem a capacidade de produzir grãos mais pesados. Mendes et al. (2013) também chegou a resultados de P1000 aproximados a 380 g, em população de 75.000 plantas.

CONCLUSÃO

Os valores numéricos quantificados de nitrogênio foliar que se destacaram foram nos tratamentos sem aplicação de *A. brasilense* e utilizando a ureia líquida no estádio VT na população de 90.000 plantas.

Para peso de mil grãos, o tratamento sem *A. brasilense* e a ureia líquida foi superior ao tratamento com aplicação destes produtos, na mesma população de 90.000 plantas utilizando o híbrido DKB230VTPRO3[®].

A população de 90.000 plantas obteve a maior produtividade de grãos, quando comparado com os resultados gerados com 60.000 e 75.000 plantas por hectare.

REFERÊNCIAS

CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

DEMÉTRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, DF, v.43, n.12, p.1691-1697. dez. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

MALAVOLTA, E. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Série de estudos e documentos – SED 70. CETEM/MCT. Brasília, DF, 2006, 72p.

MARTINS, F. A. D. et al. Avaliação de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, p. 103-110, 2012.

MENDES, M. C. et al. Dose de nitrogênio associado a enxofre elementar em cobertura na cultura do milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2014.

MENDES, M. C. et al. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Campinas, SP, v. 12, n. 2, p. 92-101, 2013.

OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 245-256. 2004.

PACENTCHUK, F. et al. Nitrogênio complementar via foliar nas culturas do milho, soja e feijão: doses e estádios fenológicos de aplicação. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, ed. 142/143, p. 28 – 34, out. 2014.

QUEIROZ, A. M. et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 10, n. 1, p. 257-266, 2011.

SOARES, J. R. **Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de NH₃ pela aplicação superficial de ureia no solo**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2011.

STAFANATO, J. B. et al. Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em



ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 726-732, jun. 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Comparação entre métodos para o estudo da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino

Ruane Alice da Silva⁽¹⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾; Pakizza Sherma da Silva Leite⁽³⁾; Dalila Dominique Duarte Rocha⁽⁴⁾; André May⁽⁵⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁶⁾; Robert Eugene Schaffert⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; ruane.alice29@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo ⁽³⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras ⁽⁴⁾ Mestranda em produção vegetal; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo ⁽⁶⁾ Professora Adjunta; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁷⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo sacarino tem se destacado cada vez mais no cenário energético, dessa forma estudos na área são de extrema importância. Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, e Jaguariúna-SP. Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV, kg.ha⁻³), teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) e toneladas de brix por hectare (TBH, t.ha⁻¹). As análises foram desenvolvidas no programa estatístico-computacional GENES. Os dados foram submetidos a análise de variância e a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foi avaliada por meio dos seguintes métodos Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986). Cada método classificou genótipos diferentes para cada característica, destacando que os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptáveis foram 2015(B)005, 2015(B)008, 2015(B)012, 2015(B)020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior valor de sólidos solúveis totais sendo de interesse para o desenvolvimento de híbridos de sorgo sacarino. Ressaltando que para a determinação da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino os métodos Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, ambientes, interação.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem se destacado cada vez mais no setor sucroenergético, sendo uma cultura complementar para ser utilizada na entressafra da cana-de-açúcar. Apresenta características agroindustriais favoráveis como mecanização total da cultura, ciclo curto e altos teores de açúcar no colmo (MAY et al., 2014). Porém, ainda existe a necessidade de diversos estudos para o manejo ideal dessa cultura, visto que o sorgo sacarino vem passando por um processo de adaptação dentro do cenário energético (SCHAFFERT et al., 2011).

Alguns desses estudos, que garantem a indicação de genótipos aptos para determinadas regiões, são os de adaptabilidade e estabilidade. Eles são de extrema importância na fase final dos programas de melhoramento, isso porque, por meio deles, pode-se indicar cultivares de comportamento mais estável e de desempenho superior, associadas em situações de variações ambientais (CRUZ et al., 2010). Os métodos a serem utilizados para estes estudos vão variar, de acordo com a precisão experimental e número de ambientes avaliados, ficando ao cargo do melhorista escolher o que se adéqua mais as suas condições experimentais (SOUZA et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas, região Central de Minas Gerais, Janaúba, no Norte de Minas e em Jaguariúna, região metropolitana de Campinas-SP.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, sendo 20 híbridos (2015(B)001 a 2015(B)020), 4 variedades (CMSXS646, CMSXS647, BRS508 e BRS511) pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e um híbrido comercial (CV198). As parcelas foram dispostas em 2 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,7 m entre as linhas, onde foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV), kg.ha⁻³, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix e toneladas de brix por hectare⁻¹ (TBH). O PMV foi obtido a partir da pesagem das duas linhas de cada entrada e o peso em Kg foi convertido em kg.ha⁻³. A medida de SST foi determinada com o auxílio de um refratômetro digital, em que a leitura é dada de forma direta em °Brix do caldo extraído dos colmos. Para toneladas de brix por hectare foi utilizada a seguinte fórmula:

$$TBH = PMV * (SST / 100)$$

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. As análises foram realizadas no programa estatístico-computacional GENES (CRUZ, 2013). Após realizada a análise de variância foram utilizados os seguintes métodos para estudo da adaptabilidade e estabilidade: Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para produção de massa verde (PMV), em t.ha⁻¹, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em t.ha⁻¹, estão apresentados na Tabela 1. Os resultados da análise de variância demonstraram valores significativos para todas as características, exceto para PMV e TBH em relação a fonte de variação cultivares. Para as características de PMV e TBH em relação ao ambiente foi verificada diferença estatística de (p≤0,01) e para SST (p≤0,05), demonstrando variabilidade entre os ambientes. Para fonte de variação Cultivares x Ambientes, todas as características expressaram probabilidade de 1 % no teste F, comprovando que o comportamento dos cultivares diferiu em todos os ambientes.

Tabela 1 – Análise de variância para produção de massa verde (PMV), em kg.ha⁻³, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em t.ha⁻¹, avaliados em cultivares de sorgo sacarino, na safra 2015/2016, em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, Jaguariúna-SP.

FV	GL	PMV	SST	TBH
Cultivares	24	28,212 ns	3,215 *	37,372 ns
Ambiente	2	0,138 **	3,136 *	0,101 **
Cult x Amb	48	0,001 **	0,433 **	0,016 **
MÉDIA		61,466	18,135	11,144
CV(%)		18,939	9,408	22,250

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Considerando a análise geral de todos os métodos, no método de Annicchiarico (1992) a escolha dos materiais deve ser feita a partir do índice Wi. Quanto maior esse índice, mais adaptável e estável é o genótipo para determinada característica, ou seja, apresenta maior média e menor desvio padrão. Para a variável PMV, os materiais que obtiveram índice de confiança, maior que 100, foram os genótipos 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 1). Isso significa que esses genótipos apresentam menores riscos de estarem abaixo da média geral para PMV. Para SST, os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019 e BRS 508 foram superiores. Considerando a variável TBH, os genótipos superiores foram: 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 (Tabela 2). Pode-se então observar que apenas o genótipo 201543(B)012 se repetiu para as três características.

Para a metodologia de Lin e Binns (1988), o genótipo mais estável é o que apresenta menor Pi (índice de estabilidade do genótipo). Esse apresenta maior média tanto no ambiente favorável quanto no ambiente desfavorável. Verificou-se que os

genótipos 201543(B)002, 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)0012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 obtiveram menores níveis de Pi para PMV (Tabela 2). Os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019, BRS508 e BRS 511 tiveram menores Pi para SST (Tabela 2). Para variável TBH os genótipos mais estáveis e que apresentaram, maiores medias foram os 201543(B)002, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 2). Diferentemente do método anterior, não só o genótipo 201543(B)012, mas também os genótipos 201543(B)008 e BRS511 apresentaram baixo Pi para as três variáveis.

O método de Wricke e Weber (1986) estima que o genótipo mais estável é o que apresenta menor ecovalência (w_i %), ou seja, o que apresenta menor contribuição para a interação genótipo x ambiente. Os genótipos considerados mais estáveis por este método para PMV foram os 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)012, 201543(B)013, 201543(B)020, CMSXS647 e BRS 511 (Tabela 2). Para os sólidos solúveis totais, foram os genótipos 201543(B)002, 201543(B)003, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)007, 201543(B)014, 201543(B)016 e BRS508, e para TBH, os genótipos 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)011, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, CMSXS647 e BRS511 (Tabela 1). Os genótipos coincidentes para as três características foram 201543(B)005 e 201543(B)006.

Em estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método de Annicchiarico (1992), Souza et al., 2013, concluiu que as variedades CMSXS646 e CMSXS634(BRS511) foram os genótipos mais adaptado e estáveis, superando os híbridos avaliados. Nos estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método GGEbiplot, Figueiredo et al., 2015, verificaram que a variedade BRS511 apresentou-se como uma cultivar duplamente desejável, superando os híbridos avaliados. Estes resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, em que a variedade BRS511 expressa adaptação e estabilidade, podendo ser utilizada com eficiência para produção de etanol.

Os caracteres PMV e o SST são diretamente correlacionados com a produção de etanol (MURRAY et al., 2008; LOMBARDI et al., 2015). O THB é um índice que combina o PMV e o SST,

sendo um importante caráter para seleção de genótipos superiores de sorgo sacarino. Considerando esta característica, destacaram-se os híbridos B005, B008, B012, B020 e BRS511, visando à produção de etanol.

CONCLUSÕES

As metodologias de estudo da adaptabilidade e estabilidade Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto, com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

Os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptados segundo os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1998) foram B005, B008, B012, B020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior teor de sólidos solúveis totais, sendo de interesse para a produção de etanol.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo, ao Projeto Sweetfuel, à Universidade Federal de São João del-Rei, ao CNPq, e à Fapemig, pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P.; **Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy.** Journal of Genetics and Plant Breeding, New Jersey, v. 46, p. 269-278, 1992.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M. V.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; FILHO, M. R. A. **Cultivo do milho.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).
- CRUZ, C. D. GENES: **a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FIGUEIREDO, U. J. de; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, E. D.; SILVA, A. R. da; EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R. A.; TARDIN, F. D. **Adaptability and stability of genotypes of sweet sorghum by GGEbiplot and Toler methods.** Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 11211-11221, 2015.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. **A method of analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter.** Theoretical and Applied Genetics, New York, v. 76, n. 3, p. 425-430, 1988.

LOMBARDI, G. M. R.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; TEIXEIRA, D. H. L.; BRUZI, A. T.; DURÃES, N. N. L.; FAGUNDES, T. G. **Path analysis of agro-industrial traits in sweet sorghum**. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 16392-16402, 2015.

MURRAY, S. C., SHARM, A., ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E., MITCHELL, S. E., ; KRESOVICH, S. **Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates**. Crop Sci. 48:2165–2179 (2008). doi: 10.2135/cropsci2008.01.0016

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. **Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C.; MAY, A.; DURAES, F. O. M. **Metas de rendimento e qualidade de sorgo sacarino**. Agroenergia em Revista, Brasília, v. 2, n. 3, p. 47, ago. 2011.

SOUZA, V. F. DE; PARRELLA, R. A. DA C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A. DE; SCHAFFERT, R. E. **Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 13, p. 144-151, 2013.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliados em três ambientes no Brasil nos anos de 2015 e 2016, pelos métodos de Annicchiarico, de Lin & Binns (L&B) e Wricke & Weber, para três características, sendo elas produção de massa verde (PMV), kg.ha⁻³, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix e toneladas de brix por hectare⁻¹ (TBH), além da média geral de cada uma para os três ambientes.

Cultivares	Características			Annicchiarico			Lin e Binns			Wricke & Weber		
	Média (PMV)	Média (°Brix)	Média (TBH)	Wi (PMV)	Wi (°Brix)	Wi (TBH)	Pi geral (PMV)	Pi geral (°Brix)	Pi geral (TBH)	wi % (PMV)	wi % (°Brix)	wi % (TBH)
201543(B)001	56.39	17.83	9.85	79.03	93.34	76.48	763.18	5.24	29.23	1.92	3.72	2.02
201543(B)002	61.64	18.07	11.00	91.32	96.81	90.90	490.36	4.01	17.15	3.67	1.25	2.80
201543(B)003	60.55	17.92	10.85	82.96	98.05	82.15	659.75	4.15	23.02	4.08	0.11	3.16
201543(B)004	65.02	17.99	11.31	104.06	88.96	93.86	459.45	5.68	18.10	0.16	18.10	1.56
201543(B)005	64.73	17.87	11.51	103.62	96.76	100.58	438.28	4.12	15.28	0.14	0.62	0.26
201543(B)006	61.95	17.69	10.85	97.33	96.23	94.76	505.56	5.10	19.04	0.51	0.22	0.22
201543(B)007	54.84	19.13	10.56	74.25	103.14	78.76	1006.77	1.30	26.47	10.47	0.98	7.76
201543(B)008	64.80	19.91	12.86	95.63	105.48	105.00	493.22	0.35	10.74	1.98	2.99	2.22
201543(B)009	68.21	18.63	12.87	94.57	99.39	94.70	518.52	3.08	15.25	7.77	1.76	9.71
201543(B)010	57.02	17.47	10.07	84.39	91.56	82.37	639.94	6.87	23.14	2.56	3.90	1.39
201543(B)011	54.56	18.48	10.09	79.45	92.71	86.35	848.37	5.01	23.38	4.49	14.67	1.09
201543(B)012	66.85	19.79	13.36	105.99	103.10	115.12	412.62	1.16	7.29	0.08	5.86	0.92
201543(B)013	56.78	17.11	9.80	85.31	90.20	75.91	750.23	7.96	29.33	0.84	2.79	1.82
201543(B)014	62.79	18.12	11.43	90.53	98.46	92.67	440.84	4.06	14.81	3.82	0.36	2.34
201543(B)015	52.60	18.70	9.72	76.37	100.14	79.86	809.82	2.33	25.46	1.55	1.56	1.46
201543(B)016	58.55	19.40	11.46	89.34	106.08	96.05	728.61	1.14	18.32	1.75	0.10	1.24
201543(B)017	60.78	16.47	9.86	83.25	82.22	73.40	562.52	11.94	29.45	2.97	10.05	2.70
201543(B)018	57.74	16.63	9.76	78.37	86.76	68.91	660.82	10.04	28.43	2.45	4.01	2.71
201543(B)019	63.35	19.14	12.15	81.85	102.79	84.06	780.19	1.79	21.35	15.91	1.32	15.76
201543(B)020	69.53	18.14	12.73	103.94	97.50	102.38	388.22	3.27	11.17	1.80	1.28	2.81
CMSXS 646	50.70	18.48	9.52	65.17	98.81	65.44	1082.10	3.60	34.93	5.42	1.48	6.27
CMSXS647	63.31	16.19	10.09	98.18	85.41	89.48	525.05	10.18	24.79	0.61	3.07	0.13
BRS 508	55.97	19.36	10.82	85.49	105.61	90.67	700.67	1.25	18.23	1.67	0.15	1.82
BRS 511	64.35	18.56	11.99	99.99	98.29	99.52	471.61	2.55	13.37	0.48	2.80	1.12
CV198	83.66	16.30	14.11	106.93	80.19	86.52	107.67	12.87	10.58	22.89	16.83	26.69

Micronutrientes acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Lorena Martins Brandão⁽¹⁾; **Iran Dias Borges**⁽²⁾; **Antônio Augusto Nogueira Franco**⁽³⁾; **Elaine Cristina Teixeira**⁽⁴⁾; **Ana Lúcia Lara Lanza**⁽⁵⁾; **Júnia de Paula Lara**⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas; Minas Gerais; lmartinsbrandao@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Professor Dr; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros;

⁽⁴⁾ Professora Instituto Federal Baiano; ⁽⁵⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾ Mestranda;

Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: A implantação e condução do experimento ocorreu na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de micronutrientes durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Todas as Folhas totalmente expandidas ; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo. Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral que corresponde a Etapa de Crescimento 2 (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

Termos de indexação: fertilização, marcha de absorção, forragem, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo tem características de rusticidade e se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Cultivares de sorgo altamente produtivas disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Assim, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do

momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação específicas considerando suas exigências e sua fisiologia.

Mesmo com os avanços obtidos com o melhoramento genético e do lançamento de cultivares de elevado potencial de produção, o benefício para o agricultor acaba restringido por circunstâncias técnicas ou edofoclimáticas. O fato é que grande parte dos relatos disponíveis de experiências de produção de sorgo em condições ambientais favoráveis datam de décadas atrás e, obviamente, não refletem os ganhos que podem advir da associação de uma cultivar moderna com fatores edafoclimáticos e de manejo otimizados.

Por conseguinte, estudos atuais a respeito da marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca para híbridos desenvolvidos recentemente podem revelar outras épocas e quantidades requeridas de nutrientes, diferentemente daquelas determinadas anteriormente (Rezende et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de micronutrientes no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área

experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha⁻¹ que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e outra a rebrota da safra onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Todas as folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha⁻¹ da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha⁻¹ de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos

casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo.

Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

O acúmulo de Fe na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até cerca de 80% da área foliar total, a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 1**).

Os máximos valores são obtidos no final do ciclo, sendo que nos estádios iniciais (até a quinta folha) esse acúmulo é muito lento (**Tabela 1**).

Borin et al., (2010) observaram um acúmulo de Fe crescente até os 81 DAE com máximo valor de 1,59 kg ha⁻¹ estudando plantas de milho

Tabela 1 – Valores para acúmulo de Fe na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	7,27 Ea	12,30 Ca	9,78 E
2	47,87 Ea	129,00 Ba	88,43 E
3	168,27 Da	195,85 Ba	182,06 D
4	282,70 Da	225,07 Ba	253,88 D
5	399,27 Ca	299,62 Aa	349,45 C
6	638,15 Ba	355,32 Ab	496,73 B
7	618,85 Ba	402,60 Ab	510,72 B
8	616,02 Ba	435,92 Ab	525,97 B
9	767,35 Aa	497,80 Ab	632,57 A
Média	393,975 a	283,722 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Zn na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do

primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 2**).

Em trabalho com milho, Borin et al., (2010) também observaram que o acúmulo de Zn foi crescente até os 81 DAE.

Tabela 2 – Valores para acúmulo de Zn na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,85 Ea	1,22 Ca	1,03 F
2	5,72 Ea	11,67 Ca	8,70 F
3	13,42 Ea	22,27 Ca	17,85 F
4	55,60 Da	22,27 Ca	38,93 E
5	111,75 Ca	37,15 Cb	74,45 D
6	135,72 Ca	66,62 Bb	101,17 C
7	166,32 Ba	89,95 Bb	126,48 B
8	157,87 Ba	95,10 Bb	128,13 B
9	201,20 Aa	150,87 Ab	176,03 A
Média	94,27 a	55,23 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Cu na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 3**).

Andrade (1975) observou um máximo acúmulo de Cu ocorrendo em torno de 100 DAE em estudos feitos com milho.

Tabela 3 – Valores para acúmulo de Cu na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,37 Ea	0,55 Da	0,46 E
2	2,77 Ea	7,35 Da	5,06 E
3	6,97 Ea	14,15 Da	10,56 D
4	21,57 Da	14,10 Da	17,83 D
5	46,65 Ca	21,60 Cb	34,12 C
6	50,67 Ca	30,12 Cb	40,40 C
7	60,95 Ba	45,92 Bb	53,43 B
8	64,02 Ba	49,77 Bb	56,90 B

9	86,85 Aa	67,50 Ab	77,17 A
Média	37,87 a	27,89 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Mn na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 4**).

Ainda segundo Borin et al., (2010), o acúmulo de Mn foi crescente até os 81 DAE com valor máximo de 404,95 g ha⁻¹, abaixo dos valores encontrados nas condições deste trabalho para sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota da safra.

Tabela 4 – Valores para acúmulo de Mn na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	3,70 Fa	10,32 Da	7,01 F
2	24,50 Fa	79,47 Da	51,98 F
3	61,37 Fa	117,65 Da	89,51 F
4	254,27 Ea	118,00 Da	186,13 E
5	529,12 Da	179,10 Db	354,11 D
6	861,80 Ca	311,70 Cb	586,75 C
7	826,52 Ca	366,50 Cb	596,51 C
8	1079,12 Ba	535,52 Bb	807,32 B
9	1293,10 Aa	792,05 Ab	1042,57 A
Média	548,16 a	278,92 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de B na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até cerca de 80% da área foliar total, a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

Borin et al., (2010) observaram que o acúmulo de Cu na parte aérea em plantas de milho foi crescente até os 81 DAE.

Em estudo com milho, Borges et al., (2009), observaram um baixo acúmulo dos micronutrientes B, Cu, Mn e Zn na fase inicial das plantas com valores máximos acumulados a partir dos 100 DAE.

Tabela 5 – Valores para acúmulo de B na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,67 Ea	2,67 Da	1,67 F
2	3,75 Ea	22,67 Da	13,21 F
3	11,15 Ea	30,30 Da	20,72 F
4	25,10 Ea	37,15 Da	31,12 F
5	53,52 Da	42,12 Da	47,82 E
6	108,97 Ca	52,27 Cb	80,62 D
7	129,82 Ca	83,00 Cb	106,41 C
8	161,67 Ba	137,10 Ba	149,38 B
9	255,07 Aa	204,82 Ab	229,95 A
Média	83,30 a	68,01 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

CONCLUSÕES

De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo.

Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 32, p. 150-172, 1975b.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

BORIN, A. L. D.; LANA, R. Q.; PEREIRA, H. S. P. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no

milho doce cultivado em condições de campo. Ciência e Agrotecnologia. v. 34. Lavras, Dez/2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

RESENDE A. V. de; COELHO, A. M., RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa, 2009, p. 8. Circular Técnica, 119.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"



Milho, Sorgo, Milheto e Outras Culturas São Inefetivas no Aproveitamento de Nutrientes das Rochas Fosforito e Glauconita

José Paulo Costa Ferreira⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; Luís Artur Batista de Andrade⁽¹⁾; Eduardo de Paula Simão⁽³⁾; Geslin Mars⁽⁴⁾; Aarón Martínez Gutiérrez⁽⁵⁾

⁽¹⁾Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas, MG; zepaulo_prados@hotmail.com; ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; ⁽³⁾Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; ⁽⁴⁾Mestrando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; ⁽⁵⁾ Mestrando Ciências Agrárias; UFSJ.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de crescimento inicial e de absorção de fósforo (P) e potássio (K) pelo milho, sorgo e milheto, em relação a outras culturas, quando adubados com as rochas fosforito e glauconita. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, e consistiu de um fatorial 3 x 8 (3 tratamentos de adubação x 8 espécies vegetais). As adubações comparadas foram: rochas fosforito como fonte de P e glauconita como fonte de K, além de um tratamento com fontes solúveis. Foram estudadas as seguintes culturas: milho, milheto, sorgo biomassa, sorgo granífero, braquiária, feijão, soja e crotalária. Avaliou-se a produção massa seca de parte aérea e a acumulação de P e K pelas plantas. A adubação com fosforito e glauconita moídos tem efeito nulo sobre o crescimento inicial e a absorção desses nutrientes pelas culturas. As gramíneas apresentam maior potencial de desenvolvimento inicial e acúmulo de P e K do que as leguminosas.

Termos de indexação: Fertilizantes alternativos, agrominerais, rochagem, adubação.

INTRODUÇÃO

Para que as plantas expressem seu potencial produtivo é necessário atender às suas exigências nutricionais, o que requer o uso constante de fertilizantes nos solos agrícolas brasileiros. Desse modo, as aplicações de adubos têm aumentado continuamente. Um grande gargalo é que a produção brasileira não consegue suprir as necessidades de fósforo e, principalmente de potássio, exigidas para a adubação das culturas (DNPM, 2014). Além disso, há previsão de custos crescentes de produção das culturas, tendo em vista a alta nos preços de insumos agrícolas. Portanto, é justificada a necessidade de estudos que disponibilizem informações sobre fontes alternativas aos fertilizantes convencionais e que sejam relativamente mais acessíveis aos produtores.

A utilização de rochas moídas fosfatadas e potássicas está ligada à filosofia de um manejo mais sustentável dos solos, com redução da dependência de fertilizantes industrializados. Nesse contexto, a viabilização do uso de potenciais fontes de nutrientes disponíveis no Brasil, incluindo as de menor solubilidade, permitiria reduzir os gastos com a importação de fertilizantes, favorecendo o mercado interno, além de promover um efeito residual no solo para os cultivos seguintes.

A solubilidade normalmente baixa das rochas aplicadas ao solo sem nenhum outro tratamento além da cominuição cria resistências na difusão do seu uso em larga escala na agricultura. Por isso, é importante identificar processos físicos, químicos ou biológicos para favorecer a liberação dos nutrientes de interesse (Cola & Simão, 2012). Um fator importante diz respeito à introdução, no sistema de cultivo, de espécies vegetais que apresentem maior habilidade na absorção dos nutrientes presentes nesses minerais de baixa solubilidade, minimizando a necessidade de algum processamento adicional das rochas moídas.

Este trabalho teve como objetivo verificar a capacidade de crescimento inicial e de absorção de fósforo (P) e potássio (K) pelo milho, sorgo e milheto, em relação a outras culturas, quando adubados com as rochas fosforito e glauconita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG. Foi utilizado material de um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso, coletado em área de cerrado, apresentando os seguintes atributos iniciais: argila = 710 g kg^{-1} ; matéria orgânica = $3,1 \text{ dag kg}^{-1}$; pH água = 4,9; P = 1 mg dm^{-3} ; K = 31 mg dm^{-3} ; Ca = $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg = $0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; e H+Al = $8,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num fatorial 3 x 8 (3 tratamentos de adubação x 8 espécies vegetais). O solo de cada vaso com capacidade para 5,5 kg foi condicionado com utilização de uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$, além de fontes de nutrientes definidas conforme os tratamentos de adubação. Adubações utilizando as rochas fosforito (20,0% de P_2O_5 total) como fonte de P e glauconita (9,8% de K_2O total) como fonte de K foram comparadas a um tratamento “completo” com adubação combinando fontes solúveis na forma de reagentes p.a. (Tabela 1). Nos tratamentos em que se utilizaram as rochas, os nutrientes não alvos foram fornecidos em formas solúveis, nas mesmas quantidades do tratamento completo.

Tabela 1 – Composição dos tratamentos.

Fontes	Tratamentos		
	Completo	Fosforito	Glauconita
Calcário	+	+	+
MAP	+	-	+
KCl	+	+	-
Micronutrientes	+	+	+
Nitrato amônio	-	+	-
Fosforito	-	+	-
Glauconita	-	-	+

- As rochas fosforito e glauconita moídas foram consideradas unicamente como fontes de P e K, respectivamente, sendo os demais nutrientes desses dois tratamentos fornecidos a partir de fontes solúveis.

- Calcário: mistura $\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$ (reagentes p.a.) para elevar a saturação por bases (V) a 70%.

- Total de nutrientes aplicados na adubação de base de todos os tratamentos: 100; 250; 200; 33; 0,5; 2; 3; 5 e 0,25 mg kg⁻¹ de N, P, K, S, B, Cu, Mn, Zn e Mo, respectivamente.
- Total de N em cobertura: 200 mg kg⁻¹ para as espécies gramíneas e 100 mg kg⁻¹ para o feijoeiro.

Foram avaliadas as seguintes culturas: milho Pioneer 30F53 YHR, milheto CMS 01, sorgo biomassa BRS 716, sorgo granífero BRS 330, feijão carioca cv. Pérola, soja BRS 7380 RR, crotalária *spectabilis*, e braquiária *ruziziensis*. Após 82 dias de incubação do solo com os tratamentos de adubação, as espécies foram semeadas, mantendo-se quatro plantas por vaso por meio de desbaste. As gramíneas e o feijoeiro receberam adubação nitrogenada em cobertura. Aos 36 dias após o plantio, a parte aérea das plantas foi colhida e colocada em estufa a 65 °C para a determinação da massa seca. Amostras foram moídas para análises químicas de determinação dos teores de P e K nos tecidos segundo Silva (2009), e posterior cálculo do acúmulo de P e K pelas plantas.

Os resultados de produção de biomassa e acúmulo de nutrientes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2011). Para representação gráfica, os dados foram relativizados, tomando-se o milho no tratamento completo com fontes solúveis como cultura de referência (100%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis avaliadas evidenciaram a ocorrência de efeitos significativos dos tratamentos de adubação, das espécies cultivadas, e da interação desses fatores.

Para a produção de massa seca, a adubação com fosforito como fonte de P foi o tratamento mais limitante ao desenvolvimento das culturas. Embora em menor magnitude, a adubação utilizando glauconita como fonte de K também restringiu o crescimento das plantas comparativamente ao tratamento completo com fontes solúveis, sobretudo no caso das gramíneas (Figura 1). Os padrões de resposta observados comprovam que essas rochas aplicadas *in natura* não constituem fontes viáveis para o pleno atendimento dos requerimentos nutricionais das espécies vegetais avaliadas.

Em princípio, tem-se a impressão de que a glauconita proporcionou melhor crescimento das culturas do que o fosforito, por haver liberação do K contido naquela rocha, o que, todavia, não ocorreu na realidade. É importante compreender que a baixa disponibilidade natural de P representa limitação primária ao desenvolvimento de plantas em solos de cerrado, restringindo drasticamente o potencial produtivo das culturas em geral (Sousa & Lobato, 2004). Em contraste, a reserva de K disponível naturalmente no solo utilizado (31 mg dm⁻³), juntamente com a contribuição de formas não trocáveis pode garantir desenvolvimento satisfatório das lavouras nos primeiros cultivos (Oliveira et al., 2013). Essas diferenças típicas entre os dois nutrientes em solos de cerrado explica as respostas muito distintas de produção de biomassa quando se utilizou o fosforito ou a glauconita compondo a adubação de base. Na verdade, a disponibilidade original de K não era tão limitante quanto a de P.

A baixa solubilidade das rochas avaliadas não permite taxas de liberação de P e K compatíveis com a demanda das culturas. Não obstante, verifica-se a existência de diferenças quanto à capacidade das espécies vegetais se desenvolverem em cada tratamento de adubação (Figura 1). As gramíneas, em especial o milheto, o sorgo granífero e a braquiária foram as culturas mais responsivas ao tratamento completo com fontes solúveis, superando significativamente o milho, que foi usado como espécie de referência. Ao se utilizar a adubação com glauconita, o milheto e o sorgo biomassa apresentaram maior conversão de biomassa, o que denota que essas culturas seriam mais eficientes em aproveitar o K do solo e/ou derivado da rocha. Já no caso da adubação com fosforito, nenhuma cultura se destacou e todas tiveram o crescimento muito comprometido pela deficiência de P.

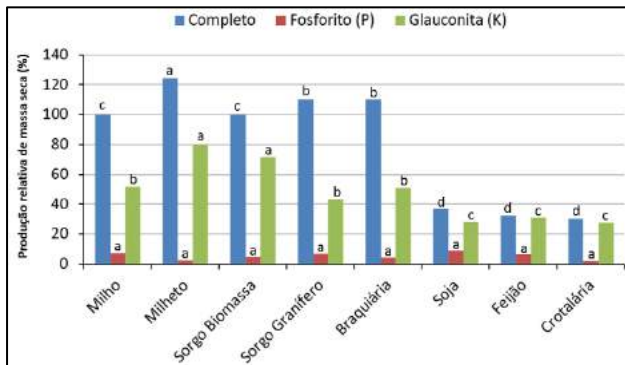


Figura 1 – Produção relativa de massa seca das culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Ao se observar a capacidade relativa das culturas em absorver P e K nos tratamentos utilizando rochas, confirma-se que o fosforito não disponibilizou P (Figura 2), assim como a glauconita não liberou K (Figura 3), e nenhuma cultura exibiu habilidade diferenciada para aproveitar tais nutrientes contidos nessas rochas.

Quando o K foi aplicado na forma de glauconita, o milheto e a braquiária ainda foram capazes de acumular P em quantidades superiores às demais espécies (Figura 2). Expressaram, portanto, maior plasticidade fisiológica ao crescer com suprimento subótimo de K, sem prejuízo à absorção de P em relação ao tratamento completo, e alcançando acúmulo estatisticamente igual ao obtido para o milho adubado com fontes solúveis (referência).

Numa interpretação conjunta dos resultados, constata-se que aplicações de fosforito e glauconita, respectivamente como fontes de P e K, não promovem crescimento inicial normal de nenhuma das culturas testadas. Todavia, existem diferenças entre as espécies quanto ao potencial de produção de biomassa, ao acúmulo de P e K na parte aérea, e à eficiência de uso do K nativo do solo. Nesse aspecto, enfatiza-se o diferencial do milheto e da braquiária como plantas mais robustas, qualificando-as como especialmente aptas para a produção de palhada e ciclagem de nutrientes. Em posição intermediária, situam-se o milho, o sorgo granífero e o sorgo biomassa. As leguminosas soja, feijão e crotalária tenderam a apresentar comportamento semelhante entre si, com taxas de desenvolvimento e absorção de nutrientes significativamente menores em relação ao grupo das gramíneas.

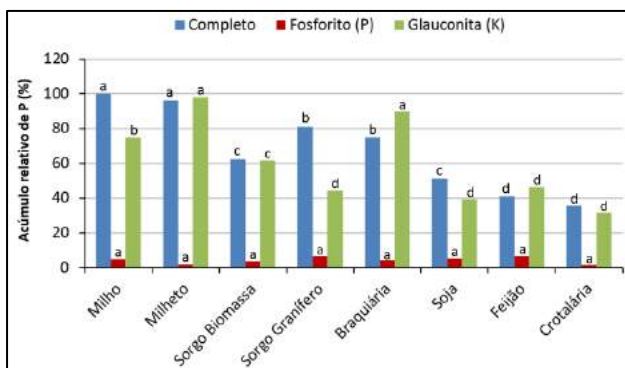


Figura 2 – Acúmulo relativo de P pelas culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

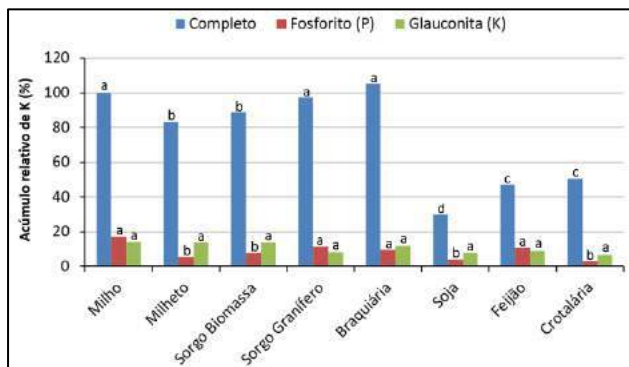


Figura 3 – Acúmulo relativo de K pelas culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

CONCLUSÕES

A aplicação de fosforito e glauconita como fontes de P e K, respectivamente, tem efeito nulo sobre o crescimento inicial e a absorção desses nutrientes pelo milho, sorgo, milheto e outras culturas.

As gramíneas apresentam maior potencial de desenvolvimento inicial e acúmulo de P e K do que as leguminosas.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de estudo. Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. ISSN 1981-8203, 2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039- 1042, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; JORDÃO, L. T. Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes. *Informações Agrônomicas*, Piracicaba, n. 143, p. 1-10, 2013.

SILVA, F.C. da. (Ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

MONITORAMENTO DO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM ÁREA DE CERRADO DE MINAS GERAIS

Maria Celuta Machado Viana⁽¹⁾; Francisco Morel Freire⁽²⁾; Ramon Costa Alvarenga⁽³⁾; Domingos Sávio Queiroz⁽⁴⁾; Matheus Henrique Costa de Paula⁽⁵⁾; Igor Franco Rezende⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Pesquisadora Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG Centro Oeste, Prudente de Morais, MG, mcv@epamig.br, bolsista FAPEMIG; ⁽²⁾Pesquisador EPAMIG Centro Oeste, ⁽³⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾Pesquisador EPAMIG Sudeste ⁽⁵⁾Bolsista PIBIC/ FAPEMIG; ⁽⁶⁾Bolsista PIBIC/ FAPEMIG.

RESUMO: O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) tem demonstrado ser uma alternativa para aumentar o estoque de carbono no solo, contribuindo para mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Este trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes arranjos estruturais de eucalipto, do local e profundidade de amostragem do solo sobre o teor e o estoque de carbono total do solo, sete anos após a implantação de um sistema de ILPF em área de cerrado de Minas Gerais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos estruturais para o eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m e (2 x 2) + 9 m, e em linha simples: 9 x 2 m. As subparcelas constaram dos locais de amostragem do solo, sob a copa do eucalipto (1m de distância do tronco) e no centro da parcela (entre os renques). As sub-subparcelas corresponderam as profundidades de amostragem do solo de 0-20 e 20-40 cm. Sete anos após a implantação do sistema o teor e a quantidade de carbono orgânico total no solo foram determinados. Não foram observadas diferenças entre os arranjos de eucalipto e o local de amostragem para os teores de carbono (C) e para as quantidades de carbono orgânico total (COT) no solo. Valores mais elevados de carbono foram obtidos na camada de 0 a 20 cm em função de teores mais elevados de matéria orgânica encontrados nesta profundidade, proveniente principalmente da decomposição da serrapilheira

Termos de indexação: sequestro de carbono, sistema agrossilvipastoril, ciclagem.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção animal no Brasil são constantemente apontados como responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (metano), e pelas alterações geradas pela derrubada de vegetação natural para implantação de pastagens. Uma alternativa viável para a produção animal sustentável se baseia nos sistemas integrados onde o pasto pode ser consorciado com a lavoura e árvores. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) tem demonstrado ser uma alternativa para aumentar o estoque de carbono no solo, contribuindo para mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Nestes sistemas, a existência de uma maior diversidade de raízes e maior produção de biomassa das espécies anuais, pastagens e florestas podem contribuir para aumentar os estoques de carbono no solo.

A preservação e/ou aporte de material vegetal sobre a superfície do solo, assim como a redução do seu revolvimento, são estratégias utilizadas para aumentar o armazenamento de carbono no solo, melhorando a sua qualidade, além de beneficiar a qualidade ambiental. A qualidade do solo é avaliada a partir de alguns indicadores, sendo o principal, a quantidade de matéria orgânica presente no solo (MOS). Esta quantidade de MOS varia de acordo com alguns fatores como entrada de material orgânico no sistema, velocidade em que este material orgânico é mineralizado, textura do solo e clima. Estes fatores interagem entre si, de forma que a MOS tende ao equilíbrio em áreas de vegetação nativa (Khorramdel et al., 2013). Em

sistemas agrícolas, com intensa movimentação de solo, podem ocorrer interferências significativas nos estoques de MOS, podendo reduzir, manter ou aumentar estes estoques em relação à área de vegetação nativa (Corazza et al., 1999; Bayer et al., 2000; Liu et al., 2003; Khorrarnadel et al., 2013).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes arranjos estruturais de eucalipto, do local e profundidade de amostragem do solo sobre o teor e o estoque de carbono total do solo, em um sistema de ILPF implantado em área de cerrado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Santa Rita/EPAMIG, Prudente de Moraes-MG, localizado a 19°27'15" S, 44°09'11" W e 732 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa (Embrapa, 1999)

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos estruturais para o eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m e (2 x 2) + 9 m, e em linha simples: 9 x 2 m. As subparcelas constaram dos locais de amostragem do solo, sob a copa do eucalipto (1m de distância do tronco) e no centro da parcela (entre os renques). As sub-subparcela corresponderam às profundidades de amostragem do solo de 0-20 e 20-40 cm. Para avaliar o efeito da profundidade de amostragem no conteúdo de carbono no solo e com o intuito de atender aos critérios estatísticos, estas foram casualizadas nas parcelas. Na implantação do sistema em 2008 foi realizada a aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico e o preparo convencional do solo por meio de uma aração e duas gradagens. Uma subsolagem foi feita nas linhas de plantio do eucalipto, com aplicação concomitante de 796 kg/ha de fosfato natural reativo (Gafsa). O plantio do eucalipto foi realizado em junho de 2008, com utilização de gel hidratado na cova. A adubação de plantio foi feita utilizando na cova 150 g do formulado NPK 10-28-10 com 0,3% de B e 0,5% de Zn. Nos primeiros três anos, entre as leiras de eucalipto o milho (cultivar BRS 3060) foi semeado consorciado com o capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk). As adubações de plantio e cobertura do milho consistiram respectivamente de 350 kg/ha do formulado 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de N, como uréia, parcelado em duas aplicações. As amostragens de solo para determinação dos teores de COT foram realizadas em 2015, sete anos após a implantação do sistema de ILPF.

Para determinação dos teores de C orgânico, as amostras de solo foram analisadas de acordo com a metodologia descrita por Silva (2009). Os estoques de C orgânico foram calculados considerando as camadas de solo (Bayer et al., 2000) e as massas equivalentes de solo (Ellert & Bettany, 1995), utilizando o valor de densidade do solo (DS) igual a 1.

Além disto, visando comparar o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com outros ambientes, o solo foi também amostrado em área contígua de pastagem a pleno sol, em área de plantio convencional de eucalipto (3 x 3 m) e em um estrato nativo de cerrado

Os dados no sistema de ILPF foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados pelo teste de Tukey a 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças entre os arranjos de eucalipto e o local de amostragem para os teores de carbono (C) e para as quantidades de carbono orgânico total (COT) no solo (Tabela 1). Os maiores teores e quantidades de COT foram observados nos primeiros 20 cm. Isto ocorre em função de teores mais elevados de matéria orgânica encontrados nesta profundidade, proveniente principalmente da decomposição da serrapilheira. Pode-se observar redução tanto nos teores quanto nas quantidades de C na camada de 20 a 40 cm. Este padrão de comportamento foi observado aos 7 anos após a implantação do sistema. Resultados semelhantes foram observados por Caldeira et al. (2003) em povoamentos de *Acacia mearnsii*

Tabela 1 – Teor de carbono (%) e quantidade de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes arranjos de eucalipto no sistema de ILPF. CESR/EPAMIG. 2015

Camada (cm)	Arranjos de eucalipto		
	(3x2)+20 m	(2x2)+9 m	9 m
	Teor de C (dag/kg)		
0-20	2,86 a ¹	2,99 a	2,94 a
20-40	2,45 b	2,37 b	2,21 b
	COT (t/ha)		
0-20	57,26 a	59,80 a	58,75 a
20-40	43,67 b	47,40 b	44,17 b

¹Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Ao se comparar o sistema de ILPF com os outros ambientes, observa-se o mesmo padrão de

comportamento, com maiores teores de carbono na camada de 0 a 20 cm (Figuras 1 e 2). Os maiores teores de COT no solo foram observados no pasto a pleno sol enquanto os menores teores foram determinados no solo sobre plantio convencional do eucalipto, no espaçamento 3 x 3 m

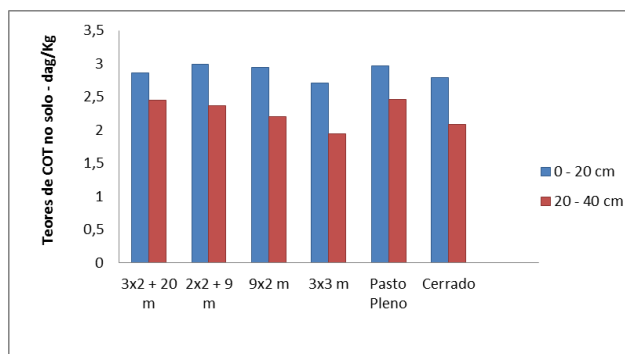


Figura 1. Teores de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes sistemas de manejo. CESR/EPAMIG. 2015

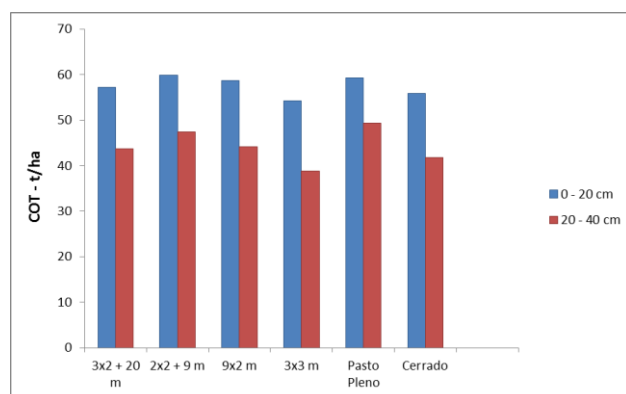


Figura 2. Quantidade de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes sistemas de manejo. CESR/EPAMIG. 2015.

CONCLUSÕES

As camadas mais superficiais do solo apresentam maiores teores e quantidades de carbono orgânico total em relação às camadas mais profundas.

Os arranjos de eucalipto e o local de amostragem não influenciam os teores e os estoques de carbono orgânico total no solo.

O tempo de sete anos de implantação do sistema ILPF não é suficiente para evidenciar alterações no carbono orgânico total no solo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas concedidas. Ao FINEP e MAPA pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. EFEITO DE SISTEMAS DE PREPARO E DE CULTURA NA DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA E NA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v.24, p.599-607, 2000.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999

ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 75, n. 4, p. 529-538, 1995

KHORRAMDEL, S.; KOOCHKEI, A.; MAHALLATI, M.N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. **Soil & Tillage Research**, v.133, p.25-31, 2013.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global. Science, v.304, p.1623, 2004.

SALTON, J.C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1349-1356, 2011

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed.rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.627 p



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Monitoramento dos Efeitos do Calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do RS em Lavouras de Milho

André Dabdab Abichequer⁽¹⁾; Rivaldo Albino Dhein⁽²⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador em Ciência do Solo; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO); Porto Alegre, RS; andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul; rivaldo-dhein@agricultura.rs.gov.br

RESUMO: O monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do Rio Grande do Sul foi realizado com a finalidade de obter informações que permitam avaliar a eficácia da correção da acidez na melhoria do desempenho econômico dos produtores beneficiados. Os objetivos do monitoramento foram acompanhar as modificações das características químicas dos solos corrigidos e os rendimentos das culturas nas áreas onde ocorreu a calagem. O monitoramento foi realizado em 11 municípios e 44 propriedades, sendo neste trabalho considerados os resultados obtidos em 15 propriedades que cultivaram milho para grãos. Nestas propriedades foram coletadas amostras de solo nas áreas corrigidas e executadas as análises químicas, comparando-se com os resultados obtidos na análise anterior à calagem. A avaliação do rendimento das culturas foi realizada através de questionamento aos produtores no momento da coleta das amostras de solo. Os resultados das análises de solo mostraram que houve aumento do pH e da saturação por bases, além de redução da saturação por Al a níveis não prejudiciais às lavouras de milho. Os rendimentos do milho aumentaram em relação à safra anterior à calagem. Os resultados do monitoramento mostram que a aplicação do calcário financiado pelo Programa reduz a acidez e melhora a fertilidade do solo em diferentes municípios e tipos de solo, aumentando o rendimento das lavouras de milho dos produtores.

Termos de indexação: calagem, alumínio, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

O Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do Rio Grande do Sul, instituído a partir de 2012 por meio de uma parceria entre Secretaria Estadual da Agricultura, Fepagro e Prefeituras Municipais, teve como objetivo estimular e difundir a correção da acidez do solo através da calagem nas pequenas propriedades familiares do Estado. Cerca de 14000 produtores em 140 municípios receberam calcário subsidiado pelo Estado para realizarem a correção da acidez.

O monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo foi coordenado pela Fepagro, com o objetivo de obter informações que permitam avaliar a eficácia da correção da acidez na melhoria do desempenho econômico dos agricultores e pecuaristas familiares beneficiados. Este trabalho foi importante tanto no aspecto de acompanhamento da boa utilização de recursos públicos como para a obtenção de dados mais concretos e com grande amplitude de locais e tipos de solo sobre os efeitos do insumo calcário na agricultura e pecuária.

Os objetivos específicos do monitoramento foram:

- acompanhar as modificações das características químicas dos solos corrigidos durante o período de validade da calagem;
- avaliar os efeitos da aplicação de calcário sobre os rendimentos das culturas durante a validade da calagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento foi realizado em onze

municípios selecionados pela Fepagro. Procurou-se contemplar as diferentes regiões abrangidas pelo Programa, proporcionalmente ao número de municípios participantes em cada Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE). Os municípios escolhidos constam na **tabela 1**.

Tabela 1 - Municípios onde foi realizado o monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo.

Município	COREDE/Região Agroecológica
Ivorá	Central/Planalto Médio
Mato Leitão	Vale do Rio Pardo/Encosta Inferior da Serra do Nordeste Sul/Grandes Lagoas
Morro Redondo	Vale do Jaguari/ Missionária de Santo Ângelo e São Luiz Gonzaga
Santiago	Centro Sul/ Depressão Central
Sertão Santana	Alto da Serra do Botucarai/Planalto Médio
Soledade	Vale do Rio Pardo/ Encosta Inferior da Serra do Nordeste
Segredo	Vale do Rio Pardo/ Planalto Médio
Tunas	Vale do Rio Pardo/ Encosta Inferior da Serra do Nordeste
Vale do Sol	Norte/ Planalto Médio
Viadutos	Jacuí Centro/Depressão Central
Vila Nova do Sul	

Foram selecionados pelas Prefeituras Municipais e pela Fepagro quatro produtores por município para ser realizado o monitoramento dos efeitos da calagem em suas propriedades. Inicialmente foi realizada pela Fepagro uma seleção com base nas análises de solo originais, que indicaram a dose de calcário a ser aplicada. Foram escolhidas áreas que apresentavam pH baixo e alumínio tóxico, mas não com uma necessidade de calagem tão alta que fosse necessário subdividir a aplicação de calcário em mais de um ano. Desta lista de cerca de 15 produtores, a Secretaria da Agricultura de cada município indicou quatro para a realização do monitoramento, considerando a facilidade de acesso à propriedade, interesse na execução da pesquisa em sua propriedade, cultivo de espécies de mais fácil avaliação de rendimento (como milho e soja) e que tivessem aplicado o calcário três ou mais meses antes do plantio, para haver tempo para a reação do corretivo no solo.

Foram acompanhados os rendimentos das culturas e a evolução das características químicas do solo nesses 11 municípios, ou seja, 44 propriedades. No caso deste trabalho, foram considerados os resultados obtidos em 15 propriedades que cultivaram milho para grãos, localizadas nos municípios de Vale do Sol, Mato Leitão, Vila Nova do Sul, Segredo, Sertão Santana, Santiago e Viadutos.

Nas propriedades monitoradas foi realizada coleta de amostras de solo para análise completa (macronutrientes e micronutrientes), conforme Tedesco et al. (1995). Foram coletadas amostras de solo pelos pesquisadores da Fepagro nas áreas onde foi aplicado o calcário, no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014. Em áreas manejadas com plantio direto, as amostras foram coletadas na camada de 0 a 10 cm de profundidade. Nas áreas com preparo convencional, a amostragem foi realizada na camada de 0 a 20 cm. Durante a coleta das amostras de solo, foi aplicado um pequeno questionário técnico aos produtores, perguntando sobre a época de aplicação do calcário, tamanho da área corrigida, dose aplicada, sistema de preparo do solo e espécie cultivada. Foi acompanhada a evolução das características químicas do solo na área corrigida, com destaque para pH, Al, Ca, Mg e saturação por bases. Os resultados da área corrigida foram comparados com os obtidos na análise de solo original, que indicou a dose de calcário que foi aplicada.

A avaliação do rendimento das culturas foi realizada através de questionamento aos produtores no momento da coleta das amostras de solo. Foram obtidas informações sobre o rendimento da cultura na área a ser avaliada na safra anterior à calagem e na safra após a aplicação do calcário. Com base nas informações de rendimento das culturas, foi realizado o cálculo do aumento de receita do produtor com a realização da calagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise global dos resultados obtidos com as análises das amostras de solo coletadas nos sete municípios e 15 áreas cultivadas com milho monitoradas foi realizada separadamente para áreas que utilizam o sistema plantio direto, em que o calcário foi aplicado na superfície do solo, e para áreas cultivadas com preparo convencional ou com incorporação de calcário. Esta distinção é justificada porque o objetivo da correção da acidez do solo no plantio direto é atingir pH de 5,5 e corrigir a camada de 0 a 10 cm de profundidade, enquanto no preparo convencional o pH pretendido é de 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004) e a correção é realizada até 20cm de profundidade, o que se reflete em aplicação de

maiores doses de calcário no preparo convencional.

No caso das 13 áreas cultivadas com preparo convencional ou cultivo mínimo com incorporação do calcário (**Tabela 2**), em média o pH do solo aumentou de 4,5 na análise original para 5,1 com a realização da calagem. Assim, apesar de ter havido redução da acidez do solo, não foi atingido o valor pretendido de 6,0 para o preparo convencional. Quanto aos teores de Ca e Mg no solo, nutrientes fornecidos com a aplicação do calcário, observou-se um aumento no caso do Ca, enquanto teor de Mg permaneceu quase estável em relação ao determinado antes da calagem. A diminuição da saturação por Al foi a melhoria mais notável nas áreas com preparo convencional, atingindo níveis não prejudiciais ao desenvolvimento e rendimento das culturas (saturação por Al menor do que 10%, conforme CQFS-RS/SC, 2004). A toxidez de Al prejudica o desenvolvimento das raízes das plantas, interferindo na divisão e alongamento celular, além de afetar a absorção de nutrientes, como o P (Tisdale et al., 1984; Tedesco & Bissani, 2004). Outra modificação positiva foi o aumento da saturação por bases com a calagem, indicando melhoria da fertilidade do solo, embora tenha atingido valor inferior ao nível considerado adequado para o preparo convencional, que é de 80% (CQFS-RS/SC, 2004).

Tabela 2 - Características químicas do solo na análise original e após a calagem em áreas cultivadas com lavouras de milho em preparo de solo convencional (média de 13 áreas em seis municípios).

	análise original	após a calagem
pH	4,5	5,1
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,2	5,4
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,9	1,8
sat Al (%)	16,7	2,9
sat bases (%)	41,1	59,1

Obs.: sat Al: saturação da CTC efetiva por Al
sat bases: saturação da CTC a pH 7,0 por bases

Foram monitoradas apenas duas áreas cultivadas com milho no sistema plantio direto, localizadas em Viadutos (**Tabela 3**). Nestas áreas observou-se que o pH do solo atingiu valor inclusive acima do pretendido, que era de 5,5, com a realização da calagem. Os resultados também mostraram um grande aumento dos teores de Ca e Mg em relação aos valores encontrados na análise original do solo. A toxidez de Al, indicada pela saturação por Al, foi eliminada com a aplicação de calcário, evitando prejuízos às plantas de milho. A saturação por bases foi mais que duplicada com a realização da calagem, indicando melhoria da

fertilidade do solo e atingindo nível superior ao considerado adequado para lavouras em sistema plantio direto, que é de 65%.

Tabela 3 - Características químicas do solo na análise original e após a calagem em áreas cultivadas com lavouras de milho em plantio direto (média de duas áreas em um município).

	análise original	após a calagem
pH	4,8	5,9
Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,0	12,2
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,5	5,9
sat Al (%)	17,4	0,0
sat bases (%)	35,5	80,9

Obs.: sat Al: saturação da CTC efetiva por Al
sat bases: saturação da CTC a pH 7,0 por bases

Quanto aos rendimentos das culturas informados pelos produtores, observou-se um aumento médio do rendimento de grãos de milho nas 15 áreas avaliadas de 3861 kg ha⁻¹ na safra anterior à calagem para 5671 kg ha⁻¹ na safra posterior à calagem, representando um incremento de 46,9% (1810 kg ha⁻¹). Pela cotação do milho de fevereiro de 2016 (EMATER/RS-ASCAR, 2016), o aumento obtido representou um acréscimo de renda de R\$ 1094,45 por hectare para o produtor.

CONCLUSÕES

Os resultados do monitoramento mostram que a aplicação do calcário financiado pelo Programa reduz a acidez e melhora a fertilidade do solo em diferentes municípios e tipos de solo, aumentando o rendimento das lavouras de milho dos produtores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fepagro e às Prefeituras Municipais pelo apoio na execução do monitoramento.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400 p.

EMATER/RS-ASCAR. Acompanhamento de preços recebidos pelos produtores do Rio Grande do Sul. Disponível em http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/precos/prec_o_26022016.pdf. Acesso em 2 de março de 2016.

TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A. Acidez do Solo e seus Efeitos nas Plantas. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.;



TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 75-92.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de Solo, Plantas e outros Materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. Boletim Técnico, 5.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil Fertility and Fertilizers**. 4. ed. New York: Macmillian Publishing Company, 1984. 754 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fosfato

Crísia Santos de Abreu⁽¹⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽²⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽²⁾; José Edson Fontes Figueiredo⁽²⁾; Vera Lúcia dos Santos⁽³⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Microbiologia; Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; Belo Horizonte; Minas Gerais; crisiaabreu@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Professora da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG;

RESUMO: Bactérias solubilizadoras de fósforo (BSP) têm sido reconhecidas como uma estratégia alternativa para melhoria da aquisição de fósforo (P) por plantas a partir de mecanismos de biossolubilização do fosfato no solo pela produção de ácidos orgânicos. BSP endofíticas facultativas podem colonizar o tecido da planta e da rizosfera, bem como atuar em mecanismos adaptativos que favorecem a sua competição com outros microrganismos. Cinquenta e cinco bactérias previamente selecionadas como BSP endofíticas de milho eficientes na solubilização de P isoladas a partir da seiva, folhas e raízes de milho foram identificadas por sequenciamento parcial do gene 16S rRNA e testadas quanto à sua eficácia para a produção de ácidos orgânicos. As estirpes foram cultivadas em meio líquido contendo fosfato tricálcio insolúvel por 6 dias a 30 °C. Após centrifugação, o sobrenadante foi utilizado para a quantificação dos ácidos por HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). A produção dos ácidos orgânicos variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre os isolados. O ácido glucônico foi o mais frequente, o que pode ser explicado pelo mecanismo de sua formação via oxidação direta da glicose pela enzima glicose desidrogenase dependente de pirroloquinolina quinona (PQQ). O gênero *Bacillus* foi o predominante (54,55 %) entre os isolados e estão sendo testados em plantas para uso como bioinoculantes na melhoria de aquisição de P na cultura do milho.

Termos de indexação: ácido glucônico, fósforo, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Os solos de Cerrado são caracteristicamente ácidos, possuem baixa fertilidade natural e, conseqüentemente, baixa disponibilidade de nutrientes essenciais, como o fósforo (P). Mesmo

com adubação fosfatada, o P fica pouco disponível para as plantas devido ao fenômeno de fixação com componentes do solo.

Uma forma alternativa para disponibilização de P é a utilização de rochas fosfáticas (fosfato natural) como insumo estratégico em muitos países (Mechri et al., 2014). No entanto, a aplicação direta de fosfatos naturais como fertilizante, principalmente para culturas anuais como o milho, não é economicamente viável em solos com alta capacidade de adsorção e baixa capacidade de troca iônica, como os de Cerrado brasileiro, devido à baixa solubilidade destas rochas.

A combinação entre fosfato de rocha e bactérias solubilizadoras de P (BSP), capazes de solubilizarem o fosfato proveniente destas rochas, incrementa a eficiência de utilização dos fosfatos naturais, sendo uma estratégia biotecnológica viável para aumentar a efetividade dos fertilizantes e/ou para diminuir a dose de fertilizantes solúveis empregada em sistemas agrícolas (Singh & Reddy, 2011). Um dos principais mecanismos bioquímicos envolvidos na solubilização de P é produção de ácidos orgânicos como acetato, láctico, oxálico, tartárico, succínico e principalmente o ácido glucônico que atuam dissolvendo diretamente o material fosfático e/ou quelando cátions que acompanham o ânion fosfato (Chen et al., 2006).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas solubilizadoras de fosfato, isoladas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 55 estirpes de bactérias endofíticas provenientes da raiz, folha e seiva de milho, pertencentes à Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo, previamente caracterizadas como BSP.

Quantificação de ácidos orgânicos

A quantificação dos ácidos acético, butírico, cítrico, glucônico, 2-cetoglucônico, 5-cetoglucônico, láctico, oxálico, propiônico e succínico foi realizada no Laboratório de Microbiologia Aplicada da Universidade Federal de Minas Gerais, por HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). As estirpes foram inoculadas em meio líquido NBRIP (Nautiyal, 1999) por 6 dias e o sobrenadante foi utilizado para a quantificação desses ácidos.

A concentração de cada ácido orgânico foi determinada utilizando-se um cromatógrafo modelo LC-20A Prominence, Shimadzu (Japão), equipado com uma coluna SUPELCOGEL C-610H 30 cm x 7,8 mm (Sigma). A separação ocorreu a 65 °C, sendo a fase móvel H₂SO₄ 5mM com um fluxo de 0,6 mL.min⁻¹. Foi utilizado detector de índice refrativo RID-10A, com a temperatura da célula a 45°C. As concentrações dos diferentes ácidos orgânicos foram determinadas a partir da construção de curva padrão relacionando as concentrações individuais de soluções padrões de ácidos orgânicos com as áreas dos picos geradas.

Identificação das bactérias endofíticas

A identificação molecular dos isolados bacterianos endofíticos de raiz, seiva e folha de milho foi realizada com base na identidade de sequências de 16S rDNA, utilizando os *primers* universais F968 e R1401 (Nubel et al., 1996).

Os produtos da amplificação da PCR foram removidos do gel e purificados utilizando-se o kit “*QIAquick Gel Extraction*” (Qiagen). As reações de sequenciamento foram preparadas com Big Dye V3.1 (*Applied Biosystems*, Foster City, CA) e analisadas no sequenciador automático ABI Prism 3100 (*Applied Biosystems*). As sequências obtidas foram comparadas com sequências de DNA depositadas no banco de dados GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) por meio da ferramenta Blast (Altschul et al., 1997) para identificação das bactérias.

Delineamento e análise estatística

Os ensaios foram conduzidos segundo o delineamento inteiramente casualizado com três repetições por amostra. Os resultados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância e, quando ocorreram diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise cromatográfica para determinação de ácidos orgânicos produzidos por bactérias

endofíticas solubilizadoras de P foi realizada considerando-se o tempo de incubação de 6 dias, pois, nesse período, observou-se que a maioria dos isolados apresentou, em média, maiores valores absolutos de P solubilizado (Abreu, 2014).

A produção dos ácidos orgânicos variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre os isolados, assim como o tipo de ácido produzido por cada bactéria. De forma geral, a produção de ácidos orgânicos varia com as condições do meio, estado fisiológico e o tipo de microrganismo (Sousa, 2010).

Os ácidos orgânicos detectados foram acético, butírico, cítrico, glucônico, 2-cetoglucônico, láctico, oxálico, propiônico e succínico (**Figura 1**). Neste estudo, o ácido glucônico foi o mais frequente (**Figura 2**), o que já era esperado uma vez que, dentre os ácidos produzidos pelo metabolismo de bactérias solubilizadoras de P, os mais frequentemente detectados são o glucônico, 2-cetoglucônico, oxálico, succínico, cítrico, láctico (Bidondo et al., 2012). Os ácidos glucônico e 2-cetoglucônico são relatados como um dos principais mecanismos responsáveis pela solubilização de fosfato mineral, sendo resultados da via de oxidação direta de açúcares aldose mediada por ação enzimática. Behera et al. (2014) observaram que a concentração de 60 mM de ácido glucônico é comum em ensaios com solubilização de P e Miller et al. (2010) relataram que a produção de ácido glucônico pode chegar a 32,8 mM. em *Pseudomonas*. No nosso trabalho, as concentrações de ácido glucônico mensuradas foram de 16 a 324 mM, evidenciando o potencial de solubilização de P dos isolados avaliados.

O gênero *Bacillus* foi predominante (54,55%) entre os isolados endofíticos produtores de ácidos orgânicos. Todas as espécies identificadas foram relatadas na literatura como endofíticas facultativas, devido a sua capacidade de colonizar tanto o tecido vegetal quanto a rizosfera (Bacon & Hinton, 2011).

CONCLUSÕES

Há variabilidade genética quanto ao potencial de produção de ácidos orgânicos entre as estirpes bacterianas endofíticas avaliadas.

O principal ácido orgânico produzido pelas bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de P, foi o ácido glucônico.

A produção de ácido glucônico mensurada neste estudo foi superior à de outros trabalhos relatados na literatura.

Bacillus foi o gênero predominante entre os isolados avaliados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Embrapa Milho e Sorgo e à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. Seleção e caracterização de bactérias endofíticas isoladas de plantas de milho com potencial para a biossolubilização de rochas fosfáticas. 2014. 47 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

ALTSCHUL, S. F.; MADDEN, T. L.; SCHAFFER, A. A.; ZHANG, J.; ZHANG, Z.; MILLER, W.; LIPMAN, D. J. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. **Nucleic Acids Research**, London, v. 25, p. 3389-3402, 1997.

BACON, C.W.; HINTON, D.M. *Bacillus mojavensis*: Its Endophytic Nature, the Surfactins, and Their Role in the Plant Response to Infection by *Fusarium verticillioides*. In: MAHESHWARI, D.K. (Ed.). **Bacteria in Agrobiolgy: Plant Growth Responses**, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, p.21-39.

BEHERA, B.C.; SINGDEVSACHAN, S.K.; MISHRA, R.R.; DUTTA, S.K.; THATOI, H.N. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove – a review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p.1-14, 2014.

BIDONDO, L.F.; BOMPADRE, J.; PERGOLA, M.; SILVANI, V.; COLOMBO, R.; BRACAMONTE, F.; GODEAS, A. Differential interaction between two *Glomus intraradices* strains and a phosphate solubilizing bacterium in maize rhizosphere. **Pedobiologia**, v.55, p.227-232, 2012.

CHEN, Y.P. REKHA, P.D. ARUN, A.B. SHEN, F.T. LAI, W.-A. & YOUNG, C.C. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. **Applied Soil Ecology**, v. 34, p. 33–41, 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. DEX.Lavras-MG: UFLA, 2010.

MECHRI, B.; ATTIA, F.; TEKAYA, M.; CHEHEB, H., HAMMAMI, M. Agronomic application of olive mill wastewaters with rock phosphate increase the 10Me18:0 fatty acid marker of actinomycetes and change rhizosphere microbial functional groups under long-term field conditions. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 70, p.62-65, 2014.

MILLER, S.H.; BROENE, P.; PRIGENT-COMBARET, C.; COMBES-MEYNET, E.; MORRISSEY, J.P.; O'GARA, F. Biochemical and genomic comparison of inorganic phosphate solubilization in *Pseudomonas* species. **Environmental Microbiology Reports**, v.2, n.3, p. 403–411, 2010.

NAUTIYAL, C. S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 170, p. 265-270, 1999.

NUBEL, U.; ENGELEN, B.; FELSKE, A.; SNAIDR, J.; WIESHUBER, A.; AMANN, R. I.; LUDWIG, W.; BACKHAUS, H. Sequence heterogeneities of genes encoding 16S rRNAs in *Paenibacillus polymyxa* detected by temperature gradient gel electrophoresis. **Journal of Bacteriology**, v.178, p.5636-5643, 1996.

SINGH, H.; REDDY, M. Effect of inoculation with phosphate solubilizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. **European Journal of Soil Biology**.v.47, p.30-34, 2011.

SOUSA, C.B. Solubilização de fósforo por bactérias endofíticas. 2010. 38p. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

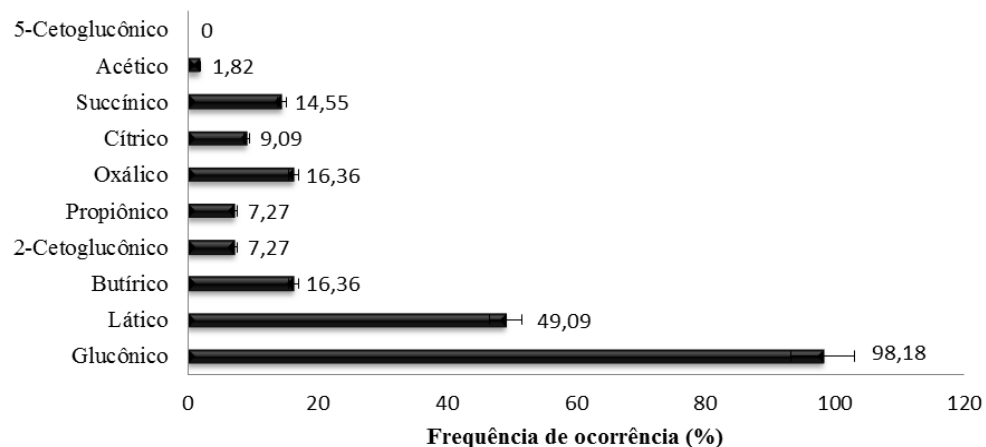


Figura 1. Produção relativa de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fósforo, detectados pelo índice de refração em cromatografia líquida de alta eficiência. Barras horizontais indicam o erro padrão da média de três repetições.

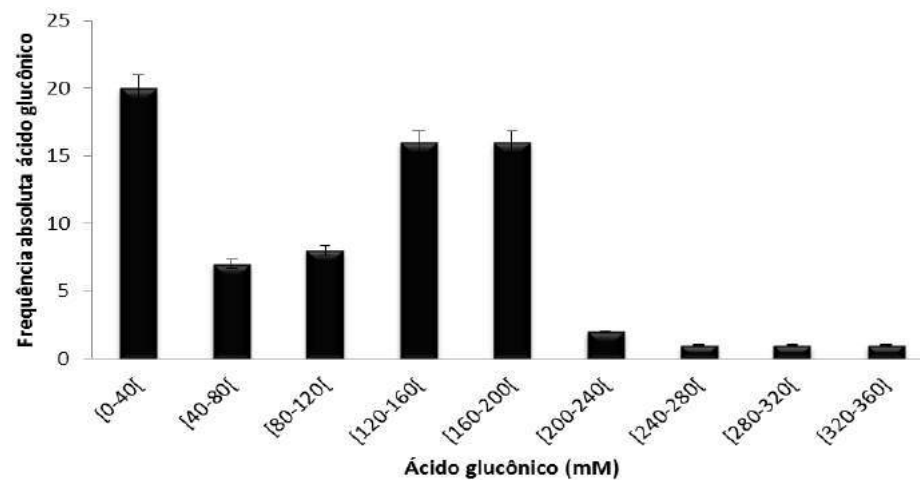


Figura 2. Frequência absoluta de ácido glucônico (mM) dentro dos intervalos de classes [0-360 mM] para as bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fósforo. Barras verticais indicam o erro padrão da média de três repetições.

Produção de matéria seca do capim-marandu após aplicação de *Azospirillum brasiliense* e ureia no Cerrado de baixa altitude

Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Allan Hisashi Nakao⁽³⁾ Deyvison de Asevedo Soares⁽⁴⁾; Isabô Melina Pascoalotto⁽⁵⁾; Leonardo de Lima Froio⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, vivianemodesto@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/FEIS; ^(3,4,5) Pós-graduandos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP/FEIS; ⁽⁶⁾ Graduando do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS.

RESUMO:

Devido ao sucesso obtido com espécies do gênero *Urochloa* em sistemas de integração lavoura-pecuária e aos incrementos proporcionados pela fixação biológica de nitrogênio por meio de bactérias diazotróficas, objetivou-se em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, sob condições irrigadas (pivô central) e de sequeiro, no Cerrado de baixa altitude, avaliar a aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* no capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e adubação nitrogenada (ureia) na produção de matéria seca, em sucessão ao consórcio com milho, inoculados nas sementes com *Azospirillum brasiliense*. Os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados com oito repetições e três tratamentos que consistiram da adubação nitrogenada 50 kg ha⁻¹ de N – ureia, e 250 mL de *Azospirillum brasiliense* num volume de calda de 200 L ha⁻¹, totalizando 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹; ambos aplicados ao final dos cortes, além do tratamento controle. Para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea e perfilhamento do capim-marandu foram tomadas 3 amostras de 1 m² por parcela, simulando a altura do pastejo, foram realizadas três amostragens em intervalos de 28 a 30 dias cada, do outono a primavera. Não foram encontradas diferenças entre a aplicação de ureia a lanço e inoculante via foliar para produção de massa de matéria seca em sistema irrigado. Para o sistema de sequeiro, a utilização de fertilizante nitrogenado a lanço apresentou os melhores resultados no primeiro e segundo corte, não apresentando diferença significativa no último corte.

Termos de indexação: *Urochloa brizantha*; bactérias diazotróficas; integração lavoura-pecuária

INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) tem como premissa, o uso de práticas conservacionistas capazes de aliar as atividades agrícolas e conservação do ambiente sem reduzir a produtividade das culturas, no entanto, seu sucesso depende de fatores relacionados com as características edafoclimáticas da região e principalmente com aspectos relacionados com o manejo e os tratos culturais da planta de cobertura (Castañol et al. 2014).

Segundo Kluthcouski et al. (2015), os sistemas de ILP, por serem mais diversificados, proporcionam maior expressão dos efeitos sinérgicos que potencializam os fatores bióticos e abióticos, incrementando-os significativamente quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados isoladamente.

As espécies forrageiras mais utilizadas em sistemas de integração são as do gênero *Urochloa*, porém, devido sua alta exigência e da cultura do milho (solteiros ou consorciados) por nitrogênio, esse fator torna limitante a produção (Costa et al., 2012).

Nesse sentido, é crescente a procura por alternativas que levem a diminuição dos custos de produção com fertilizantes nitrogenados, proporcionando maior retorno econômico aos produtores. Uma dessas alternativas é a utilização de bactérias promotoras de crescimento (BPC) e entre as mais utilizadas estão as do gênero *Azospirillum*.

Assim, objetivou-se avaliar a aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* ou adubação nitrogenada em *Urochloa brizantha* cv. Marandu após consórcio com milho na produção de matéria

seca do capim-marandu, em área de sequeiro e irrigado no Cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no ano agrícola (2014/2015), em área de Cerrado de baixa altitude irrigada (pivô central) e de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS.

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados diários referentes às temperaturas máximas, mínima, e precipitação pluvial foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE (FEIS/UNESP) e encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso e está sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto há 10 anos, sendo a cultura anterior o milho. Foram coletadas amostras de solo deformadas, com trado de rosca na profundidade de 0 a 0,20 m para a caracterização de sua fertilidade inicial (Raij et al., 2001) que encontram-se na Tabela 1.

A pastagem foi formada após o consórcio e colheita do híbrido simples de milho DKB 350 YG, e avaliada em 3 cortes no período de outono à primavera no ano de 2015.

A semeadura da forrageira (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) foi realizada simultaneamente ao milho em novembro de 2014, sendo efetuada com outra semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para sistema de Plantio Direto, semeada na entrelinha da cultura produtora de grãos (milho), no espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 580 p.c. por ha

Após a colheita do milho (safra 2014/2015), as parcelas foram divididas em três subparcelas de mesmo tamanho, em ambas as áreas (sequeiro e irrigado) e os tratamentos foram aplicados ao final dos cortes, da seguinte forma:

- Capim-marandu sem aplicação do inoculante *Azospirillum* via foliar;
- Capim-marandu com aplicação de inoculante *Azospirillum* via foliar (250 mL de *Azospirillum brasiliense* num volume de calda de 200 L ha⁻¹)
- Adubação nitrogenada (50 kg ha⁻¹ de N – ureia), totalizando 150 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ ao final dos 3 cortes.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com oito repetições, onde foram

realizados três cortes em intervalos de 28 a 30 dias cada, do outono a primavera de 2015.

Para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea e perfilhamento do capim-marandu foram tomadas 3 amostras de 1 m² (quadrado de metal de 1,0 x 1,0 m) por parcela, adotando-se como altura de corte 0,30 m, simulando o pastejo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de "t", utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de pluviosidade e temperatura do ar (Figura 1) indicam que no período de condução dos experimentos as médias de precipitação pluvial foram baixas, enquanto que as temperaturas médias estiveram na faixa dos 25 °C, o que pode ter influenciado a resposta do capim aos tratamentos a partir do terceiro corte.

Na Tabela 2 constam os valores médios da massa de matéria seca do capim-marandu, em função dos tratamentos com *Azospirillum brasiliense* (via foliar), ureia e controle, após cultivo do híbrido simples de milho DKB 350 YG em consórcio com capim-marandu inoculados ou não nas sementes com *A. brasiliense*. Observaram-se nos três cortes e em ambas as áreas (irrigada e de sequeiro) resultados significativos para produção de massa de matéria seca do capim-marandu, com destaque para os tratamentos com aplicação de ureia e *Azospirillum brasiliense*.

Em relação às avaliações realizadas na área irrigada sob pivô central, com exceção ao primeiro corte, o qual apresentou maiores resultados para o tratamento com *Azospirillum brasiliense* no segundo e terceiro cortes, os tratamentos que receberam a aplicação de inoculante via foliar e o tratamento com aplicação de ureia apresentaram maior produção de matéria seca em relação ao controle.

Resultados semelhantes foram constatados por Hungria et al. (2016), em área de Cerrado, onde os pesquisadores observaram efeito significativo da inoculação com *Azospirillum brasiliense* em *Urochloa brizantha* no primeiro e segundo cortes, além disso, quando aliou-se fertilização nitrogenada e inoculação com BPC, os incrementos em massa de matéria seca foram superiores a 24%.

Nas avaliações realizadas no experimento em área de sequeiro, no primeiro e segundo cortes, os maiores valores de matéria seca foram encontrados nos tratamentos que receberam o *A. brasiliense*, e apenas no terceiro corte os resultados não apresentaram diferença entre os tratamentos.

Magalhães et al. (2011) verificaram resultados semelhantes para pastagens de *Urochloa brizantha*, onde houve maior produção de massa seca de *Urochloas* quando comparadas às plantas com ausência de inoculação com as BPC, além de resultados superiores ou similares em relação somente à adubação nitrogenada.

As pesquisas demonstram que a inoculação se destaca como alternativa promissora na substituição parcial ou total da adubação nitrogenada, assim, é possível reduzir a quantidade de fertilizantes nitrogenados aplicado sem reduções significativas do acúmulo de massa de matéria seca e altura de plantas (Vogel et al., 2014).

Embora os estudos utilizando *Azospirillum brasilense* via foliar em *Urochloa brizantha* após sistema de consórcio em Plantio Direto apresentem resultados positivos, ainda há a necessidade de pesquisas que demonstrem sua viabilidade.

CONCLUSÕES

O capim-marandu advindo do consórcio com milho após segundo corte e que receberam aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* ou ureia a lanço proporcionaram maior produção de matéria seca em área irrigada no Cerrado de baixa altitude.

Em área de sequeiro, até o segundo corte, a aplicação e ureia a lanço proporcionou maior desenvolvimento do capim-marandu, enquanto que no terceiro corte não houve diferença entre os tratamentos.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora, através do processo 2014/02697-1.

REFERÊNCIAS

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., GAMEIRO, R. D. A., PARIZ, C. M., BUZETTI, S., & LOPES, K. S. M. Nitrogen fertilization in the intercropping of corn with two Brachiaria species in a no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. 306 p.

CASTAÑÓN, M.; FERREIRA, T. H.; CUNHA, C. S. M. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes densidades de plantio no cerrado de Mato

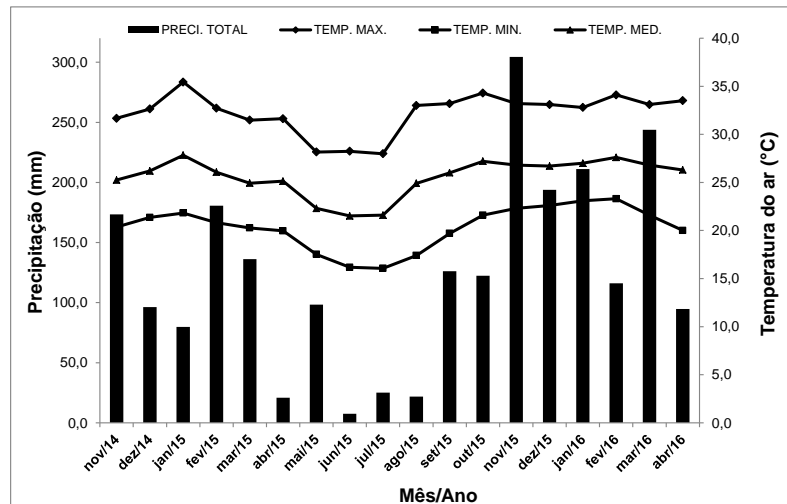
Grosso. **Agropecuária científica no semiárido**, Campina Grande, v. 10, n.4, p.14-18, 2015.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Inoculation of Brachiaria spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 125–131, 2016.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

VOGEL, G.; MARTINKOSKI, L.; RUZICKI, M. Efeitos da utilização de *Azospirillum brasilense* em poáceas forrageiras: Importâncias e resultados. **Agropecuária científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 1, 01-06, 2014.

Figura 1. Dados de temperatura do ar e precipitação entre a semeadura do experimento (2014/2015 até setembro de 2015. Selvíria – MS (2015).



Fonte: Estação meteorológica localizada na fazenda de ensino, pesquisa e extensão da Unesp-Ilha Solteira (FEPE), Selvíria-MS.

Tabela 1. Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 a 0,20 metros. Selvíria, Ma Grosso do Sul. 2014.

Prof.	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO ₄	V	m
(m)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³		CaCl ₂			mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	----	----
Área de Sequeiro													
0-0,20	33	25	4,4	2,5	13	7	58	11	22,5	80,5	14	28	33
Área Irrigada													
0-0,20	18	20	4,9	3,5	17	15	38	3,5	39	76,8	11	49	5,8

Tabela 2. Produtividade de massa de massa seca de forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu após consórcio com a cultura do milho Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos ¹	Sistema Irrigado		
	1º corte	2º corte	3º corte
	kg ha ⁻¹		
<i>Azospirillum brasilense</i>	6897 a	6324 a	1110 a
Ureia	5710 ab	5848 a	1452 a
Controle	5085 b	4144 b	1096 b
CV %	12,99	15,34	14,99
Tratamentos ¹	Sistema Sequeiro		
	1º corte	2º corte	3º corte
	kg ha ⁻¹		
<i>Azospirillum brasilense</i>	4757 ab	549 ab	1130
Ureia	5418 a	5147 a	1382
Controle	3798 b	4023 b	1003



CV %	16,44	8,08	21,19
-------------	-------	------	-------

¹ Azospirillum brasiliense aplicado via foliar; ureia aplicada a lanço, controle (sem adição de fertilizantes). *Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” a 5% de probabilidade.

Produção e Composição Químico-Bromatológica de Milheto Utilizando Diferentes Fontes e Doses de Nitrogênio.

Wilian Henrique Diniz Buso⁽¹⁾; Lidiane de Oliveira Silva⁽²⁾; Taiz Borges Ribeiro⁽³⁾; Alan Soares Machado⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor do Departamento de Agricultura e zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; wilian.buso@ifgoiano.edu.br; ⁽²⁾ Estudante do curso de Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; ⁽³⁾ Estudante do curso de Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás.

RESUMO: Avaliou-se neste estudo os efeitos de doses e diferentes fontes de N na produção e composição bromatológica de milheto forrageiro em condições de cerrado. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4x3 duas fontes de N (ureia e Novatec), quatro dosagens (0, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹) e três cortes, com quatro repetições. Os cortes de avaliação foram efetuados quando, no mínimo, 50% das plantas atingiram 0,80 m de altura. As variáveis analisadas foram PMV, MS, PB, FDN e FDA de todos os cortes. Não ocorreu interação significativa entre as variáveis analisadas para fontes e doses de N, doses de N e cortes, cortes e fontes de N e também a interação tripla fontes, cortes e dose de N. A PMV não apresentou diferença para fontes e doses de N e também entre os cortes. A MS foi estatisticamente diferente no terceiro (15,44%) corte e semelhantes no primeiro e segundo (12,30 e 13,08%, respectivamente). O teor de PB diferiu significativamente ($P < 0,05$) em todos os cortes onde o primeiro corte diferiu do segundo corte e o terceiro corte diferiu dos demais. Os teores de FDN e FDA diferiram entre os cortes, aumentando conforme avançou os cortes. As duas fontes de N são adequadas para o fornecimento deste nutriente para a cultura do milheto.

Termos de indexação: Massa verde, nutrição, *Pennisetum glaucum*.

INTRODUÇÃO

A utilização de milheto (*Pennisetum glaucum*) para pastejo pode ser uma alternativa para aumentar a disponibilidade de forragem nos meses de transição chuva/seca e seca/chuva, pois prolonga a estação de pastejo e reduz a demanda

por alimentos armazenados, além de promover um descanso para a recuperação completa da pastagem no início da estação chuvosa. Em sistemas de integração lavoura-pecuária, praticado em regiões tropicais, pode ser cultivado no outono/inverno para pastejo, durante o período seco, suspendendo-se o pastejo, no início do período chuvoso, para rebrota e acúmulo de massa para plantio direto (Queiroz et al., 2012).

De acordo com Santos et al. (2005) o milheto pode ser uma alternativa para pastejo no verão, quando comparado com pastagens nativas, tem alta capacidade de produção, assim permite incrementos a taxa de lotação e o ganho de peso vivo por área. Quando utilizado para pastejo o valor bromatológico varia no decorrer do seu ciclo. Os mesmos autores encontraram valores de massa seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de 15,2; 16,4 e 61,9%, respectivamente, quando avaliaram o milheto aos 35 dias de crescimento vegetativo em condições de pastejo, antes da entrada dos animais no piquete.

De acordo com Fagundes et al. (2006) o fornecimento de N em quantidades adequadas ao longo do período de desenvolvimento das plantas forrageiras, exerce papel fundamental no crescimento das pastagens, devido o N proveniente da mineralização da matéria orgânica não suprir a necessidade de forrageiras de elevada produtividade.

Assim, objetivou avaliar o efeito de doses e fontes de N na produção e composição bromatológica de milheto forrageiro em condições de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Federal Goiano–Campus Ceres. Na **figura 1** está representada o regime hídrico durante o período experimental.

Utilizou delineamento com blocos casualizados em esquema fatorial 2x4x3, duas fontes (ureia e Novatec), quatro doses (0, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹) e três cortes, com quatro repetições. As fontes utilizadas foram a ureia (45% de N) e o Novatec que é um sulfonitrato com 24% de N e 5% de S tratado com inibidor da nitrificação chamado dimetilpirazolfosfato (DMPP). O DMPP deixa o N estabilizado na forma de NH₄⁺ por um período de oito semanas no solo.

Foi utilizada a cultivar *Nutrifeed*. A semeadura foi realizada no dia 03/02/2013, a adubação de fósforo foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. E quinze dias após a semeadura foi feita a adubação de cobertura de 40 kg ha⁻¹ de K₂O e os tratamentos com nitrogênio em uma única aplicação. Os cortes foram realizados nos dias 09/03/2013, 29/03/2013 e 19/04/2013, a uma altura de 0,25 m acima do solo.

Cada unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de cinco metros lineares e espaçamento de 0,30 m, entre linha. Considerou-se como parcela útil as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m de cada extremidade. A parcela útil foi de 2,4 m². Os cortes de avaliação foram efetuados quando, no mínimo, 50% das plantas atingiram 0,80 m em relação ao solo. Após cada corte de avaliação, foi realizada a pesagem do material para determinação da produção de massa verde (PMV kg ha⁻¹).

Foram retiradas amostras de aproximadamente 500 g secas a 60°C até peso constante, em estufa de circulação forçada e moídas em moinho tipo Willey com peneira de um mm, armazenadas em frascos de acrílico com tampas de plástico e identificadas.

As variáveis analisadas foram: produção de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A composição bromatológica e N foram determinadas conforme a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os dados d foram submetidos à análise variância, incluindo todos os cortes e as médias comparadas pelo teste de SkottKnott ao nível de 5% de significância. As variáveis também foram avaliadas ajustando-se equações de regressão em função da dose de N aplicadas. As análises foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interações significativas ($p>0,05$) entre fontes e doses de N, doses de N e cortes, cortes e fontes de N e também a interação tripla fontes, cortes e dose de N para as variáveis PMV, MS, PB, FDN e FDA. Os ajustes através de regressões não foram significativos para as variáveis estudadas em função das doses de N.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) das duas fontes e doses de N para as variáveis PMV, MS, PB, FDN e FDA, conforme apresentado na **tabela 1**. Guimarães Júnior et al. (2009) obtiveram PMV de 12.350 kg ha⁻¹ de milho cortado com 37 dias após a emergência com adubação de 73 kg ha⁻¹ de N, resultados semelhantes aos obtidos nesta pesquisa.

Para o teor de MS ocorreu diferença significativa ($P<0,05$) entre os cortes (**Tabela 1**). O terceiro corte apresentou teor de MS de 15,44%, pois a redução de disponibilidade de água no solo proporcionou maior acúmulo de MS na parte aérea das plantas de milho. Costa et al. (2011) encontraram teores médios de MS de 15,20%, determinado no milho cortado aos 35 dias após a semeadura, com a aplicação de 67 kg ha⁻¹ de N. Resultados que correspondem ao terceiro corte da presente pesquisa. Resultados obtidos por Buso et al. (2014) que trabalharam com duas épocas de semeadura e encontraram valores médios de 9,95 e 10,59%, para dezembro/2010 e fevereiro/2011, respectivamente. De acordo com os autores a maior concentração de MS na semeadura da safrinha, provavelmente, pode ser explicado em função das condições climáticas, onde se verificou menor ocorrência de chuvas e, conseqüentemente, maior radiação solar. Esta situação proporcionou menor quantidade de água acumulada na parte aérea da planta, o que contribuiu para aumento no teor de MS.

O teor de PB diferiu significativamente ($P<0,05$) em todos os cortes, o primeiro corte apresentou teor de 20,15% diferindo do segundo corte com teor de 17,84% e o terceiro corte diferiu dos demais com teor de 16,10% (**Tabela 1**). Esta redução no teor de PB com o avanço dos cortes se deve ao fato da redução na disponibilidade de N proveniente da adubação ao longo do desenvolvimento das plantas e da redução na disponibilidade de água, que também pode influenciar na absorção de N. De acordo com Buso et al. (2014) verificaram diferença significativa para PB entre diferentes épocas de semeadura, cujos valores médios foram de 22,46 e 20,86%, para dezembro e fevereiro, respectivamente. Com semeadura em fevereiro Queiroz et al. (2012) obtiveram 16,14% de PB com colheita aos 30 dias.

Para a FDN ocorreu diferença estatística ($P < 0,05$) entre os cortes (**Tabela 1**). No terceiro corte o teor foi de 48,50% e diferiu do primeiro e segundo que foram estatisticamente iguais, cujos teores foram 47,34 e 46,23%, respectivamente. A maior presença da FDN no terceiro corte se justifica pela queda de PB na MS com o avanço dos cortes devido ao possível aumento na presença de colmos em relação a folhas. Como relatado no trabalho de Kollet et al. (2006) com três idades de cortes (35, 42 e 49 dias) observaram que à medida em que aumentava a idade de corte do milho ocorreu aumento dos teores de FDN, de 54,30% para 69,17%, aos 35 e 49 dias, respectivamente. Estas variações são atribuídas a redução de lâminas foliares e aumento das hastes, elevando os componentes fibrosos. Queiroz et al. (2012) trabalharam com a cultivar BRS 1501 e encontraram teores de FDN de 52,97; 48,86 e 55,29% para cortes em fevereiro, março e abril, respectivamente.

A FDA apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os cortes (**Tabela 1**). O terceiro corte diferiu dos demais cujo teor foi de 30,55%. Os valores de FDA obtidos nesta pesquisa são semelhantes aos preconizado por Mertens (1994), quando estabelece o valor máximo de 30%, como sendo o ideal para que ocorra maior consumo de forragem e melhor digestibilidade. Silva et al. (2012) verificaram aumento nos teores de FDA com o avanço dos cortes cujos teores variaram de 25,90 a 40,87% do primeiro para o terceiro corte. Os resultados obtidos pelos autores indicam que, com a realização dos cortes há aumento nos teores de FDA pelo aumento da fração colmo em relação a folhas.

CONCLUSÕES

As duas fontes de N podem ser utilizadas na cultura do milho.

O inibidor presente na fonte nitrogenada Novatec não aumentou a eficiência desta fonte.

Com o avanço dos cortes a qualidade da forragem de milho reduz.

REFERÊNCIAS

BUSO, W.H.D.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E. S. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.66 n.3, p.887-893, 2014.

CAMARGO, D.G.; ROCHA, M.G.; KOZLOSKI, G.V.; ELEJALDE, D.G.; BREMM, C.; POTTER, L.; ROSA,

A.T.N.; OLIVEIRA NETO, R.A. Consumo de forragem por cordeiras suplementadas em pastagem de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.509-514, 2009.

COSTA, V.G.; ROCHA, M.G.; POTTER, L. ROSO, D.; ROSA, A.T.N.; REIS, J. Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.2, p.251-259, 2011.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.M.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-Braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D. A. A.; JAYME, D. G.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Avaliação agrônômica de genótipos de milho (*P. glaucum*) plantados em período de safrinha. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.58, suplemento.1, p.629-632, 2009.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum*(L.)R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

Mertens D.R. **Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 450-493, 1994.

QUEIROZ, D. S.; SANTANA, S. S.; MURÇA, T. B.; SILVA, E. A.; VIANA, M. C. M.; RUAS, J. R. M. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.318-329, 2012.

R Development Core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2013.

SANTOS, D.T.; ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F.; GENRO, T.C.M.; MONTAGNER, D.B.; GONÇALVES, E.N.; ROMAN, J. Suplementos energéticos para recria de novilhas de corte em pastagens anuais: desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.209-219, 2005.

SILVA, A. G.; FARIAS JÚNIOR, O. L.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; RIOS, L. C.; MORAES FILHO, C. G.; FERREIRA, J. L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada.



Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v.13, n.1, p.67-75,
2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**
(Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG:
Universidade Federal de Viçosa, 2002. 340p.

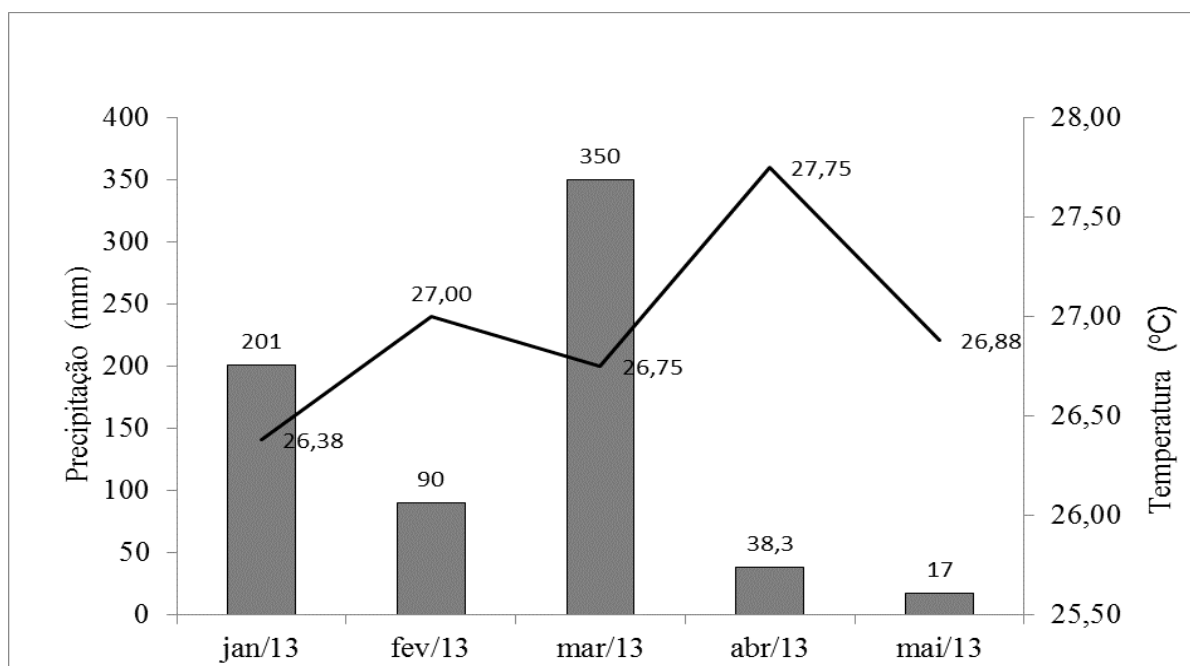


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) durante o período experimental (janeiro a maio de 2013). Fonte: Estação meteorológica do IF Goiano-Câmpus Ceres.

Tabela 1. Produção de Massa Verde (PMV), Teor de Matéria Seca (MS), proteína bruta na MS (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) Fibra em Detergente ácido (FDA) de milheto submetido a quatro doses e duas fontes de nitrogênio no município de Ceres-GO.

Fonte N	PMV (kg ha ⁻¹)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Ureia	12.210 a	13,62 a	17,60 a	47,68 a	29,33 a
Novatec	12.010 a	13,59 a	18,47 a	47,04 a	29,20 a
Corte	PMV (kg ha ⁻¹)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	11.190 a	12,30 b	20,15 a	46,23 b	28,44 b
2	13.060 a	13,08 b	17,84 b	47,34 b	28,80 b
3	12.090 a	15,44 a	16,10 c	48,50 a	30,55 a
CV (%)	27,86	9,66	10,58	5,82	5,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scottknott a 5% de probabilidade.

Produção e qualidade de grãos de milho sob doses de nitrogênio e bioestimulantes

Domingos da Costa Ferreira Júnior⁽¹⁾; Rodrigo Cadelca Júnior⁽²⁾; Caroline Gomes Ribeiro Sales⁽³⁾; Thiago Nunes Landim⁽⁴⁾; Ricardo Câmara Werlang⁽⁵⁾; Césio Humberto de Brito⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Jaboticabal, SP; junior.domingos@uol.com.br; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Engenheira Agrônoma, Cargill; ⁽⁴⁾ Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Aminoagro; ⁽⁶⁾ Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, e continua aumentando sua produtividade ao longo das décadas através do aperfeiçoamento e desenvolvimento de práticas como a adubação e a utilização de bioestimulantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioestimulantes de doses crescentes de nitrogênio sobre o peso de mil grãos, incidência de grãos ardidos e produtividade de grãos na cultura do milho. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013/2014, no município de Uberlândia, MG. Foi adotado um delineamento experimental de blocos casualizados, avaliando a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulantes e quatro doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 kg ha⁻¹) aplicado em cobertura. Não foi verificada interação significativa entre doses de nitrogênio e aplicação foliar de bioestimulante para todas as características avaliadas. Tanto a aplicação de doses crescentes de nitrogênio quanto a aplicação foliar de bioestimulantes aumentam significativamente a produtividade. Porém, ambos os fatores não proporcionam diferenças significativas para peso de mil grãos e incidência de grãos ardidos.

Termos de indexação: grão ardido; nutrição; adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial de milho. Nas últimas sete décadas a produção nacional deste grão aumentou 14,61 vezes, acompanhada de uma expansão de área cultivada de apenas 3,79 vezes (Galvão et al., 2014). Esse fenômeno ocorreu através de constante atualização de práticas e tecnologias modernas,

como adubações mais eficientes e uso de biorreguladores.

O nitrogênio é considerado o nutriente mais requerido pela cultura do milho, participando na formação de inúmeras estruturas e processos fisiológicos. Entretanto, menos da metade do fertilizante aplicado é utilizado pelas plantas e grande parte do nitrogênio residual acaba incorporada à matéria orgânica do solo, lixiviado ou volatilizado. Dessa forma, é preciso estudar constantemente formas de aumentar a eficácia do uso deste nutriente (Fernandes et al., 1998)

Os biorreguladores são compostos orgânicos que promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos da planta, pertencendo ao grupo de hormônios vegetais como as auxinas e giberelinas (Castro, 2006). Diferentes momentos, formas e doses de aplicação desses compostos podem apresentar diferentes efeitos sobre a produtividade e desenvolvimento de uma cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de biorreguladores associada a doses crescentes de nitrogênio sobre a produtividade e aspectos qualitativos de grãos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Uberlândia – MG, em área experimental da Syngenta Seeds (19° 05' 40" S; 48° 15' 39" O; 887 m). O estudo ocorreu no ano agrícola 2013/2014, em condições de segunda safra.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, representado presença ou ausência de bioestimulante e quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura (0; 50; 100; 150 kg ha⁻¹), com oito repetições por tratamento.

A parcela experimental foi constituída de seis linhas de 4,2 m de comprimento com espaçamento de 0,6 m entre linhas apresentando área de 15,12 m²; para as avaliações foram adotadas apenas as quatro linhas centrais das parcelas, constituindo uma área útil de 10,08 m². A semeadura foi mecânica em plantio direto, em área previamente cultivada com milho. Utilizou-se o híbrido Status[®] Vip3, com espaçamento entre linhas de 0,6 m e 4,2 sementes por metro linear, objetivando uma população de 70.000 plantas ha⁻¹.

Quando as plantas encontravam-se no estágio V₄, foi realizada aplicação foliar de 250 mL ha⁻¹ de bioestimulante, o que corresponde a 0,0125 g L⁻¹ de giberelina e auxina (AIA) e 0,0225 g L⁻¹ de citocinina.

Na semeadura foi realizada adubação em todas as parcelas 50 kg ha⁻¹. Um dia após a aplicação do bioestimulante, foi realizada manualmente adubação de cobertura representando doses crescentes de N (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹). A fonte de nitrogênio utilizada foi sulfato de amônia.

No dia da colheita, foram retiradas de cada parcela 20 espigas oriundas das duas linhas centrais da parcela para avaliação visual da incidência de grãos ardidos. Foi adotado o conceito de Pinto (2005), em que é considerado grão ardido aquele que possui um quarto ou mais, de sua superfície com descoloração causada pelo fungo, com cores que podem variar de marrom claro a roxo ou vermelho claro a vermelho intenso.

A colheita foi realizada mecanicamente, quando os grãos atingiram umidade de 25%. Determinou-se o peso dos grãos das parcelas por uma balança e a umidade por um determinador de umidade, ambos instalados na colhedora. Posteriormente para determinação da produtividade (kg ha⁻¹) houve uma correção da umidade para 13%.

Durante a colheita retirou-se uma amostra de cada parcela útil para análise do peso de 1000 grãos em laboratório. Para tal, foi utilizada a metodologia de peso de 1000 sementes proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Pesca (Brasil, 2009).

Todos os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias em função da aplicação de bioestimulante foram comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância, enquanto que as doses de nitrogênio, quando significativas, foram analisadas através de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores analisados não foi

significativa pelo teste F a 5% de significância, indicando que as doses de nitrogênio e a aplicação foliar de bioestimulantes agem de forma independente sobre as características estudadas.

Não houve diferença significativa para incidência de grãos ardidos em função da aplicação foliar de bioestimulante (**Tabela 1**) ou das doses de nitrogênio em cobertura. Muller (2013), analisando bioestimulante em plantas de milho, também não observou diferença significativa para porcentagem de grãos ardidos. Da mesma forma, Costa et al (2011) apresentam resultados condizentes em relação a doses de nitrogênio. A incidência de patógenos em espigas normalmente é afetada por outros fatores, como resistência genética do híbrido escolhido.

Resultados semelhantes foram observados para peso de mil grãos, em que nenhum dos fatores avaliados contribuiu para ocorrência de diferenças significativas (**Tabela 1**). Os dados condizem com o obtido por Fernandes et al (2005), que observaram que doses crescentes de nitrogênio não resultaram em maior massa de 100 grãos. Dourado Neto et al (2004) e Muller (2013) também não observaram diferenças para o peso de 1000 grãos em função da aplicação de bioestimulantes; isso pode ser devido ao fato de os bioestimulantes apresentarem uma ação maior no desenvolvimento inicial e emergência de plântulas (Dourado Neto et al., 2014).

A aplicação foliar de bioestimulante resultou em maior produtividade de grãos de milho (**Tabela 1**), em um valor de correspondente a cerca de 381 quilos. Ferreira et al. (2007), avaliando a utilização do mesmo bioestimulante em tratamento de sementes de milho, não observou incremento de produtividade; tal constatação reforça a ideia de que aplicação de bioestimulantes em diferentes estádios fenológicos da cultura podem resultar em efeitos distintos. A maior produtividade alcançada pode ser devido à presença de auxina e giberelina no bioestimulante, hormônios que favorecem maior desenvolvimento de raízes e conseqüente melhor absorção e utilização dos nutrientes disponíveis no solo (Xu et al, 2014; Yang et al, 2012).

Tabela 1 – Porcentagem de grãos ardidos, peso de mil grãos e produtividade de grãos em função da aplicação foliar de bioestimulante. Uberlândia, 2014.

Aplicação de bioestimulante	Grãos Ardidos (%)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Ausência	5,10 a*	389,44 a	10,216 a
Presença	5,01 a	394,27 a	9,836 b

CV (%)	27,89	3,14	2,15
--------	-------	------	------

*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

As doses crescentes de nitrogênio também contribuíram para uma maior produtividade (Figura 1), condizendo com resultados encontrados por Kaneko et al. (2015) e Ferreira et al. (2015). Os resultados podem ser explicados pelo fato de o nitrogênio ser o nutriente de maior demanda pela cultura do milho, afetando significativamente o desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente a produção da cultura (Farinelli & Lemos, 2012).

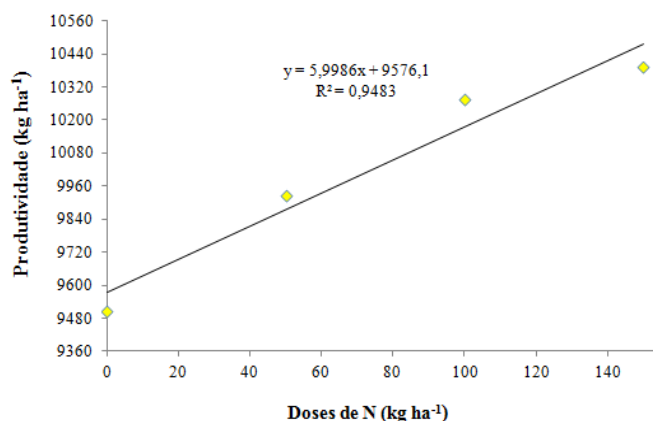


Figura 1. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicado em cobertura.

CONCLUSÕES

A aplicação de bioestimulante e de doses crescentes de nitrogênio contribuem significativamente para o aumento de produtividade. Porém, não afeta significativamente o peso de mil grãos e a incidência de grãos ardidos.

A eficiência da aplicação foliar de bioestimulantes é independente da aplicação de nitrogênio em cobertura.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R. BARBOSA, J.C. Espaço, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa v.29, n.1, p.467-473, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006. 46p.

COSTA, G.M.C.; COSTA, R.V.; COTA, L.V.; CRUZ, J.C.; SILVA, D.D.; NOLASCO, A.A.; LANZA, F.E.; PARREIRA, D.F.; RAMOS, T.C.D. Incidência de grãos ardidos em milho sob diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio. In: XLIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2011, Bento Gonçalves. **Anais...** Brasília: Tropical Plant Pathology, 2011, p.773.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.M. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.3, p.371-379, 2014.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.M.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.1-9, 2004.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.42, n.1, p.63-70, 2012,

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade de milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 247-254, 1998.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.C.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, suplemento, p.819-828, 2014.

KANEKO, F.H.; ARF, O.; SABUNDJIAN, M.T.; FERREIRA, J.P.; GITTI, D.C.; LEAL, A.J.F. **NASCIMENTO**. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, Tupã, v. 9, n.2, p. 191-196, 2015

MULLER, T.M. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapava, 2013.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M. Adubação nitrogenada na cultura do milho com uréia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p.659-670, 2015.



XU, T.; DAI, N.; CHEN, J.; NAGAWA, S.; CAO, M.; LI, H.; ZHOU, Z.; CHEN, X.; RYCKE, R.D.; RAKUSOVÁ, H.; WANG, W.; JONES, A.J.; FRIML, J.; PETERSON, S.E.; BLEECKER, A.B.; YANG, Z. Cell surface ABP1-TMK Auxin-Sensing Complex Activates ROP GTPase Signaling. **Science**, Nova York, v.343, n.6174, p.1025-1028, 2014.

YANG, D.L.; YAO, J.; MEI, C.S.; TONG, X.H.; ZENG, L.J.; LI, Q.; XIAO, L.T.; SUN, T.; LI, J.; DENG, X.W.; LEE, C.M.; THOMASHOW, M.F.; YANG, Y.; HE, Z.; HE, S.Y. Plant hormone jasmonate prioritizes defense over growth by interfering with gibberellin signaling cascade. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.109, n.19, p.1192-1200, 2015.

Produção forrageira das partes da planta de sorgo sacarino submetido a diferentes adubações em cobertura

Waldiney de Oliveira Campos ⁽¹⁾; Iran Dias Borges ⁽²⁾; Júnia de Paula Lara ⁽³⁾; Victor Fernando Ferreira ⁽⁴⁾; Renata Pereira da Costa ⁽⁵⁾; Carlos Eduardo Silva Ribeiro ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, waldineyoliveira10@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor doutor adjunto Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG. ⁽³⁾ Mestranda Universidade federal de São João Del Rei, PPGCA. ⁽⁴⁾ Graduando Universidade federal de São João Del Rei. ⁽⁵⁾ Graduanda Universidade federal de São João Del Rei. ⁽⁶⁾ Graduando Universidade federal de São João Del Rei.

RESUMO: A escassez de informações quanto às exigências nutricionais na cultura do sorgo sacarino justificam a realização de estudos que contemplem cultivares para indústria e para forragem. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa das diferentes partes da planta de sorgo sacarino, conduzido sem irrigação, submetido a diferentes doses de N e K₂O em cobertura. O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. Delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições, e tratamentos em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N) e potássio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) em cobertura com a cultivar BRS 509. Para uma boa produção de MV e MS de sorgo sacarino doses de nitrogênio entre 100 e 120 kg ha⁻¹ são adequadas. Os colmos são os maiores responsáveis pela produção de massa vegetal seguido pelas folhas e com pouca contribuição das panículas. A produção de MV e MS variam em função do aumento das doses de potássio.

Termos de indexação: sweet sorghum, adubação, bioenergia.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o sorgo encontrou seu mercado e se expandiu em regiões desfavoráveis ao cultivo de outros cereais e hoje possui alta produtividade de forragem e grão, também como cultura alternativa e em sucessão a cultura do milho. Dentre essas utilidades do sorgo destaca-se a produção de etanol com o sorgo sacarino. Contudo pouco se conhece a respeito de genótipos de sorgo sacarino quanto ao seu desempenho forrageiro. Para se tomar uma decisão quanto ao programa de fertilização da cultura é necessário conhecer o

comportamento e desempenho do sorgo em diferentes estratégias de adubação nitrogenada e potássica em cobertura, bem como o efeito disso em cada uma das partes da planta. A participação das informações da produção de massa na planta de sorgo nos permite subsidiar estratégias de fertilização da cultura quando da produção de forragem ou mesmo de etanol.

No mercado brasileiro está disponíveis diversas cultivares de sorgo, sendo que as exigências, como por exemplo, as nutricionais são variáveis, sendo que, o conhecimento de qual nutriente a planta necessita, da quantidade e do momento adequado para o seu fornecimento, constituem condições fundamentais para o equilíbrio nutricional da planta para a expressão máxima do seu potencial genético.

A escassez de informações quanto às exigências nutricionais na cultura do sorgo sacarino junto ao potencial de produtividade, em condições de solo e clima do Brasil, revela a necessidade de estudos que compreendam sua exigência (FRANCO, 2011).

Estudar a produção de massa nas diferentes partes da planta submetidas a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura é de fundamental importância para entender e subsidiar estratégias de definição das quantidades de nutrientes a se restituir ao solo para fins de manutenção da fertilidade (MACEDO JUNIOR, 1998).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de massa nas diferentes partes da planta de uma cultivar de sorgo sacarino submetido a quatro doses de adubação nitrogenada e quatro doses de adubação potássica em cobertura conduzidos sem irrigação suplementar na região central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ em Sete Lagoas – MG. O período de

condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. A área está localizada em terreno limítrofe ao CNPMS/EMBRAPA com as coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, altitude de 769 m. O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen (OMETTO, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

A correção do solo não foi necessária e na adubação de plantio foram aplicados 350 kg ha⁻¹ de 08-28-16, considerando resultados da análise química do solo e uma expectativa de produção acima de 60 t ha⁻¹ de massa verde (Ribeiro *et al.*, 1999).

No plantio adotou-se o espaçamento de 0.70 m, a densidade de 100000 plantas ha⁻¹, e parcelas com 04 linhas de 5.0 m sendo as duas centrais consideradas como úteis.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio em cobertura (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os modelos para ajuste das equações serão escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas: Distância, em metros, do solo ao topo da panícula em 6 plantas da parcela.

Massa verde e massa seca de cada parte da planta (colmo, folha e panícula) e da planta inteira.

Massa verde: pesagem das plantas colhidas na parcela e valores expressos em t ha⁻¹.

Massa seca: secagem de amostras de 450 gramas de material fresco em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até peso constante, valores expressos em t ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas não foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em cobertura, nas condições de realização deste trabalho.

A massa verde dos colmos teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 124,69 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Já para a massa verde das folhas, para cada 10 Kg de

nitrogênio aplicado em cobertura, a massa verde se reduz (3 kg ha⁻¹) com o aumento das doses de nitrogênio. O aumento da massa verde de panícula não se alterou com a dose de nitrogênio (**Figura 1**).

ALCANTARA, *et al.*, (2015) observa que o parcelamento da adubação contribui no aumento da produção de massa verde de sorgo forrageiro de todas as partes da planta,

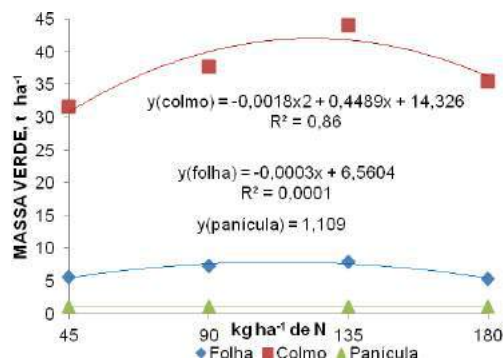


Figura 1: Valores para massa verde (t ha⁻¹) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa verde de folha teve comportamento quadrático em função do aumento da dose de potássio em cobertura independentemente da dose de nitrogênio adotada, atingindo o valor máximo obtido pela equação de regressão, entre 110 e 120 kg ha⁻¹ de N, na dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. O ponto máximo de massa verde obtido foi com menor dose de nitrogênio. (**Figura 2**).

Isto permite inferir que para produção de massa verde de folha de sorgo sacarino doses recomendadas de aproximadamente 120 kg ha⁻¹ de N e no máximo 150 kg ha⁻¹ de K₂O são suficientes para uma boa produção. BISSANI (2008) também observa que existe um limite para a aplicação de doses de fertilizantes em cobertura para o sorgo.

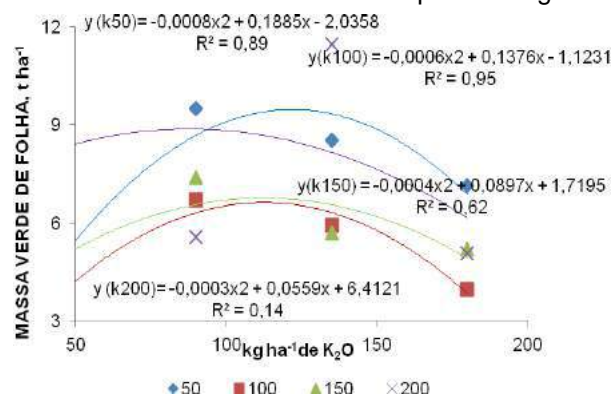


Figura 2: Valores para massa verde de folha (t ha⁻¹) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de K₂O (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para a massa verde da planta inteira de sorgo sacarino, observou-se comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 120,83 kg ha⁻¹ de N (**Figura 3**).

ALCANTARA, *et al*, (2015) obtêm 88 t ha⁻¹ de massa verde total com dose de 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

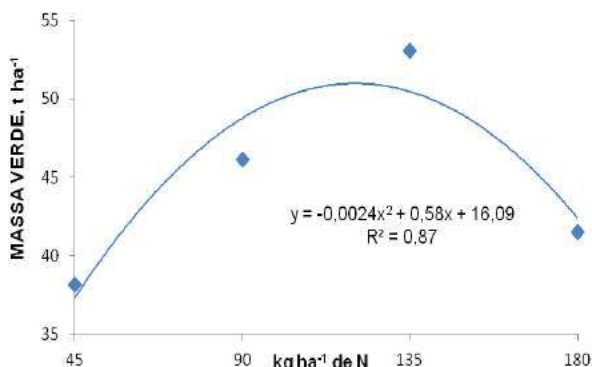


Figura 3: Valores para massa verde da planta inteira (t ha⁻¹) de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para massa seca de folha e de colmo, o comportamento foi quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão, entre 124 e 133 kg ha⁻¹ de N. Na panícula não teve variação de massa seca com o aumento das doses de nitrogênio. (**Figura 4**).

Isto permite inferir uma maior participação de folha e de colmo na massa seca total, com doses de aproximadamente 120 kg ha⁻¹ de N. A baixa contribuição da panícula é explicada pela busca de maior participação de colmo no melhoramento de sorgo sacarino e ocorrência de ataques de pássaros serem comuns para esta espécie.

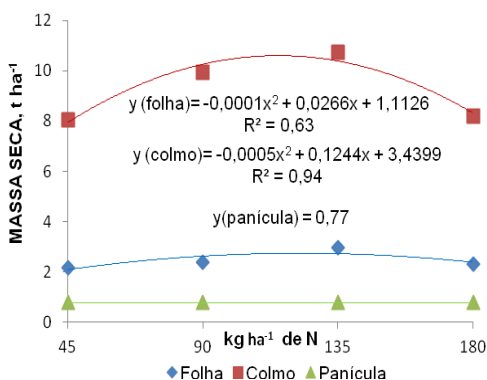


Figura 4 Valores para massa seca (t ha⁻¹) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A porcentagem de massa seca do colmo não

teve variação com o aumento das doses de nitrogênio, já a porcentagem de folha teve comportamento quadrático em função do valor máximo obtido pela equação de regressão entre 122,4 kg ha⁻¹ de N. Já a porcentagem de massa seca de panícula tende a decrescer com o aumento das doses de nitrogênio notavelmente até 90 kg ha⁻¹ de N. (**Figura 5**).

Segundo CARVALHO *et al*, (1992) se tratando das frações da planta de sorgo, o colmo é a que menos contribui para a elevação do teor de massa seca, seguido pelas folhas.

Este comportamento das diferentes partes com porcentagem de massa seca e previsível, para a panícula do sorgo sacarino, já que a genética tem priorização dos colmos.

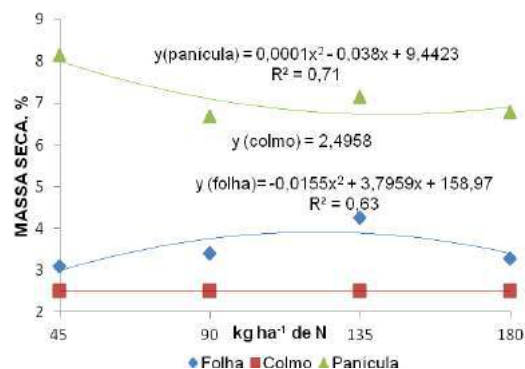


Figura 5: Valores para massa seca (%) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para massa seca da planta inteira de sorgo sacarino, observou-se comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 124 kg ha⁻¹ de N. (**Figura 6**). Superando o valor encontrado por OLIVEIRA *et al*, (2005), que evidencia com maior destaque a aplicação de 75 kg ha⁻¹ de N para porcentagem de massa seca.

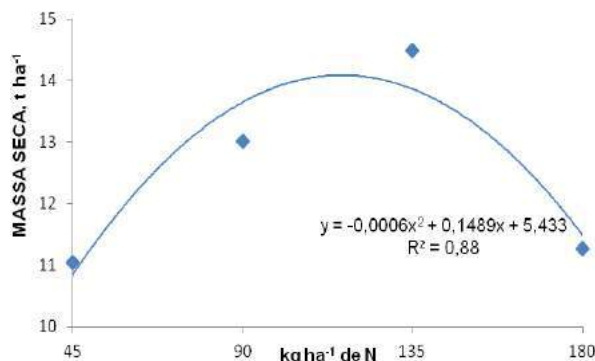


Figura 6: Valores para massa seca da planta inteira (t ha⁻¹) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG,

2016.

CONCLUSÕES

Para uma boa produção de massa verde e massa seca de sorgo sacarino doses de nitrogênio entre 100 e 120 kg ha⁻¹ são adequadas.

Os colmos são os maiores responsáveis pela produção de massa vegetal de sorgo sacarino, seguidos pelas folhas e com pouca contribuição das panículas.

A produção de massa verde e massa seca de sorgo sacarino variam pouco em função do aumento das doses de potássio.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Rafael Augusto da Costa Parrela e Flávia Cristina dos Santos pelo apoio e parceria.

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, P. B. X.; SOUZA, B.A.S.; SANTOS, S. L. L.; DAMACENO, Y. R. P.; CAMARA, F. T. Avaliação da resposta em massa verde do sorgo crioulo a adubação na Região do Cariri Cearese. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015, Fortaleza – CE.

BISSANI, C. A. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008. 344 p.

CARVALHO, D. D. J. B. Andrade & P. Biondi. 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta. Bol. Ind. Anim., 49 (2): 91-99.

DURÃES, Frederico OM. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônoma. **Agroenergia em Revista**, 3rd edn. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—EMBRAPA, Brasília, 2011.

FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

MACEDO JUNIOR, E. K. Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e Fertirrigação, em cultivo protegido. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu, 1998. 129p.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. S.; FILHO, O. R.; OLIVEIRA, E.R.; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S. Q. S. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Tropical, 35 (1): 45-53, 2005.

OMETTO, J. C. Classificação Climática. In: OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo: Ceres, 1981, p.390-398.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. Revista Agroenergia [Sorgo sacarino: Tecnologia Agrônoma e Industrial para Alimentos e Energia]. Brasília, Ano II, edição 3, p.6, ago, 2011.

RESENDE A. V. de; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa, 2009, p.8. Circular técnica, 119.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 325-327.

Produtividade de forragem e silagem de híbridos de milho associada à fixação biológica de nitrogênio e doses de nitrogênio em cobertura

Daniel C. SILVA⁽¹⁾; Natalia COSTA⁽²⁾; Ariana V. SILVA⁽³⁾; Juliana C. ARAÚJO⁽⁴⁾; Otavio D. GIUNTI⁽⁵⁾

⁽¹⁾Discente; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS; Muzambinho, Minas Gerais; danielcesariodc@gmail.com; ⁽²⁾Discente; IFSULDEMINAS; ⁽³⁾Docente; IFSULDEMINAS; ⁽⁴⁾Discente; IFSULDEMINAS; ⁽⁵⁾Docente; IFSULDEMINAS.

RESUMO: A silagem de milho apresenta boa aceitação pelos ruminantes. Para alcançar maiores produtividades, faz-se necessárias práticas agrícolas sustentáveis, destacando-se a inoculação com *Azospirillum brasilense*. Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a adubação nitrogenada em diferentes doses associada à inoculação biológica com bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* na produtividade de forragem e silagem de híbrido de milho convencional e transgênico na safra 2015/16. O delineamento experimental foi em DBC, esquema fatorial 2x4x2, sendo os híbridos de milho convencional 2B587 e o transgênico 2B587PW, quatro níveis de adubação nitrogenada em cobertura, 0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹ e dois níveis de inoculação, 0 e 200 mL no tratamento das sementes. Conclui-se que não há efeito na matéria verde em função dos diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura para os híbridos 2B587 e 2B587PW de milho e a presença ou não de *Azospirillum brasilense*. Enquanto que, o híbrido convencional 2B587 nas doses de 0 e 140 kg ha⁻¹ de N em cobertura apresentou maiores porcentagens de matéria seca.

Termos de indexação: Matéria verde. Matéria seca. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A silagem de milho como a de outros vegetais tem boa aceitação por ruminantes, pois esses animais conseguem assimilar o material fibroso. A silagem de milho é útil para vários tipos de criações, entre eles os bovinos sejam para a produção de leite e/ou para ganhos de peso (animais de corte). Preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem requer um teor de matéria seca (MS) entre

30 a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e proporcionar uma boa fermentação para uma melhor aceitação dos animais (Nussio et al., 2001).

Quando se objetiva maximizar a produtividade de silagem, é primordial o investimento em insumos, principalmente em fertilizantes nitrogenados que são a base para a cultura do milho (Epstein & Bloom, 2005), visto que os solos brasileiros em sua maioria apresentam nível baixo de nitrogênio disponível, o que torna a adubação nitrogenada uma prática indispensável (Dartora et al., 2013).

Todavia, é necessário utilizar novas tecnologias que visem à racionalização do uso de fertilizantes nitrogenados devido ao elevado custo econômico e ambiental do processo industrial de fixação de nitrogênio aliado ao aumento da demanda por alimentos (Dartora et al., 2013).

Dentre as novas práticas destaca-se a fixação biológica de nitrogênio utilizando as bactérias *Azospirillum* spp., que possuem a capacidade de romper a tripla ligação do nitrogênio através da enzima dinitrogenase reduzindo o N₂ à amônia, além de produzir fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas incrementando absorção da água e minerais, maior tolerância a estresses como salinidade e seca, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (Hungria, 2011).

Entre outras vantagens, Soares (2003) salienta o fato de não existirem perdas do N fixado, como ocorre com fertilizantes minerais, isso gera melhor aproveitamento deste nitrogênio pelas plantas. Além da economia de 30 a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de adubo sintético com a utilização desta técnica no Brasil (Fancelli, 2010).

Mas, em relação ao material genético, não existem estudos na literatura que afirmam se a resistência a herbicidas e inseticidas através da

transgenia interfere nas características agrônômicas de plantas de milho, em especial a produtividade.

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a adubação nitrogenada em diferentes doses associada à inoculação biológica com bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* na produtividade de forragem e silagem de híbrido de milho convencional e transgênico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, no ano agrícola de 2015/2016. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A classificação climática predominante da região segundo Köppen é Cwb, ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco (Sá Júnior et al., 2012). A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4x2, sendo dois híbridos de milho (convencional e transgênico), quatro doses de nitrogênio (0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹), na presença e ausência de *A. brasilense* (0 e 200 mL ha⁻¹) com três repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela experimental com 4,0 m de comprimento por 2,0 m de largura, no espaçamento entrelinhas de 0,50 m, ou seja, 12,0m². Sendo quatro linhas de plantio, as duas extremidades constituíram as bordaduras e nas duas linhas centrais procedeu-se a colheita da forragem e a determinação da matéria seca da silagem. A área total do experimento foi de 508 m².

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo na camada de 0-20 cm da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 9,8 mg dm⁻³; K – 133 mg dm⁻³; Ca – 2,89 cmolc dm⁻³; Mg 1,26 cmolc dm⁻³; Al – 0,00 cmolc dm⁻³; M.O. – 3,14 dag kg⁻²; Zn – 5,6 mg dm⁻³; Fe – 43,5 mg dm⁻³; Mn – 10,6 mg dm⁻³; Cu – 1,7 mg dm⁻³; B – 0,28 mg dm⁻³; S – 28,4 mg dm⁻³; V – 59,7%.

Para o preparo do solo, foi realizada uma operação de escarificação e duas de gradagem, e em seguida, no dia 29/10/2015 foi semeado os híbridos simples de milho, o convencional 2B587 e o transgênico 2B587PW, ambos precoces de grãos semidentados amarelo-alaranjados, com uma população de 80 mil plantas ha⁻¹, utilizando-se 360 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 após recomendação a partir da análise do solo.

A inoculação foi realizada à sombra e no momento do plantio, na dose de 200 mL com o

produto comercial Masterfix Gramineas® com as estirpes AbV5 e AbV6 de *A. brasilense* (2x10⁸ células viáveis mL⁻¹), pois o produto comercial utilizado neste estudo apresenta concentração mínima de 200 milhões de células viáveis mL⁻¹, conforme preconizado pela legislação brasileira (Hungria, 2011).

A adubação em cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência (DAS) no estágio V4, a base de nitrato de amônio, variando a dose de acordo com os tratamentos.

O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com a necessidade e de acordo com o monitoramento visando à sustentabilidade do agroecossistema, ou seja, manejo integrado de plantas daninhas, pragas e doenças. Desse modo realizaram-se duas aplicações de inseticidas, a primeira aos 20 DAS com inseticida do grupo químico Piretróide visando o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), a segunda do grupo químico Clorpirifós visando o controle da larva alfinete (*Diabrotica speciosa*) aos 35 DAS. O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando-se os herbicidas dos grupos Atrazine e Nicosulfurom ambos aplicados aos 15 DAS.

A colheita da silagem foi realizada aos 105 DAS no estágio compreendido entre R4 e R5, ou seja, quando os grãos estavam entre farináceo e farináceo-duro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste “F” e utilizando-se o programa SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011) e, ocorrendo diferença entre as médias, estas foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a produtividade de matéria verde, em relação aos quatro níveis de adubação em cobertura, a inoculação ou não com *Azospirillum brasilense* e a utilização de um híbrido convencional e outro transgênico, não houve diferenças significativas ao nível de 0,05 de probabilidade (**Tabela 1**).

Em relação à matéria seca, apenas a variável híbrido de milho houve diferença significativa, sendo que o convencional 2B587 apresentou a maior porcentagem (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Análise de variância para matéria verde e matéria seca de dois híbridos de milho, quatro doses de nitrogênio em cobertura e duas doses de inoculante. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

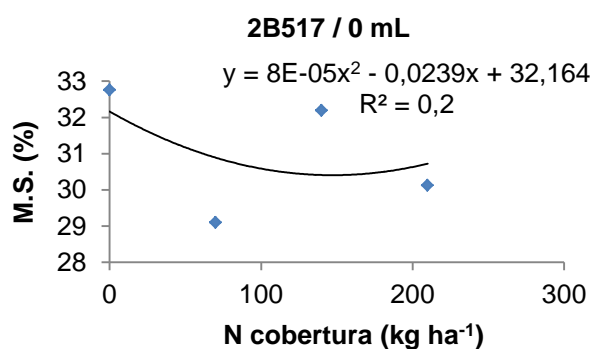
Fontes de Variação	Matéria Verde		
	G.L.	Q.M.	Pr>Fc
Dose N (N)	3	140,4	0,2809
Inoculação (I)	1	23,3	0,6408
Híbrido (H)	1	360,2	0,0737
N x I	3	30,7	0,8389
N x H	3	42,6	0,7108
I x H	1	328,13	0,0871
N x I x H	3	275,6	0,0681
Bloco	2	251,1	0,8090
Erro	30	105,3	
CV		14%	

Fontes de Variação	Matéria Seca		
	G.L.	Q.M.	Pr>Fc
Dose N (N)	3	1,2	0,8646
Inoculação (I)	1	4,3	0,3522
Híbrido (H)	1	81,6	0,0003*
N x I	3	8,0	0,1651
N x H	3	4,2	0,4600
I x H	1	2,99	0,4373
N x I x H	3	6,3	0,2901
Bloco	2	3,3	0,5131
Erro	30	4,8	
CV		7,5%	

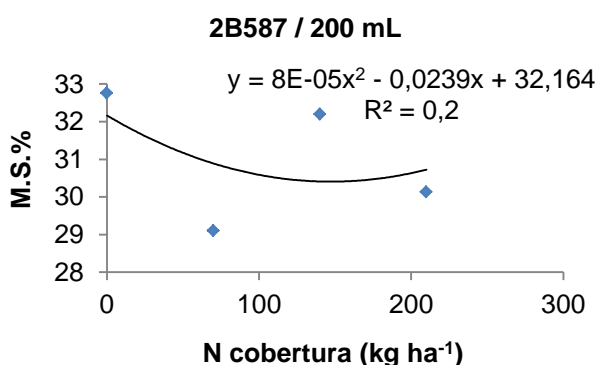
Diante disso, analisando as interações dos tratamentos, certifica-se na interação híbrido x doses de adubação, quando se aplica as doses de 0 e 140 kg ha⁻¹ de N, o híbrido 2B587 apresenta maiores níveis de matéria seca em comparação ao 2B587PW, além de que nas doses de 70 e 210 kg ha⁻¹ de N a variável analisada não diferiu significativamente (**Figura 1**).

Para o híbrido 2B587, a porcentagem de MS é maior na ausência da cobertura de nitrogênio. Para o 2B587PW, maiores níveis de MS são observados nas doses próximas a 100 kg ha⁻¹ (**Figura 1**).

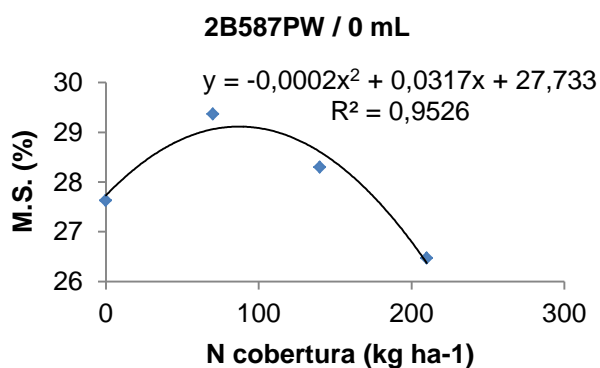
A)



B)



C)



D)

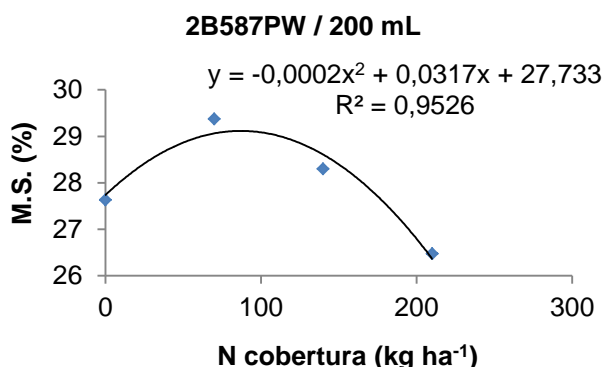


Figura 1. Comportamento dos genótipos 2B587 e 2B587PW e doses de inoculante para matéria seca em diferentes níveis de adubação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

Conforme os dados pluviométricos durante o ciclo da cultura (**Figura 2**) pode-se inferir que o excesso de chuva pode ter causado uma lixiviação do nitrogênio aplicado à base de nitrato de amônio, ocasionando na não diferença significativa nas doses aplicadas em cobertura.

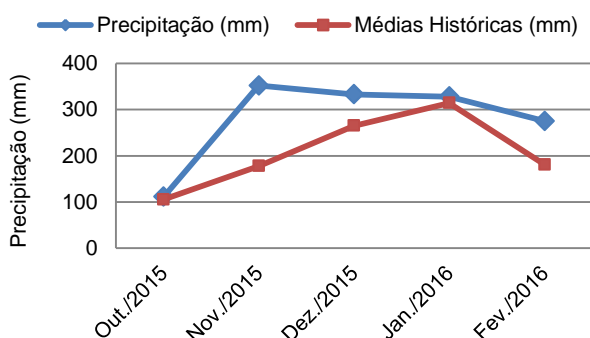


Figura 2. Comparativo entre precipitação durante o ciclo da cultura com as médias históricas. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

Para a inoculação, necessita-se de uma melhor compreensão das estirpes ao ambiente de cultivo (tipo de manejo de solo e condições climáticas) além da eficiência na assimilação de nitrogênio em condições de campo, bem como a interação entre o tempo de produção e o uso do inoculante na propriedade rural e a dose utilizada no tratamento de sementes (Silva et. al., 2011).

Os dados obtidos para matéria seca não se relacionam com outros publicados (Araújo et al., 2004; Gomes et al., 2007), visto que não foi observada uma linearidade positivas de acúmulo de massa de matéria seca pelas plantas em função do aumento da aplicação de doses de N.

CONCLUSÕES

Conclui-se que não há efeito na matéria verde em função dos diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura para os híbridos 2B587 e 2B587PW de milho e a presença ou não de *Azospirillum brasilense*. Enquanto que, o híbrido convencional 2B587 nas doses de 0 e 140 kg ha⁻¹ de N em cobertura apresentou maiores porcentagens de matéria seca.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica e aos IFSULDEMNAS *campus* Muzambinho pelo apoio e infraestrutura.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

DARTORA, J. **Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicaena* cultura do milho**. 17 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Marechal Cândido Rondon, 2013. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 15 ago. 2014.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspective. 2. ed., **Sinauer Associates**, 400 p., 2005.

FANCELLI, A. L. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. Piracicaba: IPNI – International Plant Nutrition Institute Brazil, 2010. 16 p. (IPNI. Informações Agrônômicas, 131).

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. X. de; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sobre plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31. n. 5. p. 931-938, 2007.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2011. 37 p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 325).

KÖPPEN, W. **Climatología**: conunestudio de los climas de La Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. p.127-145. Maringá, 2001. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais...**, Maringá, 2001.

SILVA, A. G. da; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. de C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha**. In: Seminário Nacional Milho Safrinha, 12., 2013. Dourados, 2013. 6 p.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP, 2003.

SÁ JÚNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, p. 1-7, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Produtividade de grãos de milho em sistema de Integração Lavoura-Pecuária após inoculação com *Azospirillum brasiliense* em Cerrado

Viviane Cristina Modesto⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾; Allan Hisashi Nakao⁽⁴⁾; Lourdes Dickmann⁽⁵⁾; Leandro Alves Freitas⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Doutoranda do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, vivianemodesto@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/FEIS; ^(3,4,5,6) Pós-graduandos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP/FEIS.

RESUMO: Considerando a resposta positiva do cultivo consorciado de culturas produtoras de grãos com espécies forrageiras na disponibilização de forragem no período de escassez, aliado ao manejo do nitrogênio e da sua fixação biológica objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho, sob efeito da inoculação ou não com *Azospirillum brasiliense* nas sementes de milho em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). Os experimentos foram conduzidos em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, sob condições irrigadas e de sequeiro, no Cerrado de baixa altitude. Os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Para determinação da produtividade de grãos foram coletadas todas as espigas da parcela útil, debulhadas e pesadas para transformação em kg ha⁻¹. O consórcio milho+capim-marandu aliado à inoculação com *A. brasiliense* nas sementes do milho em sistema irrigado proporcionou maior produtividade de grãos. Enquanto que em sistema de sequeiro, somente o consórcio sem inoculação nas sementes de milho proporcionaram maior produtividade de grãos.

Termos de indexação: *Zea mays*; bactérias diazotróficas; rendimento de grãos

INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração-lavoura-pecuária, aliados aos sistemas de Plantio Direto promovem melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, pois pela rotação de culturas há inclusão de espécies com diferentes sistemas radiculares, além de resíduos vegetais com diferentes relações C/N, o que contribui para

alterações das taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes (Costa et al., 2015), além de fornecer palhada para a cultura subsequente.

O uso de fertilizantes químicos nitrogenados na cultura do milho é um dos fatores que mais onera os custos de produção, além de que, o fato de ocorrerem perdas significativas durante os cultivos causam danos ao meio ambiente (Matsumura et al., 2015). Assim, alternativas visando ao aumento da eficiência de utilização do nitrogênio, pelo uso de bactérias fixadoras (FBN), especialmente as do gênero *Azospirillum*, que atuam suprindo diretamente a demanda vegetal por nutrientes e água, através de mecanismos diretos de promoção do crescimento, aumento da resistência e tolerância das plantas contra estresses bióticos e abióticos são necessárias (Spolaor et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho advindo de sementes inoculadas ou não com *Azospirillum brasiliense* em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no ano agrícola (2015/2016), em área de Cerrado de baixa altitude irrigada (pivô central) e de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS.

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados diários referentes às temperaturas máximas, mínima, e precipitação pluvial foram coletados junto

à estação meteorológica situada na FEPE (FEIS/UNESP) e encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso e está sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto há 10 anos, sendo a cultura anterior o capim-marandu. Foram coletadas amostras de solo deformadas, com trado de rosca na profundidade de 0 a 0,20 m para a caracterização de sua fertilidade inicial (Raij et al., 2001) que encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo seis tratamentos, constituídos do cultivo do híbrido simples de milho DKB 350 YG (exclusivamente ou em consórcio com a *Urochloa brizantha* cv. Marandu) com ou sem a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, assim descritos: milho (solteiro) com semente inoculada; milho (solteiro) sem semente inoculada; milho + capim-marandu (consórcio) sem inoculação; milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação em ambas as sementes; milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação das sementes do milho e milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação das sementes do capim.

O preparo da área foi realizado com dessecação preliminar, feita com uso do herbicida Glyphosate, com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (triton). A cultura do milho foi semeada mecanicamente (0,45 m entrelinhas) por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, objetivando-se atingir um estande final de 60.000 plantas ha⁻¹.

A semeadura do capim-marandu foi realizada simultaneamente ao milho, sendo efetuado com a mistura das sementes do capim com o adubo de semeadura que constituiu de 300 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 (24 kg ha⁻¹ de N, 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O). As sementes do milho e/ou forrageira foram inoculadas à sombra com o inoculante líquido, momentos antes da semeadura, utilizando-se da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. Durante a condução da cultura foram realizadas as práticas fitotécnicas de acordo com a sua necessidade.

Para determinação da produtividade foram coletadas todas as espigas da parcela útil, debulhadas e pesadas para transformação em kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de "t", utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de pluviosidade e temperatura do ar (Figura 1) indicam que as condições do clima foram adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O estresse hídrico na cultura do milho limita desenvolvimento da espiga e a translocação de carboidratos para os grãos, além de afetar a resposta da planta ao nitrogênio (Kappes et al., 2013).

Na Tabela 2 constam os efeitos da inoculação ou não com *Azospirillum brasilense* nas sementes de milho em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) sobre os valores médios de produtividade do milho.

Observaram-se em ambas as áreas (irrigada e de sequeiro) resultados significativos para a produtividade de grãos, com destaque para a área irrigada, onde os valores de produtividade foram superiores em relação à área de sequeiro, fato decorrente do maior controle e disponibilidade de água.

A inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* aliada ao consórcio com capim-marandu proporcionou o melhor resultado, provavelmente em decorrência dos benefícios proporcionados pelas bactérias diazotróficas na FBN, absorção de água, nutrientes devido ao incremento radicular, além do melhor condicionamento do solo e mineralização da matéria orgânica proporcionado pelo consórcio.

Em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, especialmente em sistema de integração lavoura-pasto, ocorre aumento da produtividade de grãos após a pastagem, que também produz mais após o solo ser utilizado para cultivo de grãos (Cordeiro et al., 2015), proporcionando benefício mútuo para ambos os sistemas

Kappes et al. (2013) concluíram que sementes de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* proporcionaram maior produtividade (9,4%). Os autores ressaltaram o papel significativo das bactérias diazotróficas no desempenho desta cultura, ao mesmo tempo em que demonstram o potencial de utilização da tecnologia estudada

Ainda no experimento sob pivô central, o tratamento que recebeu inoculação em ambas as sementes (milho e capim-marandu), apresentou menor produtividade, possivelmente devido à maior competição entre as plantas de milho e capim por nutrientes e água. Segundo Pariz et al. (2011) o comportamento da cultura do milho quando em consórcio com *Urochloas* pode prejudicar desenvolvimento e consequentemente a produtividade de grãos, pois é influenciado principalmente pela velocidade de estabelecimento

da forrageira e aumento da competição por água, luz e nutrientes.

A inoculação de sementes de milho em área de sequeiro nas condições edafoclimáticas do Cerrado de baixa altitude não foram suficientes para o incremento em produtividade de modo expressivo. Silva et al. (2015) relatam que o plantio da forrageira na linha do milho pode favorecer o crescimento da *Urochloa* devido sua proximidade com o adubo depositado na linha, visando a nutrição do milho, causando efeito negativo sobre a cultura, o que pode ter ocorrido nesse experimento. Ainda que não tenham altos incrementos em produtividade, o consórcio é a alternativa mais viável, pois aumenta a quantidade de palha necessária para manutenção do sistema de Plantio Direto ou formação de pastagem para aproveitamento pelos animais (Cecon et al., 2014).

Apesar de o estudo apresentar resultados satisfatórios, são necessárias outras pesquisas utilizando *Azospirillum brasilense* e genótipos de milho em sistemas de consórcio para se alcançar viabilidade no uso dessas bactérias e usufruir dos benefícios que esse tipo de microrganismo pode trazer para a cultura.

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasilense* em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em Plantio Direto favoreceu a produtividade de grãos de milho em área irrigada

O consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em condições de sequeiro proporcionaram incrementos em produtividade devido às melhorias de qualidade físico-química do solo.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora, através do processo 2014/02697-1.

REFERÊNCIAS

CECON, G.; SILVA, J. F.; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em

Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 852-863, June 2015 .

CORDEIRO et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta : o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, 2015. 393 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. (2003) Sisvar: versão 4.2. Lavras: UFLA.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.

MATSUMURA, E. E.; SECCO, E. A.; MOREIRA, R. S.; PAIS dos SANTOS, O. J. A.; HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, A. L. M. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, v. 65, n. 4, p. 2187-2200, 2015.

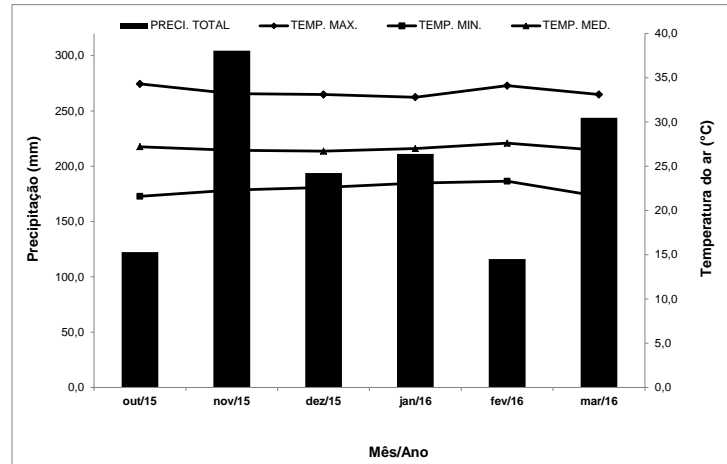
PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIODEROLLI, C. A. Technical and economic performance of corn intercropped with *Panicum* and *Brachiaria* forage in crop-livestock integration system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, p. 360-370, 2009.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M. F.; MOREIRA DE, M. A.; SILVA A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R. CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, 1394-1400, 2015.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, PAIS dos SANTOS, O. J. A.; OLIVEIRA, MARTINEZ DE, A. M.; SCAPIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. A.. Bactérias promotoras de crescimento associadas à adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca. **Bragantia**, Campinas , v. 75, n. 1, p. 33-40, Mar. 2016.

Figura 1. Dados de temperatura do ar e precipitação entre a semeadura e colheita dos experimentos (2015/2016). Selvíria – MS (2016).



Fonte: Estação meteorológica localizada na fazenda de ensino, pesquisa e extensão da Unesp-Ilha Solteira (FEPE), Selvíria-MS.

Tabela 1. Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 a 0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul.

Prof. (m)	P mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	Al	SB	CTC	S-SO ₄ mg dm ⁻³	V %	m
Área de Sequeiro													
0-0,20	33	25	4,4	2,5	13	7	58	11	22,5	80,5	14	28	33
Área Irrigada													
0-0,20	18	20	4,9	3,5	17	15	38	3,5	39	76,8	11	49	5,8

Tabela 2. Produtividade do híbrido de milho DKB 350, exclusivamente ou em consórcio com capim-marandu e inoculação ou não das sementes com *Azospirillum brasilense*. Selvíria – MS, 2015/2016.

Tratamentos ¹	Irrigado	Sequeiro
	kg ha ⁻¹	
	*	*
MSSI	7335 ab	4295 c
MCSI	6768 abc	6422 a
MCIU	6320 bc	6154 a
MCIM	7388 a	4872 bc
MSI	6201 c	4975 bc
MCIMU	6084 c	5568 ab
CV %	10,42	12,32

¹ MSSI = Milho (solteiro) sem semente inoculada; MCSI = Milho + capim-marandu (consórcio) sem inoculação; MCIU = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação nas sementes do capim; MCIM = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação nas sementes do milho; MSI = Milho (solteiro) com semente inoculada; MCIMU = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação em ambas as sementes. *Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste "t" a 5% de probabilidade.



Produtividade de milho convencional 2B587 em diferentes doses de Nitrogênio

Rodrigo Moreira Albano da Silva⁽¹⁾; Eduarda de Oliveira⁽²⁾; Ariana Vieira Silva⁽³⁾; Antônio Carlos Oliveira Junior⁽⁴⁾; Guilherme Vinicius Teixeira⁽⁵⁾; Marcelo Bregagnoli⁽⁶⁾

⁽¹⁾Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS) - *campus* Muzambinho; Muzambinho, Minas Gerais, rmoreiraas@gmail.com; ⁽²⁾Estudante IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; ⁽³⁾ Professora; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; ⁽⁴⁾ Estudante; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; ⁽⁵⁾ Estudante; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho.; ⁽⁶⁾ Reitor; IFSULDEMINAS - *campus* Pouso Alegre.

RESUMO: O nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em grandes quantidades pelas plantas. Nesse trabalho objetivou-se avaliar, cinco doses de nitrogênio para observar se há interferência na produtividade do milho híbrido convencional 2B587. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho, o híbrido de milho utilizado foi o 2B587. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados cinco doses de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 N ha⁻¹) com 4 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente, utilizando o teste F pelo SISVAR ao nível de probabilidade de 5%. Foi avaliado produtividade, número de fileiras, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga. A produtividade foi influenciada pelas doses, enquanto que o número de fileiras não houve incremento. O número de grãos por fileira e o diâmetro foi aumentado de acordo com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura.

INTRODUÇÃO

O milho é um cereal de grande importância na alimentação humana e animal, fazendo com que o mesmo, seja extremamente usado no Brasil e no mundo (Demarchi, 2012).

O nitrogênio é o nutriente mais extraído do solo, justificando maiores investimentos em adubação para o milho, pois sua exportação acaba sendo extremamente significativa quando comparada aos outros nutrientes (NEUMANN et al., 2005).

Segundo Lopes (1995), para produção de 10 t ha⁻¹ de milho são necessários 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

O nitrogênio (N) pode ser absorvido pelas plantas de duas maneiras: por nitrato (NO₃⁻) e amônio (NH₄⁺), a maioria das culturas absorve grande quantidade na forma de nitrato, porém

estudos comprovam que a cultura do milho consegue absorver grande parte em amônio (Lopes, 1995).

Uma boa adubação de N promove redução de água no grão, significa dizer que a planta consegue acumular mais carboidratos, conferindo um incremento de produtividade do milho de até 3,5 t ha⁻¹ (Lopes, 1995).

Considerando isso, o presente trabalho objetivou avaliar se houve incremento na produtividade de milho convencional com cinco doses de sulfato de amônio (0, 60, 120, 180 e 240 kg N ha⁻¹).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, no ano agrícola de 2014/2015. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 12,9 mg dm⁻³; K – 220 mg dm⁻³; Ca – 3,06 cmolc dm⁻³; Mg – 1,70 cmolc dm⁻³; Al – 0,04 cmolc dm⁻³; M.O. – 3,14 dag kg⁻²; Zn – 15,3 mg dm⁻³; Fe – 44,0 mg dm⁻³; Mn – 12,5 mg dm⁻³; Cu – 2,3 mg dm⁻³; B – 0,26 mg dm⁻³; S – 11,7 mg dm⁻³; V – 66,2%.

Após isso foi realizado preparo convencional do solo caracterizado por uma aração e duas gradagens no dia 9 de janeiro de 2015.

O híbrido usado foi o 2B587 e sua semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2015 na densidade

de 80 mil plantas ha^{-1} , com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados cinco doses diferentes de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha^{-1}), essas, com 4 repetições.

As adubações de semeadura foram realizadas manualmente com 250 kg ha^{-1} de 8-28-16. O sulfato de amônio foi aplicado em cobertura quando as plantas estavam com cinco a seis folhas totalmente expandidas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foi realizada uma pulverização com a mistura de atrazina e nicosulfurom a fim de controlar plantas invasoras, além de um inseticida a base de clorpirifós para o controle da lagarta do cartucho e vaquinha.

Foram avaliados a produtividade em toneladas por hectare além de número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, avaliando-se 10 plantas por parcela e estabelecendo a média e os ajustes para as unidades usuais.

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente através do teste F e regressão ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quesito produtividade de grãos vale ressaltar que a mesmo o tratamento com 0 kg de N ha^{-1} obteve produção bem maior que a média nacional apresentada pela Conab (2015) de 5294 Kg ha^{-1} , podendo concluir que o solo onde se desenvolveu o trabalho possui uma boa capacidade de suprimento de N.

Como se pode ver na **figura 1**, o tratamento com 0 kg de N ha^{-1} produziu pouco mais que 9,5 t ha^{-1} e o outro extremo com 240 kg de N ha^{-1} produziu um pouco mais que 11 t ha^{-1} , ou seja, um incremento de 1,5 t ha^{-1} apesar dessa diferença não ser significativa estatisticamente. Segundo Pereira et al. (1999), para o N ser significativo na produtividade, são necessárias condições favoráveis de clima e a capacidade do solo em fornecer N.

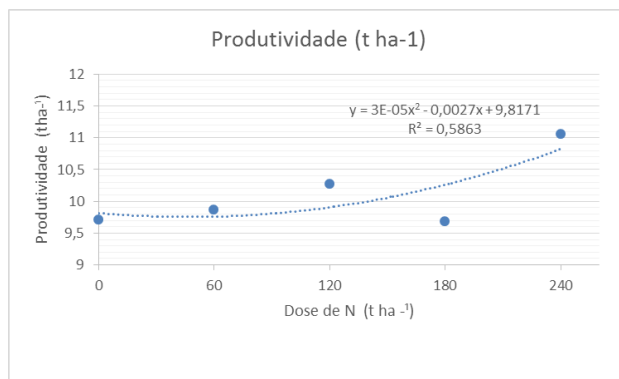


Figura 1. Produtividade de milho (t ha^{-1}) em função a dose de N ha^{-1} .

Em relação ao número de fileiras por espiga, retratado na **figura 2**, não ocorreu diferença significativa. Esse resultado já era esperado, considerando-se que o número de fileiras por espiga é um componente dependente da característica genética do genótipo (Caires, 2016; Fernandes et al., 2005; Valderrama et al., 2011).

Nesse cenário vale salientar, que os números de fileiras são sempre pares, porém as médias das avaliações podem expressar valores ímpares e não inteiros em decorrência do uso de metodologias que não contemplem suas particularidades.. (CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010; VALDERRAMA et al., 2011)

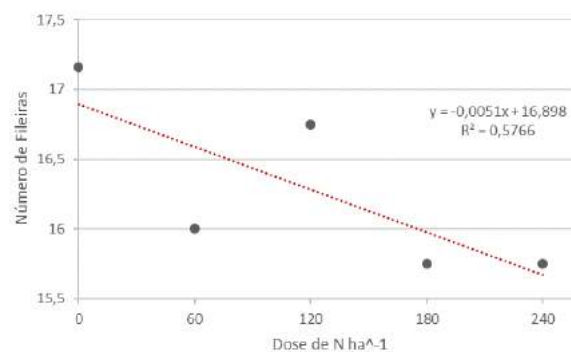


Figura 2. Número de fileiras por espiga em função a dose de N ha^{-1} .

O número de grãos por fileira (**Figura 3**) teve resultado positivo de acordo com o aumento da dosagem de N. Os resultados foram de 33,2 para próximo de 33,6. O valor médio foi de 32,6, considerado valor médio baixo. De acordo com Balbinot Júnior (2005), os valores médios foram de 38,2 para o número de grãos por fileira.

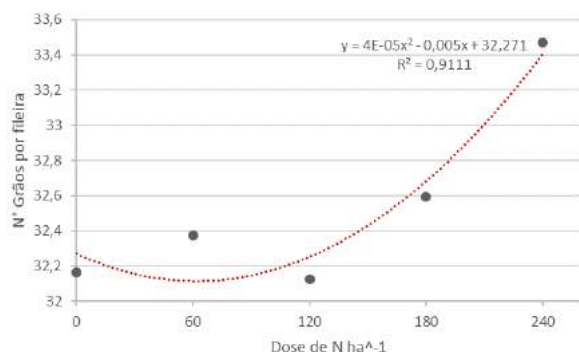


Figura 3. Número de grãos por fileira em função a dose de N ha⁻¹.

Já o diâmetro de espiga, apresentado na **figura 4**, teve uma boa variação saindo de 47,8 mm sob uma adubação de cobertura correspondente a 0 kg ha⁻¹ para próximo de 49 mm com a adubação de 240 kg ha⁻¹. Isso confere diretamente ao tamanho do grão e, conseqüentemente a densidade dos grãos. Lopes et al. (2010) também encontraram número maiores para diâmetro da espiga de acordo com o aumento de doses de N.

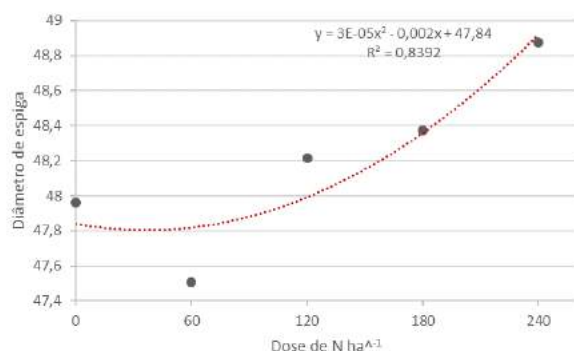


Figura 4. Diâmetro da espiga (mm) em função a dose de N ha⁻¹.

CONCLUSÕES

A produtividade foi influenciada pelas doses, enquanto que o número de fileiras não houve incremento. O número de grãos por fileira e o diâmetro foi aumentado de acordo com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho pelo apoio e infraestrutura, pela orientação dos professores Ariana e Marcelo e aos colegas que contribuíram no trabalho.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JÚNIOR., A. et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.2, p.161-166, 2005. Disponível em: <<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/1184/977>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração *Revista Bragantia*, Campinas v. 75, n. 1, p.87-95, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006-87052016000100087&lang=pt#B12>. Acesso em: 04 dez. 2015.

CONAB. **Safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.9 - Nono Levantamento, Brasília, p. 1-104, Junho. 2015.

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Controle Genético do Número de Fileiras da Espiga do Milho**. Goiânia: Cnms, 2010. 5 p.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária**. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2011_12.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2016.

FERNANDES, F. C. S. et al. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p.195-204, fev. 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/RBMS/v04n02/v04n02a06.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. Lavras: Ufla, p. 186, 1995.

LOPES, M. S. Comprimento, Diâmetro e Matéria Seca da Espiga em Milho sob Influência de Vários Níveis de Nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **CD Room...** Goiânia: Embrapa, 2010. p. 1385-1390. Disponível em: <http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0188.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2016.

NEUMANN, M. et al. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em



cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, p.418-427, nov. 2005.

PEREIRA, S. L.; ARAÚJO, G. A. A.; SEDIYAMA, C. S.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P. R. Efeitos da adubação nitrogenada e molíbdica sobre a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, p. 790-798, 1999.

RESENDE, M. et al. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M. C. T. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 254-263, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Produtividade de milho em diferentes métodos de aplicação de dejetos líquido suíno e fertilizante mineral

Gustavo Ferreira de Oliveira ⁽¹⁾; Marco Segalla Prazeres ⁽¹⁾; Diego Fernando Roters ⁽²⁾; Camila Segalla Prazeres ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Mestrandos em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC; ⁽²⁾ Doutorando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC; ⁽³⁾ Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC. E-mail: marcossegalla@hotmail.com.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de milho em diferentes métodos de aplicação de dejetos líquidos suínos (DLS) e fertilizante mineral (NPK), em um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, na região do Planalto Sul Catarinense, durante a safra 2015/2016. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos compreenderam duas formas de aplicação: superficial e incorporada; dois tipos de fertilizantes: fertilizante mineral (NPK) e o dejetos líquidos suínos (DLS); além de um controle sem fertilizante. O rendimento de grãos foi influenciado pelos tratamentos, que aumentaram através da aplicação do fertilizante mineral ou do dejetos líquidos suínos, no entanto não houve diferença significativa entre os métodos aplicados.

Termos de indexação: rendimento, formas de aplicação, fertilizantes.

INTRODUÇÃO

A suinocultura se destaca pela importância econômica na Região Sul como uma atividade geradora de emprego e renda, dando sustentação ao desenvolvimento agroindustrial competitivo no cenário nacional e internacional (SEGANFREDO, 2007). Contudo, a forma de exploração pecuária de suínos confinados se torna uma atividade concentradora de dejetos.

Nos últimos anos uma atenção passou a ser dada na reciclagem destes resíduos, com o objetivo de reduzir o impacto sobre o ambiente através da capacidade cicladora do solo (BARILI, 2005). A utilização de dejetos suínos na agricultura tornou-se uma prática agrícola ambientalmente correta, desde que os critérios técnicos de recomendação sejam obedecidos para sua aplicação no solo (CORRÊA, 2011). Considerando o potencial fertilizante e a viabilidade econômica desses resíduos em substituição à adubação mineral, os efeitos positivos na semeadura direta (ARRUDA, 2010). O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho, sob diferentes formas de aplicação de dejetos líquidos suínos (DLS) e fertilizante mineral (NPK).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2015/2016 na área experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV), no município de Lages. O solo descrito como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006) foi manejado sob semeadura direta desde o ano de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, que constituíram um arranjo fatorial de 2 x 3, sendo dois métodos de aplicação: superficial e incorporado; combinado com duas fertilizações: fertilizante mineral (NPK) e DLS (Dejetos Líquidos Suínos), que compreenderam doses de 130, 185 e 70 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente e o DLS a dose 40 m³.ha⁻¹, fixada para fornecer 120 Kg.ha⁻¹ de N total, com uma densidade de plantas de 117.000 de milho, além de um controle (sem fertilizante).

As doses de nutrientes foram definidas visando o rendimento de 8,0 Mg.ha⁻¹, conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (2004). O DLS foi obtido a partir de uma granja de produção de leitões, sendo que foi utilizado, ½ dos dejetos oriundos de um biodigestor e ½ oriundo de uma lagoa que recebe o efluente proveniente do biodigestor. As concentrações de nutrientes do DLS, conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995) são demonstradas na (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de massa seca, N total, N amoniacal e P total em dejetos líquidos de suínos gerados em granja de produção de leitões no município de Campos Novos.

Massa seca	N	P	N-NH4
g kg ⁻¹		----- kg m ⁻³ -----	
54,9	3,0	3,5	1,8

A injeção do DLS no solo foi realizada por um equipamento desenvolvido pela empresa MEPEL, composto de um tanque metálico com capacidade para 4.000 L, com bomba para sucção e aplicação de dejetos líquidos, acionada pela tomada de potência do trator. Na parte traseira, o equipamento continha um conjunto de linhas de injeção distanciadas em 35 cm, as quais são fixadas no chassi do equipamento. O conjunto foi acionado por meio de pistão hidráulico central conectado por mangas de alta pressão ao sistema hidráulico do trator. A profundidade de injeção dos dejetos pelo equipamento é de aproximadamente 8 cm de profundidade, e a faixa de solo mobilizado na superfície do sulco de 10 a 12 cm. Nos tratamentos realizados com aplicação dos dejetos na superfície do solo, a distribuição foi feita manualmente, com auxílio de regadores, com capacidade de 10L. Já os tratamentos com NPK foram aplicados manualmente, sendo a lanço quando em superfície e em linha quando injetado, sendo neste caso distribuídos dentro do sulco aberto pelo mesmo equipamento utilizado na injeção do DLS.

Foi cultivado milho (*Zea Mays L.*) em sistema plantio direto empregando-se a cultivar 30F53 (Pioneer®). Após a colheita, avaliou-se a produtividade mediante amostragem de 20 plantas por parcela na fase de maturidade fisiológica, através das seguintes variáveis (componentes de rendimento): i) Comprimento de espiga (CEsp): através da distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, medida com um paquímetro manual; ii) Peso de mil grãos (PMG): contagem de cinco repetições de 100 grãos, corrigindo a umidade para 13% e calculando o peso de mil grãos através da equação (1), e expresso em gramas, conforme as Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009); iii) Número de grãos por espiga (NGEsp): foi determinado pela equação (2), a determinação de umidade foi recomendado segundo TEDESCO, 1995; iv) Rendimento de grãos: através da densidade populacional por hectare.

Peso de mil grãos (PMG) = peso da amostra x 1000 / n^o total de sementes (1).

Número de grãos por espiga (NGEsp) = (peso total*1000) / (PMG* N^o espigas) (2)

Os resultados obtidos foram submetidos a comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos da cultura do milho variou de 4,0 a 8,8 Mg.ha⁻¹. A fertilização aumentou o rendimento em relação ao controle, independentemente da fonte ter sido orgânica (DLS) ou mineral (NPK) (**Tabela 2**). O resultado indicou que para o nível de produtividade encontrado no experimento, o DLS e NPK forneceram nutrientes em quantidades semelhantes.

Em relação aos dados obtidos de peso de mil grãos os valores variaram de 162,90 a 237,10 g. Os valores de DLS foram significativamente superiores ao controle, e sendo semelhante à adubação mineral (**Tabela 2**).

As fontes de fertilizante orgânico e mineral não apresentaram diferenças significativas no rendimento de grãos, o que demonstra que o DLS supriu as exigências nutricionais para a cultura do milho, tanto quanto o fertilizante mineral (**Tabela 2**).

Os valores de grãos por espiga variaram de 116,95 a 238,25 por unidade, apresentando diferença significativa entre NPK e DLS em relação ao controle. Entretanto, os resultados não diferiram entre as formas de aplicação dos fertilizantes (NPK e DLS).

O comprimento de espiga variou de 6,2 a 8,5 (cm), havendo diferença significativa entre

os tratamentos NPK e DLS em relação ao controle e não apresentaram diferença entre as parcelas fertilizadas (NPK e DLS).

Tabela 2. Rendimento de grãos e demais parâmetros produtivos da cultura do milho.

Modo de Aplicação	Fertilizante mineral	Dejeto Líquido Suíno	Controle	Média
Rendimento de Grãos Mg.ha⁻¹				
Incorporado	7,4 a	7,8 a	4,0 b	6,4 A
Superficial	8,8 a	8,4 a	4,4 b	7,2 A
Peso de 1000 grãos (g)				
Incorporado	200,77 ab	206,05 a	189,00 b	198,60 A
Superficial	204,02 ab	237,10 a	162,90 b	201,34 A
Grãos espiga (Unid.)				
Incorporado	193,00 a	206,65 a	116,95 b	172,2 A
Superficial	238,25 a	195,60 a	128,35 b	187,4 A
Comprimento de espiga (cm)				
Incorporado	7,6 a	7,8 a	6,7 b	7,4 A
Superficial	8,5 a	8,3 a	6,2 b	7,7 A

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

A fertilização aumentou o rendimento de grãos de milho cultivado em até 8,8 Mg ha⁻¹. O método de dejeto líquido suíno (DLS) demonstrou ser eficiente tanto quanto o uso do fertilizante mineral (NPK) nas variáveis estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio CAPES e PROMOP.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Cesar Alessandro Oliveira et al. Aplicação de dejeto suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciê. Agrotec**, v. 34, p. 804-809, 2010.

BARILLI, Juliana. Atributos de um latossolo vermelho sob aplicação de resíduos de suínos. 2005.

CORRÊA, J. C. et al. Aplicações de dejetos de suínos e as propriedades do solo. **Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica**, 2011.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Brazilian Society of Soil Science: Porto Alegre, Brazil**, 2004.



EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

SEGANFREDO, Milton Antio et al. (Ed.). **Gestão ambiental na suinocultura**. Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

TEDESCO, Marino José et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. **Boletim técnico**, v. 5.

Produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato na região Centro-Oeste brasileira

Christiane Abreu de Oliveira⁽¹⁾; **Vitória Palhares Ribeiro**⁽²⁾; **Eliane Aparecida Gomes**⁽¹⁾; **Jean Marcel Rodrigues Pinho**⁽³⁾; **Ubiraci Gomes de Paula Lana**⁽³⁾; **Ivanildo Evódio Marriel**⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador(a) Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG; christiane.paiva@embrapa.br

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; São João del-Rei, MG

⁽³⁾ Analista; Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG

RESUMO: Com a finalidade de desenvolver uma tecnologia segura e de baixo custo que possa reduzir e/ou complementar a adubação fosfatada em áreas de plantio de milho, a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP) associados à adubação com fontes de fosfato de baixa solubilidade tem sido proposta. Com isso, o uso de bactérias endofíticas e rizobactérias como inoculantes na cultura do milho vem sendo avaliado visando à redução do uso de fertilizantes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de MSP sobre a produtividade de milho na região Centro-Oeste, visando à validação de cepas para a recomendação de inoculantes em milho. O experimento foi conduzido na safra 14/15 e 15/16, no campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Goiânia-GO, com adubação fosfatada a partir de fontes solúveis, superfosfato triplo e de baixa solubilidade, fosfato de rocha Araxá. Foram utilizadas nove estirpes bacterianas rizosféricas e endofíticas inoculadas na semente de milho. A produtividade de grãos foi estimada e os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%. Houve diferença significativa na interação dos microrganismos com a fonte de P em ambas as safras. Ocorreu resposta significativa à inoculação com as estirpes E1, E3 e E9 na safra 14/15 e E1, E2, E4, E5, e E6 na safra 15/16 em relação às demais e ao controle não inoculado, independentemente da adubação. De maneira geral, tanto a inoculação com bactérias endofíticas quanto com rizobactérias fez com que a produtividade aumentasse em até 25% e o P nos grãos em até 23% a mais que a planta não inoculada, entretanto, este último aumento não foi significativo.

Termos de indexação: *Zea mays* L., biossolubilização de fosfato, inoculantes.

INTRODUÇÃO

Apesar de ser destaque na economia nacional, o agronegócio brasileiro ainda apresenta alta dependência do mercado externo quanto ao suprimento dos fertilizantes. Atualmente, cerca de 50% dos fertilizantes fosfatados utilizados no Brasil são importados, o que compromete a sustentabilidade da agricultura e a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado mundial (MDIC, 2009) de grãos.

Os fertilizantes fosfatados têm como fonte principal de P as rochas fosfáticas, que representam um recurso natural não renovável. Em alguns casos, a solução encontrada para manter uma boa produtividade tem sido a adição de fósforo (P) no solo na forma de fertilizante fosfatado solúvel, o que acarreta a formação de complexos insolúveis com os constituintes do solo, deixando apenas uma parte do nutriente disponível para o uso das plantas (Novais & Smyth, 1999). Com isso, há a necessidade de frequentes aplicações destes fertilizantes que apresentam custos elevados e podem causar danos ambientais (Richardson et al., 2001).

Por isso, tem-se buscado o desenvolvimento e o uso de tecnologias inovadoras ecoeficientes com base na inoculação de microrganismos com características que irão contribuir para incrementar a aquisição de nutrientes para as plantas. Uma delas é o uso de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP), que são capazes de solubilizar o P agregado aos fosfatos naturais dos fertilizantes o presente no solo. Essa liberação de fósforo por microrganismos se dá por meio da solubilização de fosfatos inorgânicos, associados aos íons Ca, Fe e Al a partir da liberação de ácidos orgânicos (Kpombekou & Tabatabai, 1994). Estes microrganismos podem também mineralizar fosfatos orgânicos presentes nos restos vegetais do solo e

na matéria orgânica, produzindo enzimas fosfatases (Ghorbani-Nasrabadi et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de MSP sobre a produtividade de milho em solo adubado com fosfato de rocha e superfosfato triplo, visando recomendação de inoculantes para a cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2014/2015 e 2015/2016, em campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão em Goiânia-GO, região Centro-Oeste do Brasil. O experimento foi instalado em solo de fertilidade construída, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, pH H₂O = 6,0, Al = 0,01; Ca = 3,89; Mg = 1,67; T = 9,68 (cmolc dm⁻³); P = 15,9; K = 257,3 (mg dm⁻³); V = 64,3 %, MO = 3,42 (dag. kg⁻¹). As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,70 m entre linhas.

Tratamentos, plantio e amostragens

A cultura foi plantada em delineamento de parcelas subdivididas com três repetições, mantendo-se o mesmo sorteio de parcelas nas duas safras. Foram constituídos 50 tratamentos (10 tipos de inoculação e 5 tipos de adubação fosfatada, em quatro linhas de 5 metros e três repetições).

Foram utilizadas nove estirpes (E1 até E9) inoculadas na semente de milho (cultivar 30F35YH) em cada safra e o controle não inoculado (E0). A adubação de plantio foi realizada com aplicação de 300 kg.ha⁻¹ do formulado 20-00-20 (60 kg.ha⁻¹ de N e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O). A fonte de fósforo foi aplicada de acordo com cada tratamento listado abaixo, na dose total de 100 kg P₂O₅/ha, exceto no controle sem adubação fosfatada (PO). Fontes de P: superfosfato Triplo (ST), fosfato de Araxá (FA), a mistura de metade da dose com ST e outra metade com FA (STFA) e metade da dose de ST (1/2 ST).

A adubação de cobertura foi dividida em duas aplicações de 150 kg.ha⁻¹ de ureia cada, aos 30 e 45 dias após o plantio. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura na região.

Produção dos inoculantes

As estirpes de bactérias utilizadas são pertencentes à Coleção de Microrganismos da Embrapa Milho e Sorgo e previamente testadas quanto à eficiência de solubilização de P por Oliveira et al. (2009). Os microrganismos foram crescidos em caldo nutritivo, por cinco dias, a 28 °C, sob agitação. Após o período de incubação, as culturas foram centrifugadas por 10 minutos, a

6.000 rpm.

As suspensões bacterianas foram ajustadas à absorbância igual ou superior a 1, em comprimento de onda de 550 nm, com a finalidade de obter-se aproximadamente 10⁹ células mL⁻¹.

Posteriormente, as suspensões foram adicionadas ao veículo (carvão + amido), constituindo uma concentração final próxima a 10⁸ células por grama de semente. Em seguida, o inoculante (bactéria + carvão) foi adicionado às sementes após o envolvimento destas com uma solução de goma de polvilho de mandioca a 5%.

Coleta e análise dos grãos

A coleta dos grãos de milho foi realizada manualmente com corte da espiga e debulha dos grãos. Ao final do ciclo, a planta foi colhida para avaliação das características agrônomicas: produtividade de grãos, corrigida a 13% de umidade para kg ha⁻¹ e teor de fósforo foliar e no grão.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott (p<0,05), utilizando o programa Sisvar, versão 5.3. Ferreira (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância, observou-se diferença significativa para cada fonte de P e inoculantes em ambas as safras. Na safra 14/15, ocorreu resposta significativa à inoculação com as estirpes E1, E3 e E9 em relação às demais e ao controle não inoculado (E0) independentemente da adubação, (**Figura1**).

Diferentemente da safra anterior, na safra seguinte (15/16) obtiveram-se resultados significativos quanto a resposta da produtividade de grãos, com a inoculação das estirpes E1, E2, E4, E5 e E6 (**Figura 1**), independentemente da adubação.

Outras pesquisas também têm relatados o efeito de MSP sobre a produtividade do milho. Em experimentos de campo com milho inoculado com *Penicillium oxalicum* e adubação com rochas, ocorreu aumento significativo do crescimento e produção em duas safras consecutivas em relação ao solo controle. O teor de P foi significativamente aumentado nas plantas de milho (Singh e Reddy, et al. 2011). Entretanto, as pesquisas publicadas, relatam apenas o efeito de microrganismos rizosféricos.

Neste trabalho, tanto a inoculação com bactérias endofíticas quanto com rizobactérias fez com que a produtividade aumentasse em até 25% na safra 14/15 e 13% na safra seguinte. Porém, houve maior número de produção de grãos na safra 15/16, o que pode ter sido causado pelo efeito residual da adubação, especialmente nos tratamentos com o fosfato de rocha.

Por outro lado, observou-se que a estirpe E7, endofítica, quando inoculada em milho cultivado em condições de maior disponibilidade de P (ST, ST+FA), aumentou a produção de grãos (**Figura 2**), de maneira significativa com relação ao controle sem inoculação. Porém, este efeito não ocorreu em condições de menor disponibilidade de P para a planta (PO, 1/2ST). Isso pode ser explicado pelo baixo desenvolvimento das plantas nestas condições de estresse de P, o que pode ter afetado a simbiose interna com a bactéria endofítica. Os microrganismos endofíticos possuem maior interdependência com a planta (Hardoim et al., 2012) que os rizosféricos.

O P nos grãos, avaliado até o momento na safra 14/15, aumentou em até 23% a mais com relação ao controle sem inoculação, porém este aumento não foi significativo.

Embora o mecanismo exato pelo qual microrganismos solubilizadoras de P estimulam o crescimento e maior produtividade das plantas não seja claro, alguns microrganismos avaliados neste trabalho apresentam potencial para uso como biofertilizantes.

CONCLUSÕES

Ocorreu diferença significativa quanto a resposta do tipo de inoculante dos microrganismos endofíticos e rizobactérias independentemente da adubação fosfatada na produtividade de grãos. As estirpes de rizobactérias E1, E2, E3 e E4, mostraram maior estabilidade quanto ao efeito no aumento da produção de grãos de milho nas suas safras.

AGRADECIMENTOS

A Fapemig, CNPq, Embrapa Milho e Sorgo.

REFERÊNCIAS

BAGYARAJ DJ, SHARMA MP, MAITI D. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. *Curr Sci* 108:1288–1293. 2015.

DUARTE, J. O. INTRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO. IN: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (ED.). **CULTIVO DO MILHO**. SETE LAGOAS: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2000.

FERREIRA, D.F. **Sisvar** versão 5.3. DEX/UFLA, 2010.

Ghorbani-Nasrabadi R, Greiner R, Alikhani HA, et al. Identification and determination of extracellular phytate-degrading activity in actinomycetes; *World J Microbiol Biotechnol* 2012 Jul; 28(7): 2601-8.

HARDOIM, P.R.; VAN OVERBEEK, L.S.; VAN ELSAS, J.D. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends in Microbiology* v.16, n. 10, p. 463-471, 2012.

KPOMBLEKOU, A.K., TABATABAI, M. A. Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. *Soil Science* 158, 442-453. 1994.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Oficina sobre Fertilizantes no Brasil, Contrato Ministério de Ciência e Tecnologia e Centro de Estudos Estratégicos MCT/FSAG-CGEE/Consultoria No 056/2009, 2009.

NOVAIS, R.F; SMYTH, T.J. Fósforo em Solo e Planta em Condições Tropicais. **Viçosa: UFV**. 399 p, 1999.

OLIVEIRA, C. A.; ALVES, V. M.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; MUZZI, M. R. S., CARNEIRO, N. P.; GUIMARÃES, C. T., SCHAFFERT, R. E; SÁ, N. M. H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.1782–1787, 2009.

RICHARDSON, A. E.; HADOBAS, P. A.; HAYES, J. E.; O'HARA, C. P.; SIMPSON, R. J. Utilization of phosphorus and pasture plants supplied with myo-inositol hexaphosphate is enhanced by the presence of soil microorganisms. **Plant and Soil, The Hague**, v. 229, p. 47- 56, 2001.

SINGH, H.; REDDY, M. S. Effect of inoculation with phosphate solubi - lizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. **European Journal of Soil Biology**, New Jersey, v. 47, p. 30-34, 2011.

STAMFORD N.P.; SANTOS C.E.R.S.; STAMFORD JÚNIOR, W.P.; DIAS, S.L. 2004. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi em solo com baixo P disponível. **Analytica**, n.9, p.48-53, 2004.

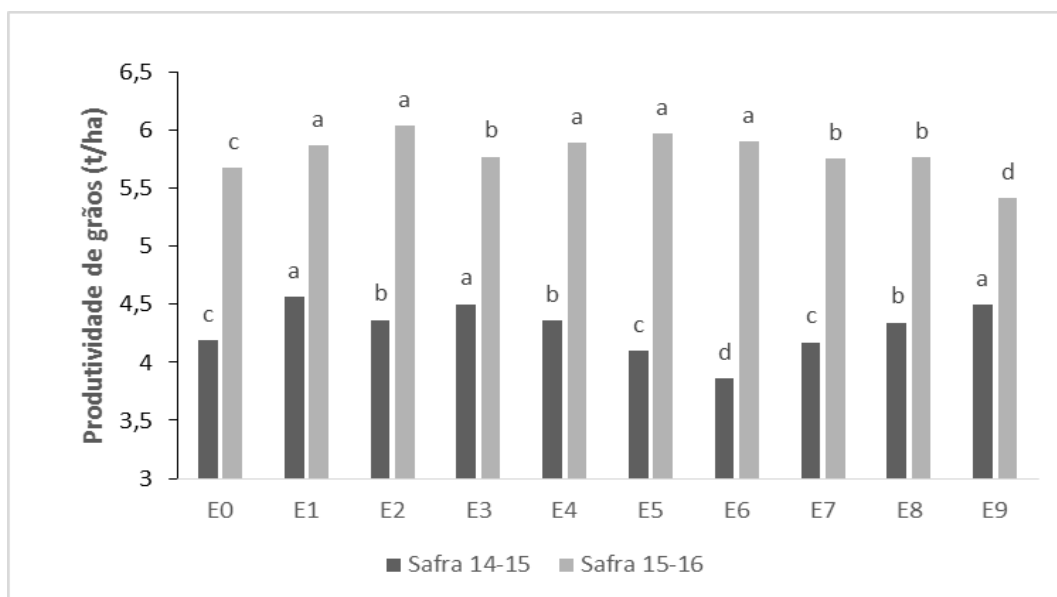


Figura 1. Média geral da produtividade de grãos (t/ha), safra 2014/2015 e 2015/2016, Goiânia-GO, independente da fonte de P, em milho inoculado com 9 bactérias solubilizadoras de fosfato (E1 a E9) em relação ao controle sem inoculação (E0). Médias de mesma letra não diferem entre si, dentro de cada safra, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

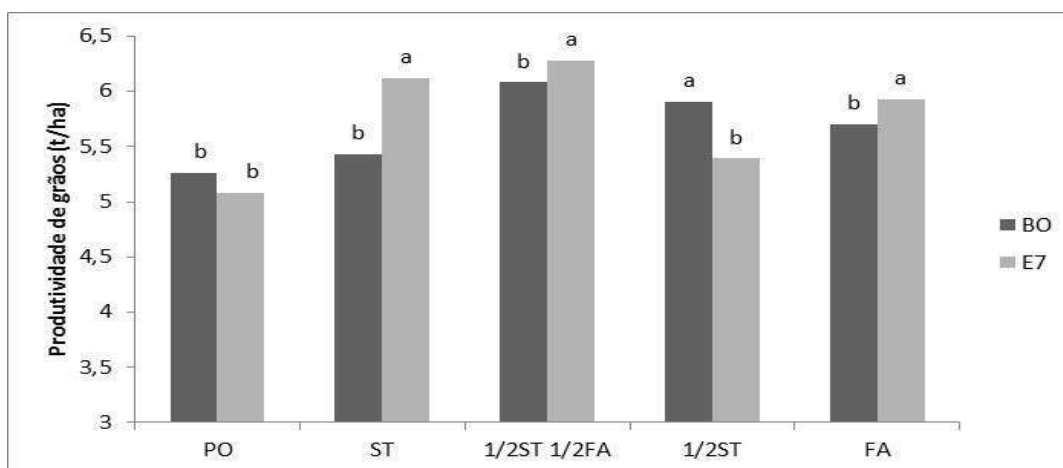


Figura 2. Produtividade de grãos (t/ha), safra de 2015/2016, Goiânia-GO, de acordo com a fonte de P (PO = sem fósforo, ST = superfosfato triplo, FA = fosfato de Araxá, 1/2ST1/2FA = metade da dose de cada fonte, 1/2ST = metade da dose de ST) em milho inoculado com a bactéria E7 (endofítica) em relação ao tratamento controle sem inoculação (E0). Médias de mesma letra, dentro de cada tratamento de adubação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Produtividade do milho sob adubação mineral e orgânica de base: uma opção sustentável.

Jeferson Carlos de Oliveira Silva⁽¹⁾; Adelar José Fabian⁽²⁾; Édimo Fernando Alves Moreira⁽³⁾; Gabriel Alberto Ceballos⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *campus* Uberaba; Uberaba, MG; bolsista PET MEC; jefersonteng@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Titular, IFTM - *campus* Uberaba; Dr. Em Agronomia. adelar@iftm.edu.br; ⁽³⁾ Professor, IFTM - *campus* Uberaba; Me. Estatística. edimo@iftm.edu.br; ⁽⁴⁾ Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista FAPEMIG; ceballos.agro@gmail.com.

RESUMO: Um dos grandes desafios na agricultura é combinar alta produtividade com economia de insumos. Visando sustentabilidade estudamos aqui, a substituição do fertilizante mineral pelo orgânico na base, do milho em diferentes preparos de solo. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema em faixas, sendo nove preparos de solo: (semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico; cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado) o fator primário e dois sistemas de adubação de base (mineral e orgânica) o fator secundário. Os preparos foram realizados entre 01/08 a 02/11/2015. A semeadura foi realizada em 05/11/2015. Para a adubação mineral de semeadura, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha⁻¹. Na adubação orgânica foi distribuído 2,67 Mg ha⁻¹ de fertilizante orgânico em dose única a lanço. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O em todas as unidades experimentais. As avaliações realizadas ao final do ciclo (126 dias) foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; massa de palha; massa de sabugo; massa de 100 grãos e produtividade. Não se observou diferença na produtividade em função dos preparos e adubações utilizados. Entretanto ocorreu diferença na altura de inserção da espiga e massa de palha. A adubação orgânica de base pode substituir a mineral, com reutilização dos resíduos orgânicos obtendo redução de custos.

Termos de indexação: Sustentabilidade. Fertilidade. *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil, ocupou na primeira safra do ano de 2015-16, uma área de 5.440 mil hectares onde foram produzidas 26.087 mil Mg de grãos (CONAB, 2016).

O uso intensivo do solo utilizando vários cultivos por ano tem aumentado a produção e a oferta de alimentos. No entanto, tal uso intensivo pode favorecer a formação de camadas compactadas e a redução da estabilidade de agregados, aumentando a propensão à perda de solo (Pruski, 1997). Por isso, é importante a adoção de boas práticas de manejo do solo e de tratamentos culturais para manter a sustentabilidade da produção neste sistema (Ferreira, 1997).

Os preparos convencionais quebram os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a resistência dos agregados do solo (Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

Nos sistemas conservacionistas a deposição de resíduos vegetais oferece proteção ao solo e acúmulo de matéria orgânica. Como consequência temos uma redução da erosão, menor variabilidade térmica no solo, melhoria de características físicas do solo e melhoria do ambiente para o desenvolvimento de micro-organismos (Coelho, 1991).

Araujo et al., (2004), citam que os preparos conservacionistas mobilizam minimamente o solo e mantêm a maior parte dos resíduos anteriores,

responsáveis pela conservação do solo e retenção de água no sistema.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações no desenvolvimento e produtividade híbrido MG 652 PW.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano de manejo, safra 2015/2016, em Uberaba – MG, situado na latitude -19°39'20.38" S, longitude 47°57'28.52" W, a 795 m acima do nível do mar. O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), tropical quente e úmido, com inverno frio e seco com precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21°C, respectivamente. O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições no esquema em faixas, sendo nove faixas horizontais e duas faixas verticais. As faixas horizontais receberam nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. As faixas verticais receberam dois tipos de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A semeadura do milho híbrido MG 652 PW foi realizada com 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m² centrais (1,0 m de largura x 4,0 m de comprimento).

A densidade média de plantas foi de 3,05 plantas por metro totalizando uma população de 61.000 plantas por ha.

Durante a semeadura do milho, na faixa com adubo mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha⁻¹ de acordo com a análise de solo. Na faixa com adubação orgânica adicionamos a mesma dose de nutrientes recomendada utilizando-se adubo orgânico obtido por meio de compostagem na dose de 2.666 kg ha⁻¹, distribuído em dose única, a lanço, logo após a semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente.

O composto orgânico advém da compostagem

de esterco de bovino, resíduo de silagem e palha de braquiária, totalmente humificado com umidade total de 16,08%, com composição básica de: relação Carbono orgânico–Nitrogênio total 9:1; fósforo (P₂O₅ total) 2,69%; potássio (K₂O total) 0,74% e zinco (Zn total) 1114 mg kg⁻¹.

Os atributos avaliados foram: altura de inserção da espiga; altura da planta; massa de palha; massa de sabugo; produtividade de milho e massa de 100 grãos. Em cada unidade experimental foram escolhidas ao acaso cinco plantas para avaliar os atributos de desenvolvimento.

Para avaliar a produtividade foram colhidas as espigas da área útil, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg⁻¹.

Para o estudo do efeito dos fatores estudados (preparo do solo e sistema de adubação) foi utilizada a análise de variância (teste F). Para as variáveis, cujo teste F foi significativo, foi realizado o agrupamento de médias bootstrap (Manly, 1998) a 5% de probabilidade. Neste, foram consideradas 1000 simulações. Vale ressaltar que um procedimento de agrupamento de médias é mais adequado neste caso dado o elevado número de níveis do fator preparo de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferença na produtividade, altura da planta, massa de sabugo e massa de 100 grãos (P>0,05) em função dos preparos e adubações utilizados.

Entretanto ocorreu diferença (P>0,05) nas médias de altura de inserção da espiga e massa de palha da espiga (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de milho (P), altura de inserção da espiga (AIE) e massa de palha da espiga (MP) de milho (MG 652 PW) com adubação mineral ou orgânica na semeadura, na safra 2015/2016, em Uberaba, MG.

	P (Mg ha ⁻¹)	AIE (m)	MP (kg ha ⁻¹)
Preparo			
T1 - SD-PCS	12,6 a	1,06 a	600 b
T2 - SD-SPCS	12,2 a	0,97 b	680 a
T3 - PB	12,8 a	0,96 b	555 b
T4 - BR-G	12,0 a	1,04 a	538 b
T5 - ESC	13,1 a	1,06 a	723 a
T6 - SUBS	13,1 a	1,03 a	743 a
T7 - AR	13,5 a	1,01 b	775 a
T8 - GR	13,1 a	1,06 a	698 a
T9 - GR+AR	13,0 a	1,00 b	720 a

Adubação			
Mineral	13,0 a	1,05 a	685 a
Orgânica	12,7 a	0,99 a	655 a
Teste F			
Preparo do solo (P)	0,921 ^{ns}	0,00056 ^{**}	7,0E ^{-04**}
Adubação (A)	0,416 ^{ns}	0,0858 ^{ns}	0,467 ^{ns}
P x A	0,819 ^{ns}	0,474 ^{ns}	0,789 ^{ns}
C.V. (%)	4,81	5,29	10,35

*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo agrupamento de médias *Bootstrap*, a 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

T1 – semeadura direta com uso de e planta de cobertura do solo (SD-PCS); T2 - semeadura direta sem uso de plantas de cobertura (SD-SPCS); T3 - preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis) (PB); T4 - uso de cobertura do solo com braquiária ruziziensis e incorporação com grade; (BR-G); T5 – escarificador (ESC); T6 – subsolador (SUBS); T7 – arado (AR); T8 – grade (GR); T9 - grade+arado (GR+AR)

A igualdade nos valores de produtividade não evidenciou interferências positivas ou negativas decorrentes do preparo. Isso pode ser devido a ação de preparo dos tratamentos convencionais em teores adequados de umidade, bem como as contribuições das coberturas de solo ainda não expressarem seus efeitos positivos. Outra possibilidade foi devido ao fornecimento hídrico adequado por meio das chuvas.

Diferentes resultados foram obtidos por outros estudos. Utilizando área experimental e tratamentos semelhantes, Bastos (1999) e Silva et al. (1998) chegaram à conclusão de que a adubação com composto orgânico após 12 e 13 anos da primeira aplicação, consegue não só manter a produtividade como também elevá-la a altos patamares. Assim, produtividades adequadas são obtidas e mantidas após alguns anos de aplicação do composto orgânico no sulco de semeadura. Em nossos estudos a aplicação ocorreu em apenas três anos.

Maia (1999) avaliando a variação da produtividade do milho obtida, em 14 anos de aplicação contínua, tanto de adubação orgânica quanto mineral, verificou que houve respostas diferenciadas da produtividade do milho bem como resposta às adubações. A tendência da produtividade do milho, com o uso de 40 m³ de composto orgânico ha⁻¹ ano⁻¹ foi sempre ascendente, atingindo produtividades em torno de 8,0 Mg ha⁻¹. Em nosso estudo em apenas três anos não se observou diferenças da produtividade em razão do tipo de adubação. Isso confirma a possibilidade de uso de fontes alternativas não industriais como substituto para a adubação de

semeadura, resultando em benefícios econômicos e ambientais.

Goñalves et al. (2000) concluíram que a produtividade do milho no sistema orgânico foi sempre superior à obtida com a adubação mineral e independe da população de plantas utilizada, confirmando o estudo de Viegas & Freire (1956).

Farinelli et al. (2002), avaliando os componentes de produção de diversos híbridos de milho, constataram que, em virtude da época de semeadura ter sido realizada no mês de novembro, a alta produtividade obtida foi consequência das condições climáticas favoráveis, com volume maior de precipitações, armazenamento de água no solo e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos cultivares avaliados.

A altura das plantas, peso do sabugo, massa de 100 grãos não foram afetadas pelos fatores estudados (Tabela 1). Uma explicação para os resultados encontrados pode estar relacionada à época de semeadura (novembro) uma vez que a temperatura e a precipitação ocorrida nos primeiros dias de desenvolvimento provocaram intenso desenvolvimento vegetativo da planta, aumentando a capacidade em absorver a radiação fotossinteticamente ativa.

Com relação à massa de palha da espiga constatou-se que os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram menores valores que os demais. Nesses três tratamentos havia braquiária como planta de cobertura do solo.

Esses resultados revelam que os preparos do solo e adubações interferiram sobre alguns componentes de produção sem, no entanto afetar a produtividade.

CONCLUSÕES

Os preparos de solo não afetaram a produtividade de milho no terceiro ano de manejo.

A adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na semeadura, sem prejudicar a produtividade.

AGRADECIMENTOS

Ao IFTM pela colaboração com insumos, implementos e área cedida para o experimento, assim como colaboradores alunos, servidores envolvidos e a Agrisus pelo apoio financeiro para participação no evento.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. C. de; PERIN, A.; MACHADO, A. T. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estágio de "verde" em sistemas orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados: **resumos expandidos**. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- BASTOS, C.S. **Sistemas da adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. Viçosa, UFV, 1999.117f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:99105, 1990.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.E.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. V. 3 - Safra 2015/16- N. 10. ISSN: 2318-6852. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf>. Acesso em 17 de julho de 2016.
- FARINELLI, R. et al. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de "Safra" e "Safrinha". In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD - ROM).
- FERREIRA, L.M. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru-SP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1997. p 217. (Tese de Doutorado).
- GONÇALVES, R.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, E.C. Populações de plantas e diferentes sistemas produtivos afetando a produção de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, 2000.
- Resumos...**, Uberlândia, EMBRAPA/CNPMS-UFU, 2000. p 116.
- MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de Nitrogênio pela Adição Continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico**. Viçosa, UFV, 1999. 55 f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- MANLY BFJ. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. 2ª ed. **Chapman-Hall**, London, p. 399, 1998.
- PRUSKI, F.F. Aplicação de modelos físico-matemáticos para a conservação de água e solo. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS e VIÇOSA: UFV/Departamento de Engenharia Agrícola, p.129-171. 1997.
- SILVA, E.C.; GALVÃO, J.C.C; MIRANDA, G.V.; ARAÚJO, G.A. A. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Viçosa, 1998. **Resumos...**, Viçosa, UFV, 1998, p 321.
- VIEGAS, G. P.; FREIRE, E. S. Adubação do milho. VIII. Ensaio com esterco e adubos minerais. **Bragantia**, Piracicaba, n.15, v.1, p.107-120, 1956.

Produtividade e componentes de produção do híbrido de milho 2B587PW em diferentes doses de nitrogênio

Rodrigo Moreira Albano da Silva⁽¹⁾; Ariana Vieira⁽²⁾; Antônio Junior⁽³⁾; Eduarda de Oliveira⁽⁴⁾; Guilherme Vinicius Teixeira⁽⁵⁾; Marcelo Bregagnoli⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; Muzambinho, Minas Gerais, rmoreiraas@gmail.com; ⁽²⁾ Professora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; ⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; ⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; ⁽⁶⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho.

RESUMO: O nitrogênio se destaca como nutriente mais requerido pela planta de milho, fazendo com que sua aplicação seja o manejo mais importante na condução da lavoura. Dessa forma, o presente trabalho procurou determinar e aproximar a melhor dosagem de nitrogênio por hectare aplicado em cobertura para o híbrido 2B587PW. Para isso, foram realizadas 5 dosagens de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 kg de N ha⁻¹) em DBC, com quatro repetições, a fim de avaliar a produtividade juntamente com componentes de produção (número de fileiras, número de grãos por fileira e diâmetro da espiga). Os aumentos nas dosagens de nitrogênio favoreceram o incremento da produtividade e do diâmetro de espiga, porém não interferiu no número de fileiras e números de grãos por fileira. O híbrido de milho 2B587PW conferiu uma boa produtividade mesmo sem adubação de cobertura quando comparado com a média nacional de produtividade.

Termos de indexação: Diâmetro da espiga. Número de fileiras. Números de grãos por fileira. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho expressa grande importância para a economia mundial e tem ainda grande potencial de crescimento no Brasil. Por ser destinado desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, o milho se torna um produto extremamente consumido em nosso país (Alves et al., 2013).

Apesar disso, a Conab (2016) sinaliza através de dados preliminares, uma retração na safra 2015/16

em relação à safra 2014/15, conferindo uma queda de 3,1%.

A produtividade da cultura do milho está diretamente relacionada à fertilidade do solo, destacando principalmente a disponibilidade de nitrogênio, nutriente este, extremamente limitador no processo produtivo (Breda; et. Al., 2016).

Em decorrência disso, sabe-se da grande importância que esse elemento desempenha quanto às funções no metabolismo das plantas. Sendo um constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila, e tantas outras funções, o nitrogênio afeta diretamente a produtividade (Ferreira et al., 2001).

Dessa forma a dosagem de nitrogênio a aplicar, considerando fatores econômicos e ambiental pode ser considerada a decisão mais importante no manejo da cultura do milho (Coelho, 2007).

Segundo Coelho (2007), no Brasil a recomendação de N em cobertura mais usada varia de 60 a 100 Kg de N ha⁻¹, porém o presente trabalho teve por objetivo testar diferentes dosagens de aplicação de nitrogênio em cobertura, a fim de relacionar as doses de N com a produtividade do híbrido de milho 2B587PW nas condições do sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho, no ano agrícola de 2014/2015. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho distroférico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de

altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo na camada de 0-20 cm da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 12,9 mg dm⁻³; K – 220 mg dm⁻³; Ca – 3,06 cmolc dm⁻³; Mg 1,70 cmolc dm⁻³; Al – 0,04 cmolc dm⁻³; M.O. – 3,14 dag kg⁻²; Zn – 15,3 mg dm⁻³; Fe – 44,0 mg dm⁻³; Mn – 12,5 mg dm⁻³; Cu – 2,3 mg dm⁻³; B – 0,26 mg dm⁻³; S – 11,7 mg dm⁻³; V – 66,2%.

Após isso foi realizado preparo convencional do solo caracterizado por uma aração e duas gradagens.

O material genético utilizado foi o 2B587PW, híbrido esse tolerante à seca, caracterizado pelo porte baixo e ciclo precoce.

A semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2015 na densidade de 80 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados 5 doses diferentes de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), com 4 repetições.

As adubações de semeadura foram realizadas manualmente com 250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16. Já para as doses da adubação de cobertura, usou-se o sulfato de amônio quando as plantas estavam com cinco a seis folhas totalmente expandidas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foi realizada uma pulverização com a mistura de atrazina e nicosulfurom a fim de controlar plantas invasoras, além de um inseticida a base de clorpirifós para o controle da lagarta do cartucho e vaquinha.

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente através do teste F e regressão linear ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000), onde se avaliou produção de grãos por ha, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.

Os dados climáticos foram gerados através do software SISWAB (Gaspar, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar vale ressaltar que a produtividade de grãos do tratamento que recebeu dose 0 de nitrogênio obteve produção de 9.203,5 kg ha⁻¹. Esse número expressa uma produtividade bem acima da média nacional para a segunda safra, a qual é representada atualmente por 5.294 kg ha⁻¹ de acordo com a Conab (2015), evidenciando assim, que o solo em questão possui capacidade relativamente satisfatória de suprimento de N.

A produtividade de grãos apresentou incremento de 19,2% com o aumento da dose de 0 para 240 kg ha⁻¹ de nitrogênio (**figura 1**). Costa (2012) encontrou resultados muito semelhantes, e o mesmo afirma que a adubação nitrogenada em cobertura até a dose de 200 kg ha⁻¹ de N aumenta linearmente a produtividade, porém nesse caso a adubação de 240 kg ha⁻¹ ainda acresceu esse índice.

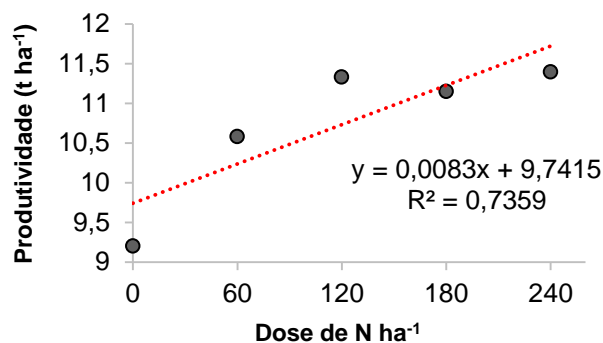


Figura 1. Produtividade de milho em t ha⁻¹ em função a dose de N ha⁻¹.

Em relação ao número de fileiras de grãos por espiga (**figura 2**), não houve diferença significativa, assim como Biscaro et al. (2011), que utilizaram doses expressivas de 0, 90, 180 e 360 kg ha⁻¹ de N.

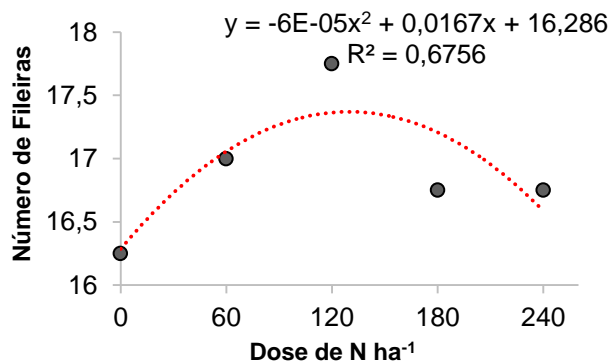


Figura 2. Número de fileiras por espiga em função a dose de N ha⁻¹.

Nesse cenário vale salientar, que os números de fileiras são sempre pares, porém as médias das avaliações podem expressar valores ímpares e não inteiros em decorrência do uso de metodologias que não contemplem suas particularidades. Mesmo assim, esses valores corroboram com a hipótese de que este caráter é controlado pelas características genéticas do genótipo (Toledo, et. Al., 2010; Valderrama et al., 2011).

O número de grãos por fileira (**figura 3**), não expressou diferença indo contra o argumento de

Beal (2014), que afirma que doses de nitrogênio influencia diretamente o número de grãos por fileira.

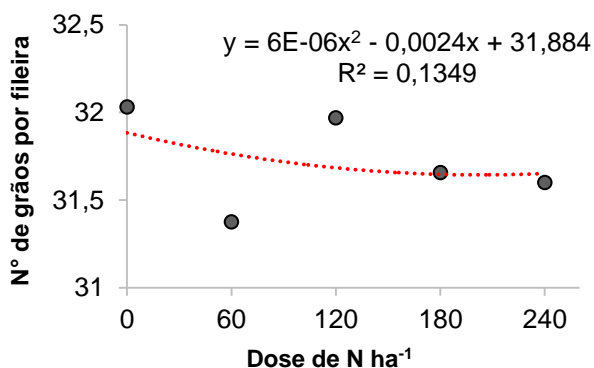


Figura 3. Número de grãos por fileira em função a dose de N ha⁻¹.

O diâmetro da espiga (**figura 4**) obteve uma variação positiva, aumentando de 49 mm para 52 mm, submetido a adubações correspondentes a 0 kg ha⁻¹ e 240 kg ha⁻¹, respectivamente. Ressalta-se, portanto, que embora esse aumento de diâmetro não foi proporcionado pelo aumento de fileiras, o tamanho do grão proporcionou diretamente o incremento desse índice como sugere Lopes et al. (2010).

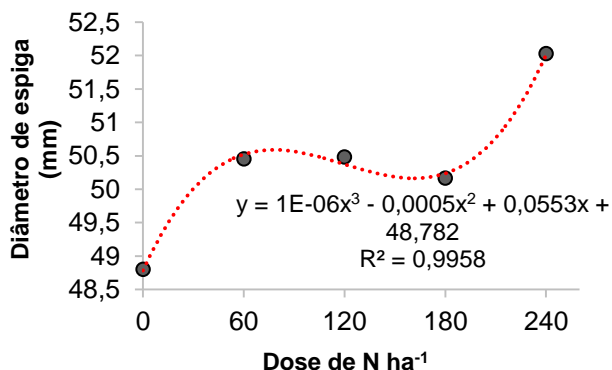


Figura 4. Diâmetro da espiga em milímetros em função a dose de N ha⁻¹.

CONCLUSÕES

Os aumentos nas dosagens de nitrogênio favoreceram o incremento da produtividade e do diâmetro de espiga, porém não interferiu no número de fileiras e números de grãos por fileira.

O híbrido de milho 2B587PW conferiu uma boa produtividade mesmo sem adubação de cobertura quando comparado com a média nacional de produtividade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSULDEMINAS – campus Muzambinho pela infraestrutura ofertada e aos professores Ariana Vieira Silva e Marcelo Bregagnoli orientação. .

REFERÊNCIAS

ALVES, S. M.; OLIVEIRA, M. D; ALVES, R. H. P.; SILVA, E.; Características físicas, químicas de pamonha e do estigma do milho. In: Congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas, 2013, Poços de Caldas. **Proceedings**. Poços de Caldas: Cnma, 2013. p.1 - 3.

BEAL, C. Avaliação de diferentes doses de nitrogênio e densidades no acúmulo de massa em milho destinado à produção de silagem. 20 f. **Monografia** - Curso de Pós Graduação em Gestão, Manejo e Nutrição da Bovinocultura Leiteira, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, São Miguel do Oeste, 2010.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab, 2016.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p.1038-1047, ago. 2012.

TOLEDO, F. H., CARDOSO, G. A.; ABREU, G. B.; RAMALHO, M. A. P.; **Controle Genético do Número de Fileiras da Espiga do Milho**. Congresso nacional de milho e sorgo, 2010, Goiânia, **Anais**, Goiânia: Cnms, 2010. 5 p.

BREDA, F.A.F.; ALVES, G. C.; REIS, V. M. Produtividade de milho na presença de doses de N e de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 1, p.45-52, jan. 2016.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A.; Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Viçosa, v. 58, n. 1, p.131-138, jan./mar. 2001. Trimestral.

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 96. ed., 11 p. 2016.

LOPES, M. M. S.; ALVES, G. A. R.; NETO, C. F. O.; OLIVEIRA, N. N. S.; SANTOS, D. G. C.; OKUMURA, R. S.; LOBATO, A. K. S.; MAIA, W. J. S.; Comprimento, Diâmetro e Matéria Seca da Espiga em Milho sob Influência de Vários Níveis de Nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, **Anais**, Goiânia. Embrapa, 2010. p. 1385-1390. Disponível em: <http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0188.pdf>. Acesso em: 18 maio 2016.



CONAB- Companhia nacional de abastecimento, Safra brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.9 - Nono Levantamento, Brasília, p. 1-104, Junho. 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; FILHO, M, C, M, T; Fontes e doses de npk em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropcal**, Goiânia, v. 41, p.254-263, abr./jun. 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura, cultivado em sucessão a coberturas de solo no outono-inverno, em área de arroz irrigado.

Bruno Picetti Chiesa⁽¹⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾; Rodrigo Schoenfeld⁽³⁾ José Antonio Celestino Alves⁽⁴⁾; Andrei Jose Marafon⁽⁴⁾; Mateus Guilherme Goldemeier⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS, bruno.picetti@hotmail.com; ⁽²⁾Docente Colaborador FA/UFRGS, Pesquisador do CNPq; Consultor Técnico do IRGA; ⁽³⁾Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽⁴⁾Alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da FA/UFRGS; ⁽⁵⁾Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS.

RESUMO: O cultivo de milho em área de arroz irrigado apresenta potencialidades e desafios a serem superados. Esses solos geralmente possuem baixo teor de matéria orgânica, por isso se espera uma alta resposta à adubação nitrogenada em cobertura. Por outro lado, diferentes espécies de cobertura de solo no outono-inverno podem determinar respostas distintas à adubação no milho em sucessão. O objetivo desse trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo no outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura, em Gleissolo. Um experimento foi conduzido em Cachoeirinha-RS, região arroyeira da Depressão Central do RS, no ano agrícola 2015/16. Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura do solo no outono-inverno (cornichão, azevém, pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 300 kg ha⁻¹) em cobertura no milho em sucessão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ($p \leq 0,20$) e para os efeitos principais ($p \leq 0,05$).

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas no milho em sucessão. Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7.7 e 11.0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio. Esse menor rendimento deveu-se ao menor número de grãos por espiga. Na média de

coberturas de solo no outono-inverno, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho. A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha⁻¹ de N. A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente com o incremento da dose de N aplicada em cobertura. A EAN diminuiu de 42,4 kg kg⁻¹, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, para 20,8 kg kg⁻¹, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha⁻¹).

Termos de indexação: *Zea mays*; sucessão de culturas; rendimento de grãos; eficiência agrônômica de uso do nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O cultivo do milho em áreas de arroz irrigado é uma importante alternativa de produção, por proporcionar ao produtor uma fonte extra de renda, além de propiciar a diversificação de culturas e de contribuir para implantação do sistema plantio direto. Alguns problemas são vistos em áreas de arroz irrigado em decorrência da utilização de monocultura e dos mesmos princípios ativos dos herbicidas, comprometendo o rendimento e diminuindo a rentabilidade do produtor.

Dentre as espécies de cobertura de solo, o azevém (*Lolium multiflorum*) e o cornichão (*Lotus corniculatos*) apresentam alto potencial de utilização em áreas de cultivo de arroz irrigado durante o outono-inverno, devido à capacidade de adaptação a condições de solos mal drenados.

Em cultivos de terras altas, alguns trabalhos foram realizados para desenvolver estratégias de manejo de espécies de coberturas de solo no

outono-inverno para cultivo de milho em sucessão (Silva et al., 2006; Silva et al., 2008). Antecedendo a cultura de arroz irrigado, também já se dispõe de informações sobre o cultivo de espécies de cobertura de solo (Correia, 2012; Correia et al., 2013). No entanto, para cultivo de milho em áreas de arroz irrigado há uma lacuna de conhecimento sobre os efeitos de coberturas de solo.

Em terras altas, os benefícios dos sistemas de produção com manejo conservacionista do solo já estão consolidados e conhecidos da comunidade científica e dos agricultores. Porém, em áreas de arroz irrigado ainda são poucos os estudos de sistemas de produção de milho em sucessão a espécies de cobertura de solo outono-inverno, o que limita a sua ampla adoção.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo de outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante o ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, região arroseira da Depressão Central, do estado do Rio Grande do Sul. De acordo com a análise, o solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico Distrófico típico (Streck et al., 2008). O laudo, realizado em março de 2015, indicou que o solo possui as seguintes características físicas e químicas: argila 24 g kg⁻¹ (m/v); pH água: 5,6; Índice SMP: 6,8; P: 24 mg dm⁻³; K: 25 mg dm⁻³ e MO: 23 g kg⁻¹.

A semeadura das culturas de cobertura (cornichão e azevém) foi realizada em 25 de maio e 10 de julho de 2015, respectivamente, utilizando-se 5 e 40 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente de cornichão e azevém. As dessecações do azevém e do cornichão foram realizadas, respectivamente, aos 40 dias e 01 dia antes da semeadura do milho. Os rendimentos de massa seca obtidos foram 2,26 e 1,27 Mg ha⁻¹, respectivamente de azevém e cornichão. A semeadura do milho foi realizada no dia 09 de novembro de 2015, com o auxílio de saraquá. A semeadura foi feita em microcamalhões, com duas linhas de plantas em cada um, com densidade de 9,0 plantas por m². Os microcamalhões foram construídos em março de 2015, com 1,0 m de largura e 8,0 m de comprimento. Cada subparcela era composta de quatro microcamalhões. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR, híbrido simples e ciclo precoce, da empresa Dekalb Sementes. Como adubação de

base foi aplicado 30 kg ha⁻¹ de N, 225 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada e potássica em cobertura foi dividida em quatro aplicações, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, sendo elas: V₄ (50 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O); V₈ (50 kg ha⁻¹ de N); V₁₂ (100 kg ha⁻¹ de N) e V₁₆ (100 kg ha⁻¹ de N), segundo a escala de Ritchie et al. (1993). Foi utilizada a ureia com inibidor da urease como fonte de N, para diminuir as perdas por volatilização de amônia. A colheita do milho foi realizada em 07 de março de 2016.

Foi realizada irrigação sempre que necessária, pela instalação de oito sondas para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm da Falker. Com base nas leituras desse aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingisse 0,18 m³ m⁻³. Esse é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se a lâmina de 30 mm de água por rega. Foram aplicadas sete irrigações de 30 mm cada durante o ciclo da cultura, nos estádios V₁₂, V₁₅, R₁, R₂, R₃, R₄ e R₅.

Os controles de plantas daninhas e pragas foram realizados uniformemente para todos os tratamentos, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013), de modo a não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agrônômicas avaliadas.

As determinações realizadas no milho foram as seguintes: rendimento de massa seca e quantidade de N acumulada na parte aérea por hectare no espigamento, diâmetro de colmo, estatura de planta, teor relativo de clorofila nas folhas nos estádios V₇ e V₁₀, número de folhas senescentes nos estádios R₁, R₂ e R₃, componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão), rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg⁻¹ e eficiência agrônômica de uso de N (EAN). Utilizou-se a área útil de 13,0 m² para avaliação do rendimento.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura de solo no outono-inverno (cornichão, azevém e pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) em cobertura no milho em sucessão.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de

blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locados os sistemas de cobertura de solo e nas subparcelas as doses de nitrogênio aplicadas no milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F aos níveis de significância de $p < 0,05$ para os efeitos principais e de $p < 0,20$ para a interação. Quando significativo, o ajuste das curvas de resposta a N foi feito pela análise de regressão polinomial. A comparação dos efeitos principais de cobertura de solo no outono-inverno foi realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas em cobertura no milho em sucessão.

O teor relativo de clorofila na folha avaliado nos estádios V₇ e V₁₀, aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 1**). De maneira inversa, a porcentagem de senescência foliar, avaliada nos estádios R₁, R₂ e R₃, diminuiu de forma quadrática à medida que aumentou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7,7 e 11,0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio (**Tabela 1**). Esse menor rendimento do milho em sucessão ao azevém esteve associado ao menor número de grãos por espiga, já que o peso do grão foi muito pouco afetado e o número de espigas por metro quadrado não variou em função da cobertura de solo (**Tabela 1**). Isso se deve, provavelmente, à imobilização do N para decomposição de sua palha.

O rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho, na média de coberturas de solo no outono-inverno (**Figura 3**). A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha⁻¹ de N. Esse aumento do rendimento deveu-se ao aumento de dois componentes do rendimento, o número de grãos por espiga e o peso do grão, já que o número de espigas por metro quadrado não variou em função da dose de N (**Tabela 1**). Esse aumento nesses dois componentes deveu-se à melhoria da nutrição nitrogenada da planta, expressa em termos de teor relativo de clorofila na folha, com o incremento da dose de N aplicado em cobertura (**Figura 1**). Em função disso, observou-se menor

senescência foliar, avaliada em três estádios de desenvolvimento, à medida que se incrementou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura (**Figura 4**). A EAN diminuiu de 42,4 kg kg⁻¹, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, para 20,8 kg kg⁻¹, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha⁻¹). Isso ocorre devido ao fato de que, com menores doses de N aplicado, há maior absorção desse nutriente pela planta, diminuindo, assim, as perdas para o ambiente.

CONCLUSÃO

O cultivo de azevém no outono-inverno reduz o rendimento de grãos de milho em sucessão, em relação ao pousio e ao cornichão.

Em gleissolo, com baixo teor de matéria orgânica, o milho responde até a aplicação de 330 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

A eficiência agrônômica de uso do nitrogênio, ou seja, a quantidade de quilogramas de grãos de milho produzido por quilograma de N aplicado, reduz-se à medida que aumenta a dose de N aplicada em cobertura.

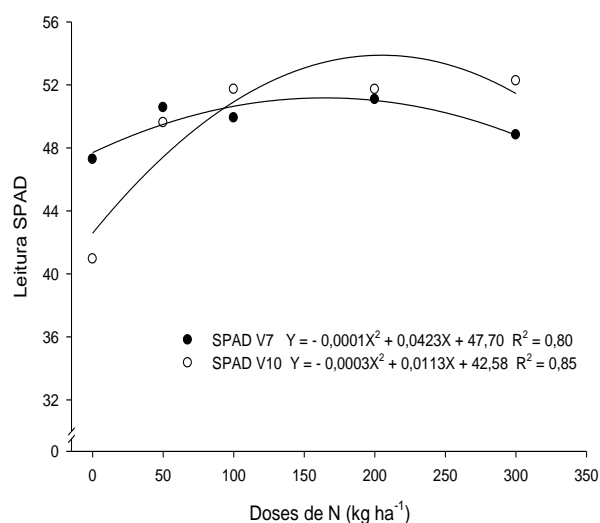


Figura 1. Teor relativo de clorofila na folha em função de dose de nitrogênio aplicado em cobertura no milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

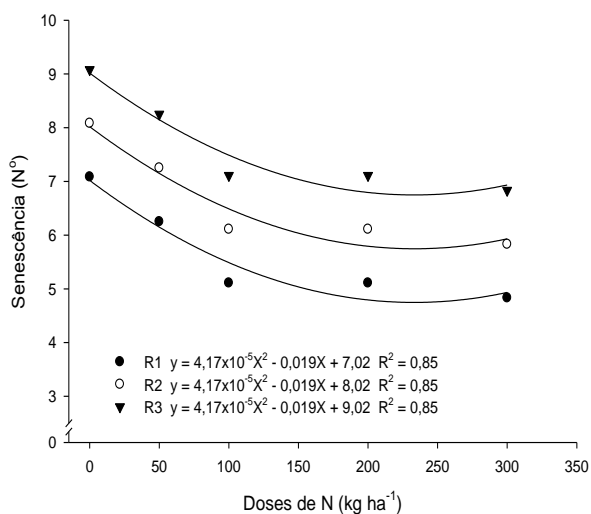


Figura 2. Número de folhas senescidas na cultura do milho nos estádios R1, R2 e R3, conforme escala de Ritchie et al. (1993), em função de doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

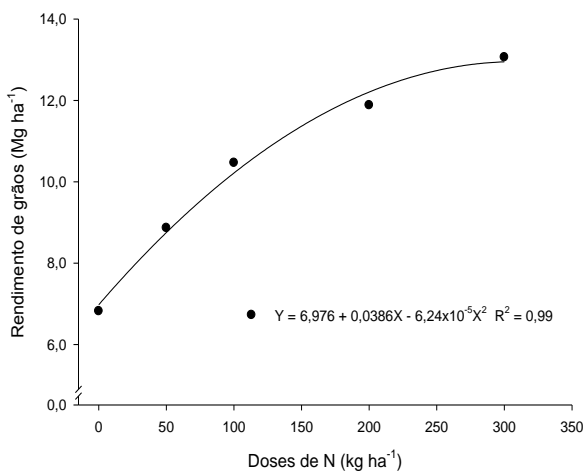


Figura 3. Rendimento de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS. 2015/16.

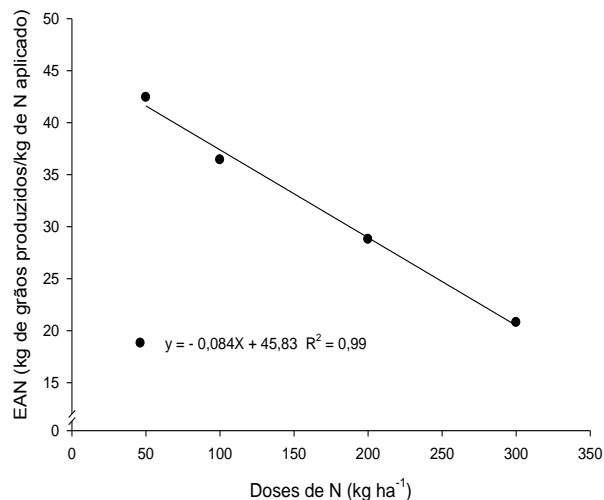


Figura 4. Eficiência agrônômica de uso do N (EAN) em função de doses de aplicação de N em cobertura em milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

REFERÊNCIAS:

EMYGDIO, B.M.; SCHNEID, A.P.; ROSA, A.; CELARO, M.C.(Ed.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed.rev.ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Tabela 1 - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agronômicas do milho cultivado em área de arroz irrigado em sucessão a três coberturas de solo no outono-inverno, na média de doses de N aplicado em cobertura. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Determinações	Cobertura de solo			CV ¹ (%)
	Azevém	Cornichão	Pousio	
Massa seca no espigamento (Mg ha ⁻¹)	20,3 ns	21,8	20,5	34,15
Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)	9,61 b*	10,35 ab	10,69 a	10,75
Espigas m ² (No.)	7,6 ns	7,8	8,1	14,29
Grãos espiga ⁻¹ (No.)	488 b*	508 ab	519 a	6,49
Peso do grão (mg)	247 ab*	251 a	246 b	1,92

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). ¹Coeficiente de variação.

Resposta do milho à adubação nitrogenada em função de época de semeadura.

Laís Corrêa Miozzo¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Natan Henrique Ferrari Pagliarini³; José Antônio Severo Celestino Alves⁴, Isadora Rodrigues Jaeger⁵ e Cristhian Richetti⁶

¹ Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Faculdade de Agronomia (FA), Porto Alegre, RS, bolsista CAPES: laismiozzo@gmail.com; ² Docente convidado; UFRGS/FA, Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Pesquisador CNPQ: paulo.silva@ufrgs.br ³ Engº Agrônomo Mestre em Fitotecnia, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, natanpagliarini@hotmail.com ⁴ Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: joseantonio_sca@hotmail.com. ⁵ Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: isa.jaeger@gmail.com. ⁶ Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: cristhianrichetti@gmail.com

RESUMO: Em regiões mais quentes do estado do RS, o milho é semeado em uma ampla faixa de época de semeadura. Em virtude de diferenças na temperatura, o crescimento da planta varia conforme a época de semeadura. Isso pode determinar diferenças na resposta do rendimento de grãos à adubação nitrogenada em cobertura. O objetivo do trabalho foi determinar se a resposta do milho à adubação nitrogenada varia em função de época de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de duas épocas de semeadura (15 de agosto e 13 de outubro de 2014), caracterizadas, respectivamente, como sendo época antecipada e intermediária, e cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹). O híbrido utilizado foi o Pioneer 30F53 PRO 2. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ($p \leq 0,20$) e para os efeitos principais ($p \leq 0,05$).

As plantas de milho apresentaram menores estatura, diâmetro de colmo e percentagem de senescência foliar na semeadura realizada no início do período recomendado (agosto) em relação à realizada em um período intermediário (outubro).

A resposta do rendimento de grãos e da eficiência de uso de nitrogênio de milho à adubação nitrogenada em cobertura é maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro.

Termos de indexação: rendimento de grãos, eficiência de uso do N, doses de nitrogênio.

Introdução

O rendimento médio de grãos de milho nas últimas cinco safras (2011/12 a 2014/15) no estado do Rio Grande do Sul foi de 5,06 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Considerando que as produtividades máximas obtidas em experimentos conduzidos sob condições ótimas de manejo são de 17,4 (Menegati et al., 2012) e 18,6 Mg ha⁻¹ (Schmitt et. al., 2012), respectivamente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, verifica-se que há uma grande lacuna entre as produtividades médias de grãos obtidas em lavouras comerciais de milho e as obtidas em experimentos. Inúmeras causas têm determinado os baixos rendimentos obtidos em lavouras, dentre as quais se destaca o manejo inadequado da adubação, principalmente a nitrogenada.

O N é o nutriente que o milho tem maior demanda, podendo ser limitante ao seu desenvolvimento, pois é fundamental no metabolismo vegetal, participando diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (Büll, 1993). Pelo fato do N apresentar uma dinâmica muito complexa no solo, é necessário o uso de adubação nitrogenada para complementar a quantidade desse nutriente fornecida pelo solo.

Nas regiões mais quentes do estado do Rio Grande do Sul, como a Depressão Central, Missões e Região Noroeste, é possível semear-se milho numa ampla faixa de época de semeadura, que vai desde final de julho a janeiro. Em função disso, as condições meteorológicas diferem com a época de semeadura. A fenologia e o desenvolvimento das plantas de milho são influenciados pela radiação solar e temperatura. Com semeaduras realizadas no início da época recomendada, há redução na taxa de crescimento da planta e aumento na duração dos subperíodos de desenvolvimento, ocorrendo o

inverso com semeaduras realizadas no final da época recomendada (Sangoi et al., 2010).

O objetivo do trabalho foi determinar se a resposta do milho à adubação nitrogenada varia em função de época de semeadura.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida a campo no ano agrícola 2014/15, na Estação Experimental Agrônômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região ecoclimática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo utilizado foi o Argissolo Vermelho Distrófico típico. A área experimental está sendo cultivada em sistema de semeadura direta há 25 anos, com rotação milho/soja no verão.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de duas épocas de semeadura e cinco doses de N aplicado em cobertura no milho. O milho foi semeado em duas épocas, sendo uma época considerada antecipada (15 de agosto de 2014) e a outra intermediária (13 de outubro de 2014). As doses de N utilizadas nas duas épocas foram: 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹. A aplicação do adubo nitrogenado foi parcelada, sendo a primeira dose de 50 kg ha⁻¹ de N igual para todos os tratamentos, exceto na testemunha sem N, no estágio V₃, conforme escala de Ritchie *et al.* (1993). Nos tratamentos com 100 e 200 kg N ha⁻¹, o restante das doses foi aplicada em V₇. Nas duas doses mais altas (300 e 400 kg ha⁻¹ de N), o restante da dose foi dividida pela metade e aplicada em dois estádios, V₇ e V₁₀. Para incorporar o N e minimizar perdas por volatilização, foram aplicados, logo após a aplicação do adubo nitrogenado, 20 mm de água por irrigação por aspersão. A fonte de N utilizada foi a ureia com inibidor de urease..

O genótipo de milho utilizado foi o P 30F53, da empresa Pioneer Sementes, que é um híbrido simples, com ciclo precoce, com eventos RR e Bt. Utilizou-se o sistema de semeadura direta, em sucessão à aveia branca (*Avena sativa*) no outono-inverno. A densidade de plantas foi de 9,0 pl m⁻², com espaçamento entrelinhas de 0,5 m. A adubação na semeadura constou da aplicação de 25, 150 e 75 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O milho foi irrigado sempre que necessário. As demais práticas de manejo utilizadas seguiram as recomendações técnicas dessa cultura.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locadas as épocas de semeadura e nas subparcelas as doses de adubo nitrogenado.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ($p \leq 0,20$) conforme descrito por Perecin & Cargnelutti Filho (2008), e para os efeitos principais ($p \leq 0,05$). Quando significativo, foram ajustadas curvas de respostas a N pela análise de regressão polinomial. Para comparação dos efeitos principais de época de semeadura aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Para estatura de planta, diâmetro de colmo e porcentagem de senescência foliar houve apenas efeito principal de época de semeadura, sendo menores na época de semeadura de agosto em relação à outubro (**Tabela 1**). Isto se deve à ocorrência de menores temperaturas do ar durante o ciclo de desenvolvimento do milho na semeadura mais antecipada, que proporciona menor crescimento de plantas.

A resposta da quantidade de N acumulada na planta no espigamento ao incremento da dose de N variou conforme a época de semeadura (**Figura 1**). Enquanto na época antecipada (agosto) ela aumentou linearmente, na época intermediária (outubro) a resposta foi quadrática. De uma maneira geral, foram observadas menores quantidades de N acumulada nas plantas na época de semeadura de agosto em relação à de outubro, embora estatisticamente tenha sido significativa apenas na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. Essa maior quantidade de N acumulada na época de outubro deveu-se ao menor rendimento de massa seca da parte aérea verificado nessa época de semeadura.

Nas duas épocas de semeadura, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 2**). As doses de máxima eficiência técnica foram de 394 e 364 kg ha⁻¹, respectivamente nas épocas de semeadura de agosto e de outubro. De uma maneira geral, observou-se maior resposta à adubação nitrogenada na época de semeadura de agosto em relação à de outubro, embora estatisticamente tenha sido significativa apenas na dose de 300 kg ha⁻¹ de N. Essa maior resposta do

rendimento de grãos na época de semeadura de agosto pode estar associada ao menor desenvolvimento vegetativo da planta nessa época (**Tabela 1**), devido à ocorrência de menores temperaturas do ar. Em plantas menos desenvolvidas há menor gasto de fotoassimilados em crescimento vegetativo, havendo maior disponibilidade dos mesmos para o enchimento de grãos. Com efeito, a percentagem de senescência foliar, avaliada no espigamento, foi menor na época de semeadura de agosto em relação à de outubro (**Tabela 1**). Isto evidencia que houve a necessidade de menor mobilização de nutrientes das folhas mais velhas para as mais novas nessa época antecipada.

Nas duas épocas de semeadura, a EAN diminuiu de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 4**). Isso ocorre devido ao fato de que, com menores quantidades de nitrogênio aplicado, há maior absorção desse nutriente pela planta, diminuindo, assim, as perdas para o ambiente. Com a aplicação das doses de 100 e 300 kg ha⁻¹ de N, a EAN foi 30 e 45 % maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro. Isso pode estar associado ao menor desenvolvimento vegetativo da planta na época antecipada, devido à ocorrência de menores temperaturas do ar.

Conclusões.

Em regiões mais quentes do estado do RS, as plantas de milho apresentam menores estatura, diâmetro de colmo e percentagem de senescência foliar na semeadura realizada no início do período recomendado (agosto) em relação a um período intermediário (outubro).

Época de semeadura	15/08/2014	13/10/2014	CV ¹ %
Diâmetro de colmo (cm)	1,8 b	2,1 a	5,9
Estatura (m)	2,22 b	2,72 a	3,6
Senescência foliar (%)	31,0b	35,0 a	7,63

A resposta do rendimento de grãos e da eficiência de uso de nitrogênio de milho à adubação nitrogenada em cobertura é maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro.

Tabela 1. Características associadas ao desenvolvimento da planta de milho em duas

épocas de semeadura, na média de doses de N aplicado no milho. Eldorado - RS, 2014/15

¹Coefficiente de variação; * Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

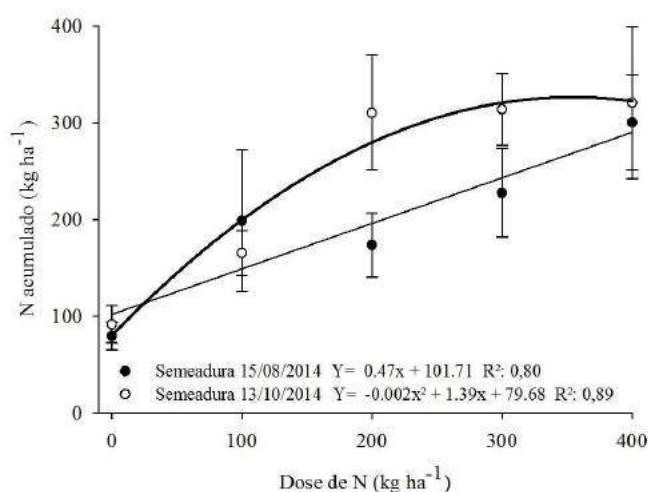


Figura 1. Quantidade de N acumulado por hectare na parte aérea no espigamento do milho em função de doses de N aplicadas em cobertura, em duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.

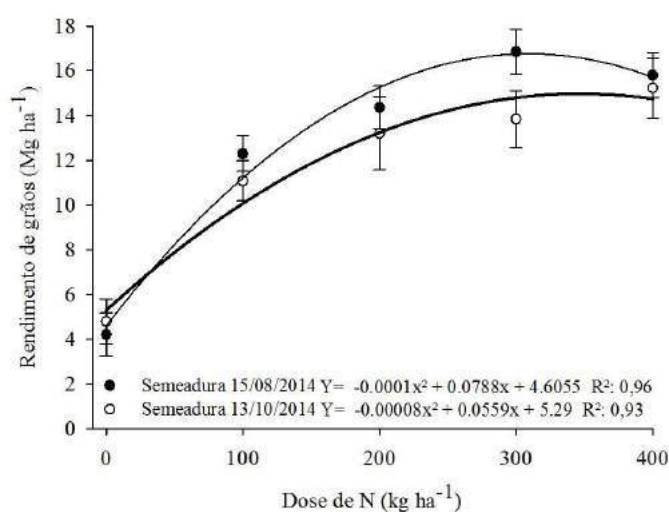


Figura 2. Rendimento de grãos de milho em função de doses de aplicação de N em cobertura, em duas

épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.

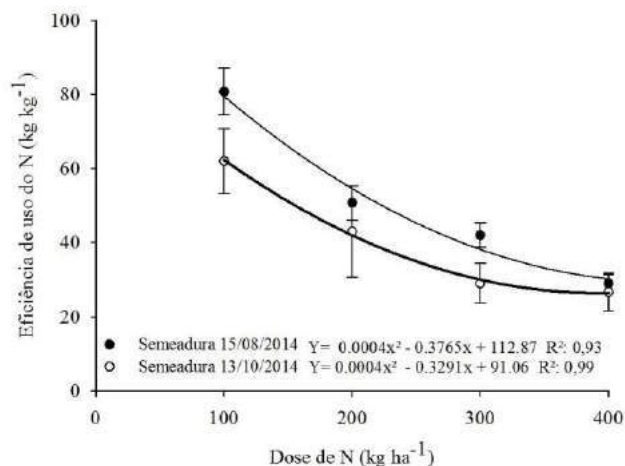


Figura 3. Eficiência agrônoma de uso do N (EAN) em função de doses de aplicação de N em cobertura em milho, em duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.

¹ Quilogramas de grãos de milho produzidos por quilograma de N aplicado, em kg kg⁻¹.

Referências

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Büll, L. T.; Cantarella, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . **Séries históricas** Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudo
s >. Acesso em: 22 abr. 2015.

MENEGATI, G. B. **Estratégias de manejo para minimizar estresse por deficiência hídrica e para potencializar rendimento em grãos de milho sob condições de irrigação**. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ufrgs, Porto Alegre, 2013.

PERECIN, D. & CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

RITCHIE, s.w.; Hanway, j.j. & Benson, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993.26p. (Special Report, 48).

SANGOI *et al.* **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010 87 p.

SCHMITT, A. et al. Incremento na densidade de plantas como estratégia para aumentar o rendimento de grãos de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais em CD**. Águas de Lindóia: CBMS, 2012.

Respostas agronômicas de milho consorciado e co-inoculado cultivado em dois tipos de solo

Ricardo Fachinelli⁽¹⁾; Priscila Akemi Makino⁽²⁾; Valquiria Krolikowski⁽³⁾; Hadassa Kathyuci Antunes de Abreu⁽¹⁾; Renato Albuquerque da Luz⁽¹⁾; Gessi Ceccon⁽⁴⁾.

- (1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; rfachinelli@hotmail.com; hadassa.antunes@gmail.com; reantualbuquerque@luz@gmail.com; (2) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com; (3) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS; valkrolikowski@hotmail.com; (4) Analista Embrapa Agropecuária Oeste; Dourados, MS; gessi.ceccon@embrapa.br

RESUMO: O nitrogênio é um elemento fundamental para garantir bom desenvolvimento e produtividade da cultura de milho. Por ser um insumo de elevado custo, a co-inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio podem ser uma alternativa viável para disponibilizá-lo a cultura. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia da inoculação e a co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema consorciado em dois tipos de solo. O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Agropecuária Oeste, em casa de vegetação, com cultivo das plantas de milho em vasos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com solo Arenoso e Argiloso, seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiam em: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e Com *Azospirillum* na safrinha; sem nitrogênio, Com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha. As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior altura, produção de massa seca total e teor de clorofila, e em todas as formas de inoculação apresentaram resultados inferiores ao tratamento com adubação nitrogenada. Os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e

Azospirillum na safrinha, mostraram ser eficiente para produção de grãos, igualando-se ao de adubação nitrogenada. Conclui-se que a inoculação com *A. brasilense* promove produtividade de grãos equivalentes a adubação nitrogenada em plantas de milho consorciadas cultivadas em vaso.

Termos de indexação: *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; Fitotecnia.

INTRODUÇÃO

Dentro da produção agrícola do milho, os fertilizantes nitrogenados constituem um dos mais altos custos do cultivo, devido ao grande uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, obtidos da importação (Hungria, 2011). Um dos objetivos da agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente do N atmosférico (Graham & Vance, 2000). A busca por alternativas para reduzir a utilização de fertilizantes sem diminuir a produção possibilita minimizar os custos de cultivo e os problemas ambientais relacionados.

A inoculação da cultura com bactérias do gênero *Azospirillum*, aumentam a eficiência da cultura, pois atuam estimulando seu crescimento por múltiplos mecanismos, incluindo síntese de fito-hormônio, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (Bashan & Bashan, 2010).

A inoculação de bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa na busca pela sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois promovem maior disponibilidade de N para a planta pela atuação de microrganismos (Baldani et al., 2002).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação e co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema de consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Centro de Pesquisas da Embrapa Agropecuária Oeste, conduzido em casa de vegetação não climatizada. Foram utilizados vasos cilíndricos (40 x 60 cm) com capacidade de 60 kg de solo seco. O cultivo anterior correspondeu ao plantio de soja inoculada com *Bradyrhizobium*.

O híbrido de milho DKB 390 PRO foi semeado em fevereiro de 2016, sob sistema de cultivo consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. Foram semeadas quatro sementes de milho e doze de braquiária em cada vaso e após a emergência realizou-se o desbaste, permanecendo uma planta de milho e quatro de braquiária em cada vaso. A irrigação foi realizada durante todo o ciclo da cultura, para manutenção da umidade do solo na capacidade de campo.

No plantio foi utilizado a dose de 2,5 g de adubo 0-20-20 por vaso, e nos tratamentos com adubação nitrogenada foram adicionados 2,5 g de ureia.

Na maturação fisiológica da cultura, foi realizada a coleta das plantas de milho para avaliar a altura de planta (m), medindo o comprimento da base até o ápice; massa seca total (g planta⁻¹), calculada a partir do somatório de peso seco de colmo, espigas e folhas; produção de grãos por planta (g planta⁻¹); e teor de clorofila total, com leituras realizadas na folha oposta e abaixo da espiga, no período de florescimento, utilizando clorofilômetro.

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com dois tipos de solo (arenoso e argiloso), seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no

verão (SN+SB); com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão (CN+SB); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB); sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão (SN+CA); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+CA safrinha); sem nitrogênio, com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+A verão +CA safrinha).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($P \leq 0,05$) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo da interação entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto teor de clorofila, o qual apresentou efeito isolado do tratamento com inoculação e tipo de solo.

A altura de planta foi maior no tratamento sem adubação e sem inoculação (SN+SB) e no tratamento com adubação nitrogenada (CN+SB), em ambos os solos, demonstrando que a inoculação não foi eficiente para elevar o valor do parâmetro avaliado. As plantas cultivadas no solo argiloso apresentaram maior crescimento em altura.

Segundo Castro et al. (2008), a altura de planta é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, uma vez que este nutriente participa diretamente na divisão e expansão celular e no processo fotossintético. Isso evidencia que plantas nutridas adequadamente com N podem ter maior desenvolvimento vegetativo.

Na contribuição da fixação biológica por *Azospirillum*, pode-se dizer que a transferência do N fixado para a planta ocorre muito lentamente. Apenas uma pequena parte torna-se disponível para o vegetal e as bactérias não secretam altas quantidades de amônia durante o crescimento diazotrófico (Cassan et al., 2001). Com isso, o crescimento em altura da planta pode ser prejudicado, acarretando em plantas de menor porte.

As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior massa seca total, sendo a

maior no tratamento sem inoculação e adubação (SN+SB). Em solo arenoso, os tratamentos sem inoculação e adubação (SN+SB) e com adubação nitrogenada (CN+SB) apresentaram maior massa seca total em relação aos demais.

O mesmo foi observado por Repke (2013), que trabalhando com plantas de milho inoculadas com *A. brasilense* sob doses de nitrogênio, não verificou influência da inoculação para a produção de matéria seca, apenas das doses do fertilizante nitrogenado.

A avaliação de clorofila das plantas de milho mostrou melhor resultado nas plantas cultivadas em solo argiloso, enquanto que nos tratamentos, a maior produção de clorofila foi observada no tratamento sob adubação nitrogenada (CN+SB).

A produção de grãos foi superior nas plantas cultivadas em solo argiloso, sendo os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB) e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e *A. brasilense* na safrinha (SN, CB verão+CA safrinha), mostraram ser tão eficientes quanto a adubação nitrogenada em relação à esta variável. Em solo arenoso, a maior produção de grãos por planta foi observada apenas no tratamento com adubação nitrogenada sem inoculação (CN+SB).

A importância da adubação nitrogenada reflete no processo de crescimento do vegetal, o qual depende do N para realização da síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, proporcionando uma vegetação verde e abundante, com aumento da folhagem e rápido crescimento (Okumura et al. 2011).

CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* em milho consorciado com braquiária, não influencia a maioria dos parâmetros agrônômicos avaliados, no entanto possibilita aumentar a produção de grãos.

As variáveis analisadas apresentam melhores resultados quando o milho é cultivado em solos argilosos, sob adubação nitrogenada e na ausência de inoculação.

REFERÊNCIAS

BALDANI, J.I. Potencial biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J.L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. 433p.

BASHAN, Y.; BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in agronomy**, v.108, n. 77-136, 2010.

CASSAN, F. et al. *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum* hydrolyze conjugates of GA20 and metabolize the resultant aglycones to GA1 in seedlings of Rice dwarf mutants. **Plant Physiology**. Washington. v.125, n.4, p.2053-2058, 2001.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. 1. ed. Editora Agronômica Ceres, 2008. 864p.

GRAHAM, P. H.; VANCE C. P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 93-106, 2000.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**. The Hague. v.331, p.413-425, 2011.

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.4, n.2, 2011.

REPKE, R. A. Eficiência da *Azospirillum brasilense* na fixação de nitrogênio em milho. Dissertação (Mestrado)



Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências
Agrárias. [s. n.] Botucatu-SP, 2013.

Tabela 1 – Altura de plantas, massa seca total, produção de grãos e teor de clorofila, em tratamentos com inoculação e co-inoculação de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Altura (m)		Massa seca total (g)				Produção de grãos (g planta ⁻¹)		Teor de Clorofila					
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso						
SN+SB	152,7	bA	186,2	aA	169,54	bA	338,04	aA	1,5	bB	27,78	aAB	22,27	b
CN+SB	158	aA	163,7	aAB	206,77	aA	200,21	aB	33,98	aA	30,66	aAB	37,19	a
SN+CB	111,3	bB	152,5	aB	88,55	bB	189,26	aB	7,73	aB	19,08	aAB	22,44	b
SN+CA	118,8	bB	154,8	aB	86,4	bB	210,69	aB	0,52	bB	13,66	aB	22,18	b
SN+CB (verão) +CA (safrinha)	112,3	bB	151	aB	92,65	bB	227,66	aB	1,2	bB	36,69	aA	22,28	b
SN+CB+A (verão) +CA (safrinha)	115,8	bB	159,2	aB	94,36	bB	198,21	aB	0,22	bB	16,56	aB	21,05	b
Média			144,69				175,19				15,8		24,57	
CV%			9,26				20,6				69,89		13,49	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2 – Teor de clorofila de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás, em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Clorofila	
Arenoso	21,71	b
Argiloso	27,43	a
Média	24,57	
CV%	13,49	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Teor de Macronutrientes do Milho Orgânico Consorciado com Adubos Verdes Perenes

Ana Carolina Costa Arantes⁽¹⁾; Anastácia Fontanetti⁽²⁾; Alexandre Gonçalves Próspero⁽³⁾; Francisco José da Silva Neto⁽⁴⁾; Alexandra Providello⁽⁵⁾; Emmanuélly Maria de Souza Fernandes⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados; Universidade Federal de São Carlos/CCA; Araras, São Paulo; accarantes@gmail.com; ⁽²⁾ Professora; UFSCar/CCA; anastacia@cca.ufscar.br; ⁽³⁾ Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandregprospero@gmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; franciscojose331@gmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandra.providello@yahoo.com.br; ⁽⁶⁾ Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; emmanuely.fernandes@gmail.com.

RESUMO: O consórcio do milho com adubos verdes perenes é uma alternativa para incrementar a matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo e a nutrição mineral do milho. Objetivou-se avaliar o estado nutricional do milho em cultivo consorciado com adubos verdes perenes semeados em épocas distintas de seu desenvolvimento. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial 3 (*Calopogonium mucunoides* Desv.; *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.; *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey) x 2 (semeadura no V4 e VT do milho) + 1 (milho solteiro), com 4 repetições. Avaliou-se os teores dos macronutrientes foliares do milho. Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio para o milho.

Termos de indexação: *Zea mays* L., Competição, Fabáceas.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas agrícolas mais cultivada em consórcios, devido a sua maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais e elevada altura de plantas e inserção das espigas (Alvarenga et al., 2006).

Nas últimas décadas, o consórcio do milho com adubos verdes (A.V.) têm se destacado com o objetivo de incrementar a produção de matéria seca e a cobertura do solo durante o desenvolvimento da poácea (Alvarenga et al., 1995).

Os A.V. podem mobilizar P, Ca, Mg, das camadas mais profundas do solo (Castro & Prezotto, 2008), além de reduzirem as perdas por lixiviação e volatilização e os teores de Al e Mn no solo, aumentando a troca catiônica (Ribeiro et al., 2011). As fabáceas, ainda, têm a capacidade de aportar nitrogênio ao sistema via fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Pereira et al., 2012), sendo este macronutriente o mais requerido pelo milho (Sangoi et al., 2002).

No sistema consorciado é necessário que se evite a competição por água e luz entre as espécies, sendo, portanto necessário o conhecimento das características ecofisiológicas das espécies envolvidas, bem como as curvas de demanda nutricional (Jakelaitis et al., 2005). Zanine & Santos (2004) explicam que a competição por nutrientes pode ocorrer quando as raízes das plantas sobrepõem a área de absorção de nutrientes e água e quando a quantidade de nutrientes no solo não for suficientes para as espécies.

Portanto, objetivou-se avaliar o teor de macronutrientes foliares do milho cultivado em consórcio com adubos verdes perenes semeados em diferentes fases de desenvolvimento do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na UFSCar/CCA – Araras/SP, na safra de 2014/2015. O delineamento experimental foi o blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 2 + 1 (milho solteiro), com 4 repetições:

1º fator: 3 A.V. (calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.));

2º fator: 2 épocas de semeadura dos A.V. (V4 (quatro folhas expandidas do milho) e VT (pendoamento do milho)).

O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com características químicas: P resina (14 mg dm⁻³); M.O. (23 g dm⁻³); pH (5,5); K (4,9 mmol_c dm⁻³); Ca (27 mmol_c dm⁻³); Mg (9 mmol_c dm⁻³); H+Al (23 mmol_c dm⁻³); SB (41 mmol_c dm⁻³); CTC (63 mmol_c dm⁻³); V (64 %).

O preparo do solo foi realizado com duas operações de gradagem e, a semeadura do milho, Al Avaré Orgânico, foi feita na densidade 6 sementes m⁻¹, objetivando a população de 70.000 plantas ha⁻¹. As parcelas experimentais foram formadas por 5 linhas de milho com 5 m de comprimento e espaçadas à 0,90 m.

A adubação foi feita com composto orgânico comercial na quantidade e 9,2 t ha⁻¹, visando atender a dose de nitrogênio necessária para a produção de 6,0 – 8,0 t ha⁻¹ de grãos (Ribeiro, 1998), de acordo com a sua característica química: C (13,1%); N (1,3%); P₂O₅ (3,13%); K₂O (1,62%); CaO (11,1%); MgO (1,98%); SO₄ (1,5%); Cu (69,2 ppm); Fe (561 ppm); Mn (511,2 ppm); Zn (766 ppm); Ph (8,0 CaCl₂)

As sementes dos A. V. foram semeadas nas entrelinhas do milho de acordo com o seu valor cultural (Cecon, 2015), nas densidades: 21 sementes m⁻¹ de calopogônio, 60 sementes m⁻¹ de puerária e 30 sementes m⁻¹ de soja perene.

Os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) nas folhas do milho foram avaliados no estádio R1/R2 (grão leitoso), coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior de 10 plantas (Cantarella et al., 1997), nas 3 fileiras centrais de cada parcela. As amostras secas e moídas foram direcionadas ao laboratório para a análise dos teores nutricionais segundo métodos propostos por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias dos teores de nutrientes dos consórcios milho/adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias dos consórcios do milho/adubos verdes com o milho solteiro foi realizada por contrastes entre as médias, pelo teste F a 5% de probabilidade, com o software SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho consorciado com o calopogônio, semeado no estádio V4, apresentou os menores teores de nitrogênio foliar. Fato não observado quando o calopogônio foi semeado no estádio VT. Já para a puerária e soja perene, não foram observadas diferenças significativas para esse nutriente (**Tabela 1**). O calopogônio, apesar de realizar a FBN, pode ter competido com o milho pelo N disponível.

Tabela 1 - Médias dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas do milho em consórcio com os adubos verdes semeados nos estádios fenológicos V4 e VT. Araras/SP, 2014/15.

ADUBOS VERDES	N		Ca		Mg	
	g kg ⁻¹					
	V4	VT	V4	VT	V4	VT
Calopogônio	22,8 ^{Bb}	36,5 ^{Aa}	2,4 ^{Aa}	2,1 ^{ABa}	0,7 ^{Aa}	0,7 ^{Aba}
Puerária	34,5 ^{Aa}	36,4 ^{Aa}	2,0 ^{Ab}	2,4 ^{Aa}	0,7 ^{Aa}	1,0 ^{Aa}
Soja perene	35,2 ^{Aa}	34,5 ^{Aa}	2,2 ^{Aa}	2,0 ^{Ba}	0,7 ^{Aa}	0,3 ^{Bb}
CV (%)	6,19		11,32		37,3	
MÉDIA	33,31		2,19		0,69	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Spagnollo et al. (2002) afirmam que em consórcio, as fabáceas tendem a auxiliar no suprimento de nitrogênio para a cultura principal na safra seguinte. Já, Costa & Silva (2008) afirmam que a transferência pode ocorrer no mesmo ciclo, através de excreções de compostos nitrogenados, ou por decomposição dos nódulos e raízes durante a senescência da fabácea.

Devido à competição, Mendes et al. (2004) verificaram que o calopogônio e a puerária em

consórcio com o milho forneceram menor quantidade de N ($19,5 \text{ g kg}^{-1}$), em relação ao feijão-de-porco e guandu-anão. Além disso, o calopogônio tem baixa capacidade de transferência do N para o sistema solo-planta (Formentini et al., 2008).

A competição por N fica mais evidente quando se avalia os contrastes (**Tabela 2**), o calopogônio semeado em V4 não contribuiu para o incremento de N foliar, e reduziu o teor quando comparado como milho solteiro.

O teor de Ca (**Tabela 1**) foi inferior aos teores mencionados por Mendes et al. (2004). Desta maneira é possível sugerir competição por este nutriente.

A puerária semeada em V4 e a soja perene semeada em VT proporcionaram teores de Ca na folhas de milho inferior ao cultivo solteiro (**Tabela 2**). A competição das fabáceas pelo Ca ocorre, porque o nutriente é utilizado na formação dos nódulos no sistema radicular, responsáveis pela FBN (Silva et al., 2011).

Tabela 2 - Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para o teor de nutrientes na folha do milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

CONTRASTES	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Calopogônio V4	22,7*	1,2 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,4 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,2**
Calopogônio VT	36,5**	1,0 ^{ns}	3,9 ^{ns}	2,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}
Puerária V4	34,5**	0,8*	3,2 ^{ns}	2,0**	0,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}
Puerária VT	36,4**	0,8*	3,2 ^{ns}	2,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,0 ^{ns}
Soja perene V4	35,2**	0,8*	3,0 ^{ns}	2,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}
Soja perene VT	34,5**	0,7**	3,1 ^{ns}	2,0**	0,4**	1,0 ^{ns}
Milho solteiro	26,2	1,2	2,8	2,5	0,9	0,9
CV (%)	7,3	23,7	16,5	11,2	26,5	14,7

*, ** Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente; ns - Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

O teor de Mg nas folhas do milho (**Tabela 1**) foi menor no consórcio com a soja perene semeada no estádio VT, porém esse não diferiu

estatisticamente do consórcio com calopogônio semeado no mesmo estádio.

O maior teor de P foi encontrado no consórcio com o calopogônio (**Tabela 3**). Delarmelinda et al. (2010) relatam que as raízes do calopogônio liberam ácidos orgânicos no solo, que acidificam a região da rizosfera e realizam maior solubilização do P. Não houve competição entre o calopogônio e o milho, pois não foi encontrado diferença para os teores de P com o milho solteiro (**Tabela 2**).

O P e o Mg possuem sinergismo, e a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta (Malavolta et al., 1997).

O maior teor de S foi encontrado quando a semeadura foi realizada no estádio V4 do milho, independente dos A. V. (**Tabela 3**), e o calopogônio semeado no estádio V4 do milho proporcionou o maior teor foliar de S, em relação ao milho solteiro (**Tabela 2**).

Para as fabáceas, o S é requerido nos nódulos para a FBN (Paiva & Nicodemo, 1994), portanto o N influencia no teor de S disponível para o milho, o que causou redução no teor de N e aumento no teor de S do milho.

Tabela 3 - Médias dos Teores de fósforo (P) e enxofre (S) no milho, de acordo com o tipo de adubo verde (calopogônio, puerária e soja perene) e a época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT), respectivamente. Araras/SP, safra 2014/15.

ADUBOS VERDES	P
	(g kg ⁻¹)
Calopogônio	1,12 ^a
Puerária	0,83 ^b
Soja Perene	0,73 ^b
CV (%)	20,34
MÉDIA	0,89
ÉPOCA DE SEMEADURA	S
	(g kg ⁻¹)
V4	1,12 ^a
VT	0,98 ^b
CV (%)	15,36
MÉDIA	1,05

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estádio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio ao milho.

AGRADECIMENTOS

FAPESP, CNPq e CAPES

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas - MG: Embrapa-CNPMS, 2006. 12p. (Circular Técnica 80).
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. 13 cereais. In: RAIJ, B. van et al., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1997. p.45-72. (Boletim técnico, 100).
- CASTRO, A. M. C. e; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.35-44, 2008.
- CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p. 39-46, 2015.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Londrina, v.32, n.2, p.663-667, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: 3.ed., 2013. 353p.
- DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. da. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Revista Acta Amazônica**, Manaus v. 40, n. 3, p. 625-628. 2010.
- FERREIRA D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 456, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.
- FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, Vitória, 28p., 2008.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 39-46, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 308p, 1997.
- MENDES, F. F.; SANTOS, I. C. DOS; GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; FONTANÉTTI, A.; OLIVEIRA, L. R.; SALGADO, L. T. **Efeito do consórcio milho-leguminosas e da aplicação de esterco na produtividade e no estado nutricional do milho em sistema orgânico**. EPAMIG, 2004. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.
- PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 45 p. EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 56.
- PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.
- RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais**. 1998. 126 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M. dos; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTIN, C. A. de S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 43 – 50, 2011.
- SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acúmulo de matéria seca em

híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.259-267, 2002.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1735-1744, 2011.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 417-423, 2002.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

Teores de nutrientes em plantas de milho em função do nitrogênio antecipado em gramíneas forrageiras.

Letusa Momesso Marques⁽¹⁾; Katiuça Sueko Tanaka⁽²⁾; Lucas André Curto Donini⁽³⁾; Cassiano Silva Puoli⁽⁴⁾; Felipe de Andrade Faleco⁽⁵⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CAPES; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; letusamomesso@gmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; FCA/UNESP; katiucas@msn.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; lucasdonini.unesp@gmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; cassiano.puoli@gmail.com; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; FCA/UNESP; felipe.faleco@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; FCA/UNESP; crusciol@fca.unesp.br.

RESUMO: A presença de nutrientes disponíveis e a suplementação através de uma adubação manejada adequadamente são fatores determinantes para os níveis ideais na nutrição das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade da aplicação de nitrogênio (N) na planta de cobertura e às vésperas da semeadura, visando o suprimento dos nutrientes para a cultura do milho em sucessão a *Urochloa* spp, e a eficiência das espécies utilizada como cobertura. O ensaio foi avaliado durante o ano agrícola 2014/15, na FCA/UNESP, Botucatu (SP). O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2x6. Os tratamentos constituídos pelas plantas de cobertura do solo *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis*, combinadas com seis formas de adubação nitrogenada, sendo: (i) aplicação de N 20 dias antes da dessecação (DAD), (ii) 10 DAD, (iii) 5 DAD, (iv) aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, (v) convencional (30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura), e (vi) tratamento controle, sem aplicação de N. Foram realizadas as avaliações nas plantas forrageiras: quantidade de nutrientes acumulados; e para a cultura do milho, determinação dos teores foliares de macronutrientes. A *U. brizantha* cicla nutrientes em maiores quantidades que a *U. ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante. A quantidade de N liberada pelas plantas de cobertura com aplicação de N antes da dessecação não supre adequadamente a cultura do milho.

Termos de indexação: *Urochloa* sp, adubação nitrogenada, semeadura direta.

INTRODUÇÃO

A exploração do sistema integração lavoura-pecuária (ILP) em sistema plantio direto possibilita a permanência de cobertura de resíduo vegetal no uso de pastagens, tanto de gramíneas como de leguminosas, com culturas anuais (HENTZ et al., 2014). A ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica, proporcionando ganhos mútuos ao produtor, principalmente nas regiões do bioma Cerrados e demonstrando maior eficiência em preservar os recursos naturais (KLUTHCOUSKI et al., 2007).

O interesse, nesse modelo de exploração, apoia-se nos benefícios que podem ser alcançados pelo sinergismo entre a rotação do pasto e das culturas de primeira safra, como melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Apesar das vantagens, o sucesso desse sistema sob SPD depende do conhecimento do sistema agrícola como um todo. A biomassa produzida no sistema contém os nutrientes extraídos das camadas mais profundas do solo pelas plantas forrageiras, disponibilizando-os superficialmente para a cultura sucessora, após o manejo e a decomposição pela ação do ambiente (CRUSCIOL et al., 2008; CRUSCIOL & SORATTO, 2009).

Outro fator que determina a permanência das coberturas na superfície do solo e a liberação dos nutrientes, são as características da espécie no que se refere a composição bioquímica, as concentrações de nutrientes e a relação carbono/nitrogênio, incidindo diretamente na taxa de mineralização de nutrientes, em especial o N (FORTES et al., 2012).

Afim de atender a demanda de N da cultura subsequente, é necessário que a liberação de N dos resíduos aportados pelas plantas de cobertura ocorra em sincronismo com a demanda da cultura em sucessão. Diante do exposto, é evidente a importância da busca por técnicas alternativas que possibilitem a utilização eficiente do nitrogênio e, consequentemente, a produtividade da cultura do milho, no SPD, em sucessão a gramíneas forrageiras.

O objetivo do trabalho foram: a) avaliar a viabilidade da aplicação de N na planta produtora de palha, visando o suprimento de nutrientes para a cultura do milho em sucessão a espécies de *Urochloa*, b) avaliar a eficiência dessa prática conforme a espécie e, c) avaliar a viabilidade da aplicação de N, às vésperas da semeadura da cultura do milho, sobre a palha de *U. brizantha* e *U. ruziziensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, em área da Fazenda Experimental Lageado, na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), em Botucatu, SP, localizada à latitude 22°51' S e longitude 48°26' W e a altitude é de 740 m. As temperaturas médias máxima é 28 °C e mínima é 12 °C, com precipitação média anual de 1358 mm. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2x6, na combinação de duas plantas de cobertura do solo (*U. brizantha* e *U. ruziziensis*) com cinco manejos de N (200 kg ha⁻¹): N [(i) - aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), (ii) - 10 DAD, (iii) - 5 DAD, (iv) - aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, (v) - convencional (30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura)] e (vi) tratamento controle, sem aplicação de N. A dimensão da parcela foi 5 m de largura x 6 m de comprimento, perfazendo uma área total de 30 m², nas quais foram semeadas 10 fileiras de milho e espaçadas em 0,45 m (área útil quatro fileiras centrais desprezando-se 0,5 m nas extremidades).

O histórico da área foi a rotação/sucessão de culturas: soja/aveia preta, milho/aveia preta, soja/aveia preta, milho/aveia preta, soja e o cultivo das forrageiras para condução do experimento. Em outubro, aos 20, 10 e 5 dias antes da dessecação das braquiárias, foram realizadas as aplicações de N de forma antecipada, com a distribuição a lanço na forma de nitrato de amônio, sem incorporação. As plantas

presentes na área foram dessecadas mediante aplicações de herbicida glifosate. Para o tratamento com 1 DAS, a distribuição do fertilizante foi realizada a lanço sobre a palhada.

A semeadura da cultura do milho foi realizada com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e 3 sementes por metro, visando população de 60.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura foi 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O (RAIJ; CANTARELLA, 1997). O tratamento convencional recebeu a aplicação de 30 kg ha⁻¹ na semeadura. A emergência das plantas ocorreu em 26/11/2014. No tratamento convencional, a aplicação do N em cobertura foi na dose de 170 kg ha⁻¹, realizada quando o milho se encontrava no estágio V4. O florescimento masculino do milho ocorreu em 61 DAE e as colheitas foram realizadas em 128 DAE.

As avaliações realizadas para as plantas de cobertura foram realizadas coletas do material vegetal das plantas no primeiro dia da dessecação (0 DAD) e a segunda 90 dias após a dessecação (90 DAD), para determinação das quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio. Para a cultura do milho, foram avaliados os teores foliares de macronutrientes.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** estão contidos os resultados das quantidades acumuladas de N, P e K no dia da dessecação, bem como as quantidades remanescentes de nutrientes do resíduo vegetal. As variáveis não foram afetadas pela interação dos fatores.

A quantidade acumulada de P foi semelhante entre as espécies, porém para N e K, foram maiores na *U. brizantha* em relação à *U. ruziziensis* (**Tabelas 1**). Este maior acúmulo pela *U. brizantha* foi devido a maior produção de matéria seca (13 Mg ha⁻¹). Nas duas espécies forrageiras os nutrientes mais extraídos foram o N e o K, semelhantes aos observados por Torres et al. (2008), em razão dessas espécies forrageiras apresentarem maior potencial de ciclagem destes nutrientes. As quantidades de nutrientes remanescentes (90 DAD) foram maiores na *U. brizantha*. Assim, as percentagens liberadas pela *U. brizantha*, neste período, foram de 80%, 85% e 96% kg ha⁻¹, e pela *U. ruziziensis* foram de 90%, 92% e 96% kg ha⁻¹, respectivamente, de N, P e K. A elevada liberação dos nutrientes pode ser atribuída à decomposição devido a precipitação pluvial e temperatura corridas no período avaliado. A taxa de liberação dos

nutrientes tem influência direta das condições climáticas após o manejo das espécies de cobertura.

A aplicação de N aos 20 DAD proporcionou os maiores acúmulos de N, P e K. Estes resultados são devido à maior produção de matéria seca, uma vez que, plantas bem supridas em N apresentam o sistema radicular maior e bem desenvolvido, garantindo boa formação e sustentação da parte aérea (BROUWER, 1962). A quantidade remanescente de nutrientes nos resíduos vegetais das espécies forrageiras (90 DAD), de maneira geral, foi maior quando se realizou a aplicação de N antes da dessecação (**Tabelas 1**).

Na **tabela 2**, observa-se efeito isolado apenas do fator manejo de nitrogênio (MN) para os teores de macronutrientes no milho, não ocorrendo nenhuma interação dos fatores. Deve-se ressaltar que para o fator planta de cobertura (PC), com exceção do S, que estava no limite crítico, os teores dos demais nutrientes estavam dentro da faixa considerada adequada (N = 27-35, P = 2,0-4,0, K = 17-35, Ca = 2,5-8,0, Mg = 1,5-5,0 e S = 1,5-3,0 g kg⁻¹) por Raij & Cantarella (1997). O fator MN influenciou apenas os teores de N, Ca, Mg e S. Em termos nutricionais, apenas no tratamento controle as plantas estavam deficientes em N, com teor abaixo da faixa considerada adequada (RAIJ & CANTARELLA, 1997), reflexo do não fornecimento do nutriente via adubação, mesmo com a grande quantidade do elemento que foi ciclado e liberado pelas braquiárias (**Tabela 1**). Ainda dentro do fator MN, a aplicação de N, independentemente do manejo, proporcionou maiores teores Ca, Mg e S em relação ao controle. Contudo, apenas as plantas do tratamento controle estavam deficientes em S, o mesmo não sendo constatado para Ca e Mg (RAIJ & CANTARELLA, 1997). Ressalta-se a grande quantidade de S ciclado e liberado pelas plantas de cobertura ao solo, no tratamento controle, não foi suficiente para nutrir adequadamente as plantas de milho, possivelmente pelo S estar em formas ainda não mineralizadas e, portanto, não assimiláveis pelas plantas de milho. Quanto ao fator ano não houve diferença entre os tratamentos.

Para os teores foliares de nitrogênio, a aplicação de N em 5 DAD, 1 DAS e convencional proporcionaram maiores quantidades de N, que nos manejos realizados aos 20 e 10 DAD houve certa limitação às plantas de milho, provavelmente, em razão de parte do N aplicado ter sido absorvido pelas plantas de cobertura, mas não ter sido totalmente disponibilizado e mineralizado a tempo para que as plantas do cereal absorvessem até o momento em que foram determinados os teores.

CONCLUSÕES

A *Urochloa brizantha* cicla nutrientes em maiores quantidades que a *Urochloa ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante.

A quantidade de N liberada pelas plantas de cobertura nos manejos com aplicação de N antes da dessecação supre adequadamente a cultura do milho quando aplicado aos 5 dias antes da dessecação das plantas de cobertura ou na palhada, às vésperas da semeadura da cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao quinto autor.

REFERÊNCIAS

BROUWER, R. Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant. **Neth Journal Agricula Science**, v. 10, p. 399-408. 1962.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 1, p. 41-46, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 481-489, 2008.

FORTES, C.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in São Paulo State, Brazil. **Biomass & bioenergy**, Amsterdam, v. 42, p. 189-198, 2012.

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, V.; BARCELLOS, A. F. Ciclagem de nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, p. 663-676, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Opções e vantagens da integração lavoura-pecuária a produção de forragens na entressafra. **Informativo Agropecuário**, v. 28, p. 16-29, 2007.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: INSTITUTO AGRONÔMICO/FUNDAG. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/FUNDAG, p. 56-59, (Boletim Técnico, 100), 1997.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto.



Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p. 421-428,
2008.

Tabela 1. Quantidades acumuladas e remanescentes de N, P e K, aos 0 e 90 dias após a dessecação, em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho e probabilidade de F. Botucatu, 2015.

Fatores	N kg ha ⁻¹		P kg ha ⁻¹		K kg ha ⁻¹	
	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD
Planta de Cobertura (PC)						
<i>Urochloa brizantha</i>	223 a ⁽¹⁾	49 a	27 a	4 a	163 a	5 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	137 b	28 b	25 a	2 b	90 b	3 b
Manejo de N (MN)						
Controle	143 d	21 c	18 c	2 a	101 d	2 b
20 DAD ⁽²⁾	250 a	64 a	24 a	2 a	162 a	4 a
10 DAD	211 b	52 ab	23 ab	3 a	150 b	4 a
5 DAD	172 c	45 b	22 b	2 a	138 c	4 a
1 DAS ⁽³⁾	153 cd	26 c	19 c	2 a	105 d	2 b
Convencional	143 cd	25 c	19 c	2 a	104 d	2 b
Probabilidade de F						
PC	<0,001	<0,001	0,077	<0,001	<0,001	<0,001
MN	<0,001	<0,001	<0,001	0,081	<0,001	<0,001
PC x MN	0,0840	0,064	0,087	0,089	0,324	0,089

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾DAD: Dias antes da dessecação das plantas de cobertura. ⁽³⁾DAS: um dia antes da semeadura.

Tabela 2. Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em plantas de milho em função de plantas de cobertura, manejo da adubação nitrogenada e ano agrícola e probabilidade de F. Botucatu, 2015.

Fatores	N	P	K	g kg ⁻¹		
				Ca	Mg	S
Planta de Cobertura (PC)						
<i>Urochloa brizantha</i>	28 a ⁽¹⁾	2,1 a	19 a	4,6 a	3,6 a	1,4 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	27 a	2,1 a	18 a	4,1 a	3,2 b	1,5 a
Manejo de N (MN) ⁽²⁾						
Controle	24 c	2,2 a	19 a	3,2 b	2,7 c	1,2 b
20 DAD	27 b	2,0 a	21 a	4,9 a	3,3 a	1,6 a
10 DAD	27 b	2,1 a	19 a	5,1 a	3,3 a	1,6 a
5 DAD	28 ab	2,1 a	18 a	5,0 a	3,4 a	1,6 a
1 DAS	28 ab	2,1 a	20 a	4,7 a	3,4 a	1,6 a
Convencional	31 a	2,2 a	21 a	4,5 a	3,9 a	1,6 a
Probabilidade de F						
PC	0,201	0,879	0,231	0,078	0,045	0,294
MN	<0,001	0,405	0,081	<0,001	<0,001	<0,001
PC x MN	0,202	0,181	0,091	0,179	0,842	0,064

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾Controle: sem aplicação de N. DAD: Aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N, dias antes da dessecação das plantas de cobertura. DAS: Aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N, um dia antes da semeadura. Convencional: aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N em semeadura e 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura (milho em estágio V4).

Alterações nos componentes de trocas gasosas e eficiência do fotossistema II em genótipos de milho submetidos a estresse hídrico no pré-florescimento

Roniel Geraldo Avila⁽¹⁾; Paulo César Magalhães⁽²⁾; Alyne Oliveira Lavinsky⁽³⁾; Amauri Alves de Alvarenga⁽⁴⁾; Carlos César Gomes Junior⁽⁵⁾; Cleide Nascimento Campos⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras; Lavras; Minas Gerais; ronielgeraldo@yahoo.com.br.; ⁽²⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; ⁽³⁾ Pós-doutoranda; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; Lavras; Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Mestrando; Universidade Federal de Alfenas; Alfenas; Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Biologia Vegetal; Universidade Estadual de Campinas; Campinas; São Paulo.

RESUMO: A ocorrência de déficit hídrico no solo é motivo de grande preocupação na agricultura, pois, sob essa condição, os cultivos apresentam crescimento e desenvolvimento limitado, o que pode comprometer tanto a produção como a qualidade dos alimentos produzidos. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, sendo utilizados genótipos de milho tolerantes DKB390 e BRS1055 e sensíveis BRS1010 e 2B710 a seca, e contou-se com duas condições hídricas: irrigado normal e déficit hídrico. No período do pré-florescimento foi imposto o estresse hídrico, e esse foi mantido por doze dias. Ao final do período de estresse avaliou-se trocas gasosas e eficiência do fotossistema II. Verificou-se, que a seca afeta significativamente a fotossíntese independente do genótipo analisado. Os genótipos BRS1055 e DKB390 apresentaram maiores taxa fotossintética e eficiência do fotossistema II em relação aos sensíveis BRS1010 e 2B710.

Termos de indexação: Seca; Produção; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de déficit hídrico no solo é motivo de grande preocupação na agricultura, pois, sob essa condição, os cultivos apresentam crescimento e desenvolvimento limitado, o que pode comprometer tanto a produção como a qualidade dos alimentos produzidos. A seca gera diversas disfunções fisiológicas no milho, afetando, dentre outros, a fotossíntese, que pode ser inibida por limitação estomática e não estomática. Inicialmente com a seca os estômatos fecham, ocasionando a diminuição da concentração interna de gás

carbônico (C), comprometendo a atividade de carboxilação da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), pela baixa concentração de substrato (CO₂), refletindo em decréscimo na fotossíntese por limitação estomática, (SOUZA et al., 2013).

Torna-se importante evidenciar que as mudanças de padrões das reações fotossintéticas, causadas pelo estresse hídrico, levam à formação de EROs, as quais promovem reações oxidativas levando a destruição do PSII, onde a proteína D1 é danificada. Assim, a relação Fv/Fm é regulada negativamente, decrescendo o fluxo de elétrons do PSII para o PSI, reduzindo a síntese de ATP. Em adicional, a baixa concentração de ATP compromete a fosforização da ribulose-5-fosfato para posterior regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato, uma molécula chave para entrada do CO₂ no ciclo de Calvin é comprometida, levando a decréscimos na taxa fotossintética, caracterizando uma limitação bioquímica (não estomática) (FLEXAS; MEDRANO, 2002; GHANNOUM et al., 2003).

Deste modo, nota-se que a dinâmica fotossintética frente a regimes hídricos desfavoráveis é complexa. Assim, objetivou-se com esse estudo caracterizar os componentes de trocas gasosas e fluorescência da clorofila em genótipos de milho com características contrastantes para tolerância a seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo (19°28' S, 44°15'08" W, 732 m de altitude), e o

material vegetal consistiu em quatro híbridos de milho contrastantes para tolerância a seca, sendo dois tolerantes (DKB390 e BRS1055) e dois sensíveis (BRS1010 e 2B710). Onde o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, sendo duas condições hídricas e quatro genótipos com seis repetições.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 20 L, contendo Latossolo Vermelho Distrófico Típico. O teor de água no solo foi monitorado diariamente entre 9h e 15h, com auxílio de sensores de umidade modelo GB Reader N1535 (Measurement Engineering, Austrália), instalados no centro de cada vaso, com auxílio de um trado de rosca, a uma profundidade de 20 cm. Esses sensores detectam a tensão de água no solo, com base na resistência elétrica, e são acoplados a medidores digitais. A reposição hídrica através de irrigação foi realizada com base nas leituras obtidas com o sensor e a água reposta, até a capacidade de campo durante o período que antecedeu a imposição dos tratamentos. Os cálculos de reposição de água foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica, feita em função da curva de retenção de água do solo. Em paralelo, foram realizados todos os tratamentos culturais e fitossanitários necessários, de acordo com a demanda da cultura do milho. A unidade experimental foi composta pelo vaso, contendo duas plantas e seis repetições por tratamento.

Ao atingir o estágio de pré-florescimento, a metade de cada tratamento inicial foi submetida ao déficit hídrico (DH) e a outra metade continuou recebendo irrigação diariamente, a fim de manter a umidade do solo próxima a capacidade de campo (CC), com tensão de água no solo de -18 kPa. A exposição ao DH se deu pelo fornecimento diário de 50% da água total disponível até a tensão de água no solo atingir, no mínimo, -138 kPa, a qual foi mantida por um período de doze dias

Após os doze dias de estresse foram avaliadas entre o período de 9h e 10h, as trocas gasosas foliares, com um analisador de gases infravermelho (IRGA – *Infrared Gas Analyzer*), modelo LI 6400 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA), equipado com um fluorômetro (LI-6400-40, LI-COR Inc.). As variáveis de fluorescência da clorofila *a* foram realizadas utilizando um fluorômetro de pulso modulado (PEA- *Pocket chlorophyll Fluorimeter*), modelo Hansatech, em folhas correspondentes ao da inserção da espiga

Aplicou-se testes estatísticos preliminares para adequação, ou não, dos resultados a análise da variância (ANOVA). O teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, foi utilizado para testar todo e qualquer contraste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob CC, os valores da taxa fotossintética (*A*) e da condutância estomática ao vapor de água (g_s) diferiram entre os genótipos, com maiores valores no BRS1055, intermediários em 2B710 e DKB390, e inferiores no BRS1010. Ainda nessa condição, os valores de taxa transpiratória (*E*) foram maiores no genótipo 2B710, intermediários em BRS1055, e menores em BRS 1010 e DKB390, enquanto a concentração interna de carbono (C_i) não variou (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de trocas gasosas obtidos em quatro genótipos de milho contrastantes para tolerância ao déficit hídrico cultivados sob diferentes níveis de água no solo.

Parâmetro	Sensíveis				Tolerantes			
	BRS1010		2B710		DKB 390		BRS1055	
	CC	DH	CC	DH	CC	DH	CC	DH
<i>A</i>	23,20cA	0,152bB	28,06bA	1,187bB	27,72bA	2,257aB	33,62aA	2,257aB
g_s	0,102cA	0,007aB	0,145bA	0,010aB	0,138bA	0,023aB	0,189aA	0,023aB
<i>E</i>	2,107cA	0,088aB	3,886aA	0,192aB	2,347cA	0,499aB	2,979bA	0,498aB
C_i	75,27aB	357,8aA	31,64aB	158,9cA	43,38aB	215,5bA	67,94aB	214,4A
F_vF_m	0,803aA	0,762bB	0,790aA	0,757bB	0,800aA	0,757bB	0,801aA	0,784aA
<i>A/E</i>	11,99aA	1,645bB	7,315bA	6,508aA	11,81aA	4,592aB	11,28aA	4,599aB

Abreviaturas: *A*-taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); F_vF_m - máxima eficiência do fotossistema II; g_s -condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); *E*-taxa transpiratória ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$); C_i -concentração interna de CO_2 e *A/E*-eficiência na uso da água ($\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras minúsculas denotam comparações entre os genótipos dentro de um mesmo nível de água no solo, e maiúsculas comparações entre os níveis de água no solo dentro de um mesmo genótipo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Por sua vez, independentemente do genótipo, houve redução expressiva de *A*, F_vF_m e g_s em plantas expostas ao estresse gerado pelo DH, quando comparadas àquelas que tiveram a umidade do solo mantida próxima à CC. Paralelamente, houve um aumento nos valores de C_i . Cabe reforçar, que plantas sob DH, oriundas dos genótipos tolerantes (DKB390 e BRS1055) exibiram em média, valores de *A* e de g_s , respectivamente, 70,33% e 64,66% maiores em relação àqueles verificados em plantas oriundas dos genótipos sensíveis (2B710 e BRS1010) cultivadas na mesma condição. Além disso, os genótipos sensíveis tenderam a apresentar menores taxas transpiratórias (*E*) em relação aos tolerantes. Entretanto, dado aos valores demasiados baixos de *A* no genótipo BRS1010 sob DH, a relação de eficiência de uso da água (*A/E*) também foi baixa, uma vez que no genótipo 2B710, o DH fez diminuir o gradiente necessário para assegurar uma difusão

adequada do CO₂, desde a atmosfera até o sítio de carboxilação no cloroplasto. Em magnitude inferior a do genótipo BRS1010, a *A/E* não declinou, mantendo, inclusive, valores similares aos verificados em genótipos tolerantes, em paralelo a um menor volume de água no solo.

Entretanto, os genótipos DKB390 e BRS1055, apresentaram sob DH valores de *A* e de *g_s* maiores em relação aos BRS1010 e 2B710, além de tenderem a apresentar maiores valores de *E* (Tabela 3).

Notavelmente, sob DH, o genótipo BRS1010 praticamente não perdeu calor latente via *E*, e com isso, provavelmente, a temperatura foliar foi aumentada, ocasionando assim, danos na etapa fotoquímica da fotossíntese. Com o dano fotoquímico, a disponibilidade de NADPH e ATP para uso pelas enzimas de redução e de fosforilação do carbono na etapa bioquímica, foi comprometida, explicando assim, o aumento em *C_i* e os baixíssimos valores de *A* em relação ao de plantas desse genótipo sob CC, caracterizando uma limitação não estomática (GHANNOUM, 2009). Os baixos valores de *A*, associados aos também baixos valores de *E*, resultaram em menor *A/E*. Cabe ressaltar, que o genótipo BRS1010, apresentou sob DH, valores de *A* 7,81 vezes menor em relação ao 2B710, enquanto *E* foi apenas 2,18 vezes menor, o que explica os valores de *A/E* em 2B710 similares aos verificados nos genótipos DKB390 e BRS1055.

De acordo com Mutava et al. (2011), genótipos tolerantes ao DH mantêm-se produtivos por aumentarem *E*, o que por sua vez, ocorre às expensas de um maior consumo de água. Ao liberarem mais água, via abertura dos estômatos, haveria um resfriamento foliar, que evitaria os danos fotoquímicos. No entanto, todos os genótipos tiveram *F_vF_m* diminuída sob DH, quando comparados aos respectivos controles sob CC, sendo que, o genótipo BRS1055 exibiu, em relação aos demais, maiores valores dessa variável sob DH.

CONCLUSÕES

A seca promoveu alterações em todos os componentes de trocas gasosas independente do genótipo analisado. Os genótipos tolerantes BRS1055 e DKB390 apresentaram maior eficiência do fotossistema II atrelado a maior taxa fotossintética sob déficit hídrico quando comparado aos genótipos sensíveis BRS1010 e 2B710.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras, a EMBRAPA-Milho e Sorgo e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-Inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitation revisited. **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, n. 2, p. 183-189, 2002.

GHANNOUM, O. C4 photosynthesis and water stress. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 635-644, July 2009.

GHANNOUM, O. et al. Non-stomatal limitations are responsible for drought-induced photosynthetic inhibition in four C4 grasses. **New Phytologist**, Cambridge, v. 159, n. 3, p. 835-844, Sept. 2003.

MUTAVA, R. N. et al. Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 123, n. 1, p. 10-18, July 2011.

SOUZA, T. C. et al. Morphophysiology, morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, Copenhagen, v. 35, n. 11, p. 3201-3211, Nov. 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação de plântulas de milho sob ação de bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos

Natanael Tavares de Oliveira⁽¹⁾; Sylvia Morais de Sousa⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; São João del-Rei, Minas Gerais; natanaeltavaress@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Os bioestimulantes são amplamente utilizados na agricultura moderna e são compostos por substâncias e/ou microrganismos que podem aumentar o desenvolvimento vegetal. O objetivo desse trabalho foi estabelecer o tempo ideal de exposição de plântulas de milho com bioestimulantes à base de substâncias húmicas (SH) e aminoácidos para avaliação dos seus efeitos. Foram utilizados três bioestimulantes, A (à base de SH), B e C (à base de aminoácidos), sendo A e B comerciais e C em fase de teste. As plântulas de milho foram crescidas em solução nutritiva Hoagland meia força (pH 5,65) pelo sistema de *floating* sob um período de aclimação de sete dias. Após o período de aclimação em solução foram adicionadas as doses de 54,4, 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos bioestimulantes A, B e C, respectivamente. As raízes foram fotografadas com três e sete dias de tratamento e as características radiculares foram quantificadas com RootReader2D e WhinRhizo. Na avaliação com três dias de tratamento não houve aumento do crescimento radicular. Já na avaliação com sete dias de tratamento houve um aumento na área de superfície total da raiz, área de superfície de raízes com diâmetro entre 1-2 mm e 2-4,5 mm e peso seco total por plântula. Portanto, o tratamento com sete dias foi o mais indicado para avaliação de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

Termos de indexação: Promotores de crescimento, solução nutritiva, raiz.

INTRODUÇÃO

Para o cultivo do milho são empregadas tecnologias de ponta, incluindo o uso crescente de sementes melhoradas tratadas com fungicidas, herbicidas e bioestimulantes, principalmente nas médias e grandes propriedades (SANTOS et al., 2014).

Os bioestimulantes podem ser definidos como produtos promotores de crescimento vegetal não nutritivos, sendo seu efeito baseado no estímulo à absorção de nutrientes e quelatos orgânicos e na promoção do equilíbrio hormonal da planta (ELLIOTT; PREVATTE, 1996). Podem ser aplicados

em pequenas quantidades exogenamente via foliar, solo ou sementes com a premissa de otimizar o potencial genético da planta (DU JARDIN, 2015). Além disso, os bioestimulantes orgânicos têm um grande potencial para reduzir o uso de fertilizantes convencionais sem prejudicar o crescimento da planta (RUSSO; BERLYN, 1990).

As substâncias húmicas (SH) são formadas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Esses compostos possuem bioatividade similar aos hormônios vegetais endógenos (SILVA et al., 2011). Os ácidos húmicos presente nas SH provocam o aumento da síntese de H^+ -ATPase de membrana, favorecendo a ativação das bombas de H^+ responsáveis pelo surgimento de raízes laterais (FAÇANHA et al., 2002), otimizando assim o processo de absorção de água e nutrientes presentes no solo (CANELLAS; SANTOS, 2005). Os aminoácidos podem provocar efeitos diretos, relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes, e os indiretos que estão associados com a nutrição e crescimento vegetal através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

No entanto, a utilização de bioestimulante de forma inadequada pode promover efeitos indesejados na lavoura. Resultados positivos ou negativos promovidos pelo uso de bioestimulantes dependem de uma série de fatores, tais como a espécie ou cultivar, o órgão ou a idade ideal da planta para aplicação, além da concentração recomendada para cada cultura (ZANDONADI et al., 2014). Outro fator determinante para efeitos inibitórios ou aumento do desenvolvimento vegetal é o tempo de exposição da planta com os bioestimulantes (KELTING et al., 1997), por isso esse trabalho buscou determinar o tempo ideal para avaliação do sistema radicular de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Câmara de Crescimento da Embrapa Milho e Sorgo em Sete

Lagoas – Minas Gerais. Foi utilizado o genótipo de milho L521236/CMSM036 do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. Foram utilizados três produtos bioestimulantes, sendo dois comerciais e um em fase de teste. O bioestimulante comercial A, BlackGold®, produzido pela FORTGREEN à base de SH, o produto comercial B, AMINO®Plus, e o produto em teste C, ambos à base de aminoácidos produzidos pela AJINOMOTO FERTILIZANTES.

As sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, plântulas uniformes foram transplantadas para um sistema composto por bandejas com oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (LIU et al., 1998) e mantidas em aclimação por sete dias. Após a aclimação foram adicionadas as doses dos bioestimulantes A, B e C, (54,4; 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente) e mais o controle negativo (sem tratamento). A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas por três e sete dias. Em todos os experimentos o sistema radicular foi separado da parte aérea e o sistema radicular foi fotografado com uma câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Regent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características de morfologia radicular e o peso seco total (DE SOUSA et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com cinco plantas cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SISVAR versão 5.4 (FERREIRA, 2011) e as médias, comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação foi baixo para todas as características analisadas no experimento com os bioestimulantes A, B e C (**Tabela 1**), indicando confiabilidade dos dados. A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para as características diâmetro médio, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total, considerando bioestimulante e para comprimento total da raiz, diâmetro médio, área de superfície entre 0 e 1,0 mm, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total considerando coleta. A interação entre bioestimulante x coleta (BxC) foi significativa apenas

para área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total (**Tabela 1**).

Na avaliação do sistema radicular com três dias de tratamento houve redução da área de superfície de raízes entre 2,0 e 4,5 mm com os três produtos (**Figura 1**). Já na avaliação com sete dias de tratamento, os bioestimulantes A e C tiveram um efeito positivo significativo da área de superfície total (AST). Além disso, o produto A também afetou significativamente a área de superfície de raízes entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) de raízes entre 2,0 e 4,5 mm (AS3), e todos os três bioestimulantes tiveram um efeito positivo no peso seco total (**Figura 1**).

Os tratamentos com os bioestimulantes à base de aminoácidos (B e C), principalmente o C, levaram a um aumento da área de superfície total e conseqüentemente houve um ganho significativo do peso seco sob uma dose baixa do produto (5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$). Os bioestimulantes à base de aminoácidos tendem a ser mais eficientes no desenvolvimento vegetal quando associados a nutrientes e aplicados em baixas concentrações (CASILLAS et al., 1986). Em alface, por exemplo, há aumento da matéria seca de 5,2 a 10,8% com a aplicação de 0,2 e 0,4%, respectivamente, de um bioestimulante comercial à base de aminoácidos (KOWALCZYK et al., 2008). Proteínas hidrolisadas, devido a um comportamento semelhante ao da auxina, aumentaram a taxa de alongamento do coleótilo de milho quando comparado ao controle, além disso, esse bioestimulante teve efeito positivo nas raízes de tomate e na parte aérea de ervilhas (COLLA et al., 2014). Os aminoácidos podem exercer múltiplos papéis como bioestimulantes no crescimento da planta, tendo efeitos diretos e indiretos (CALVO et al., 2014; DU JARDIN, 2015; HALPERN et al., 2015). Os efeitos diretos estão relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes e os indiretos estão relacionados com a nutrição e crescimento vegetal, através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

O bioestimulante A à base de substâncias húmicas teve maior efeito nas plantas de milho nas condições testadas. O processo do aumento do sistema radicular com uso de substâncias húmicas está diretamente ligado à ativação H^+ -ATPase associada a um aumento na absorção de NO_3^- (FAÇANHA et al., 2002), facilitando assimilação de íons, aumentando a respiração celular e a produção de ATP nas células radiculares (FAÇANHA et al., 2002; QUAGGIOTTI et al., 2004; MUSCOLO et al., 2007). Foram observados efeitos positivos no crescimento radicular de tomate crescido em solução nutritiva com bioestimulantes comerciais à

base de ácido húmico extraído de leonardita, especialmente com a dose de 10 mg/L (ADANI et al., 1998), próxima à dose usada no experimento que corresponde a 20 mg/L. Também foram encontrados efeitos positivos no comprimento radicular de plantas de milho crescidas em solução nutritiva com adição de substâncias húmicas extraídas de carvões na dose 30 mg/L (SIEWERDT et al., 1999) e nas plantas de milho e café submetidas a tratamento com substâncias húmicas na concentração de 40 mg/L de ácido húmico (FAÇANHA et al., 2002).

A adoção de tecnologias e produtos que tenham efeito bioestimulante são promissoras e o estabelecimento das condições de avaliação desses produtos é fundamental para um melhor entendimento dos mecanismos de ação deles.

CONCLUSÕES

Houve aumento da superfície radicular e do peso seco total após sete dias de tratamento com os bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli pela ajuda na condução dos experimentos e à Embrapa e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ADANI, F.; GENEVINI, P.; ZACCHEO, P.; ZOCCHI, G. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 3, p. 561-575, 1998.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. (Ed.). **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: Ed. do Autor, 2005. 309 p.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, J.; GUERRERO, H. A.; BUITRAGO, L. A. G. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, n. 32, p. 185-195, 1986.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 448, p. 1-6, 2014.

DE SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C. de; VASCONCELOS, M. J. V. de; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p. 3-14, 2015.

ELLIOTT, M. L.; PREVATTE, M. Response of Tifdwarf Bermudagrass to Seaweed-derived Biostimulants. **HortTechnology**, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 261-263, 1996.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. de A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPESEMA, J.; BRAZ FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A. de; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HALPERN, M.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. Chapter two -The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. **Advances in Agronomy**, v. 130, p. 141-174, 2015.

KELTING, M.; HARRIS, J. R.; FANELLI, J.; APPLETON, B.; NIEMIERA, A. Humate-based biostimulants do not consistently increase growth of container-grown Turkish hazelnut. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 15, n. 4, p. 197-199, 1997.

KOWALCZYK, K.; ZIELONY, T.; GAJEWSKI, M. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In: GAWRONSKA, D. (Ed.). **Biostimulators in modern agriculture**: general aspects. Warszawa: Wieś Jutra, 2008. p. 35-43.

LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 33, n. 1, p. 115-129, 2007.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize

(*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.

RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 1, n. 2, p. 19-42, 1990.

SANTOS, V. M. dos; MELO, A. V. de; CARDOSO, D. P.; GONCALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2014.

SIEWERDT, L.; SILVA, R.; JABLONSKI, A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Crescimento da parte aérea e do sistema

radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 5, n. 2, 1999.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; DOBBSS, L. B.; AGUIAR, N. O.; FRADE, D. A. R.; REZENDE, C. E.; PERES, L. E. P. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. da. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 14-20, jan./mar. 2014.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco de plântulas de milho avaliadas sob efeito dos bioestimulantes A, B e C em dois tempos de tratamento. Comprimento radicular total (CTR) (cm), área de superfície radicular total (AST) (cm²), diâmetro médio (DM) (mm), área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1,0 mm (AS1) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre (AS3) (cm²) e peso seco total (PST) (g).

FV	GL	Quadrado Médio						
		CTR	AST	DM	AS1	AS2	AS3	PST
Bioestimulante (B)	3	7131,35ns	58,70ns	0,024**	123,33ns	153,35ns	91,54**	0,0028**
Coleta (C)	1	81936,58**	981,90ns	0,136**	1614,82**	196,71ns	1039,68**	0,0648**
B X C	3	11042,33ns	1396,96ns	0,001ns	229,75ns	126,03ns	78,23*	0,0017*
erro	24	5296,8	365,71	0,288	5207,95	107,77	2006,39	0,0887
Total	31							
CV (%)		12,88	10,56	5,3	17,73	15,17	11,05	8,04
Média Geral		565,05	181,10	1,05	57,93	68,44	39,49	0,2537

ns não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 0,01 % de probabilidade pelo teste F.

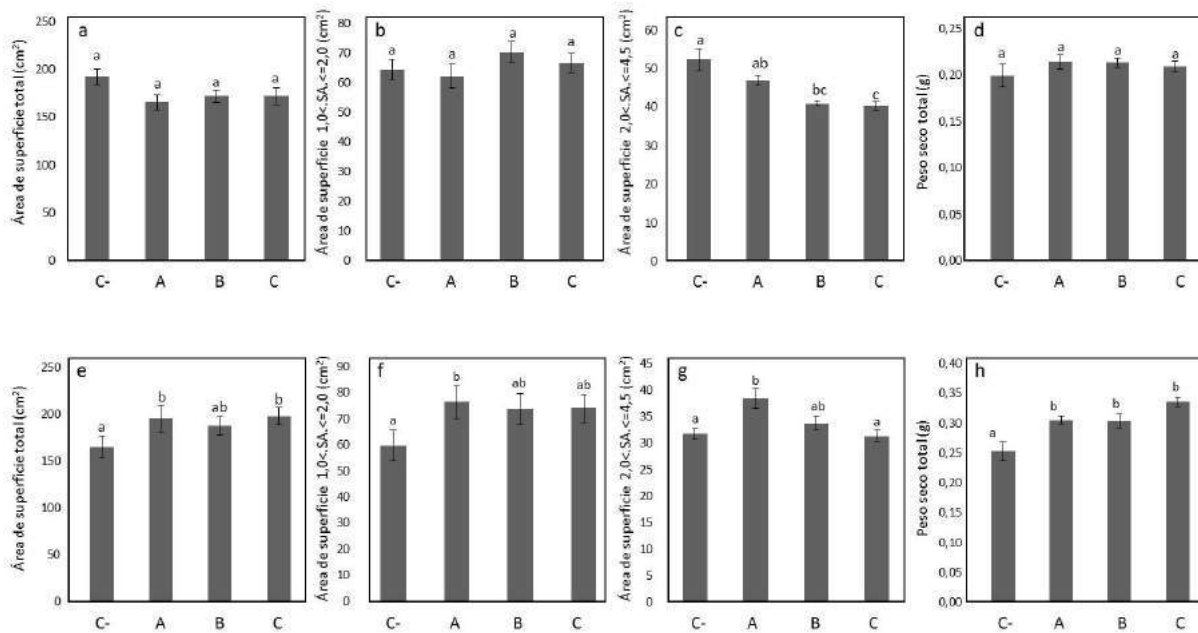


Figura 1. Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após três (a, b, c, d) e sete (e, f, g, h) dias de tratamento com os bioestimulantes A (54,4 µL L⁻¹), B (5,0 µL L⁻¹) e C (5,0 µL L⁻¹) e controle negativo (C-). As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste LSD (p<0,05).

Características morfológicas de plantas de milho em diferentes estádios e alturas de colheita para ensilagem.

Daniel de Souza Martins⁽¹⁾; Lílian Anqueli Cordeiro da Silva⁽²⁾; Ciniro Costa⁽³⁾; Paulo Roberto de Lima Meirelles⁽³⁾; Marco Aurélio Factori⁽⁴⁾; Nídia Raquel Costa⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP. Email: souzadmzoo@gmail.com

⁽²⁾ Graduanda em Zootecnia, FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP.

⁽³⁾ Professores - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP. Bolsista de Produtividade do CNPq.

⁽⁴⁾ Professor substituto- FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP.

⁽⁵⁾ Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu, SP.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de duas alturas de corte em três momentos de colheita para ensilagem, do híbrido de milho DOW 587, sobre a produtividade de massa verde e seca e características morfológicas da planta. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2. Após cada corte realizado, todas as plantas da mesma parcela foram agrupadas, identificadas e transportadas ao Laboratório de Forragicultura para posterior separação em caule+bainha, folha, brácteas, sabugo e grãos e, pesados para obtenção da massa verde. Em seguida, esse material foi seco em estufa de ventilação forçada na temperatura de 65° C até a obtenção de peso constante. De posse dos pesos de massa seca, procedeu-se o cálculo de suas proporções na planta e produtividade por área. Foi constatado, para todas as variáveis, efeito das alturas de corte e a maior produtividade de massa seca e verde nas plantas e diferenças para as características de participação de todos os componentes nos três estádios de maturação e efeito significativo para altura de colheita na participação de caule e grãos nos três estádios avaliados. Assim recomenda-se a elevação da altura de corte (0,40 m) para produção de silagem destinada à alimentação de animais de alto potencial produtivo pela maior participação dos grãos na biomassa e a realização da colheita entre os estádios ¼ leitoso e maturação fisiológica.

Termos de indexação: *Zea mays*, componentes da planta, silagem.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a necessidade de produzir alimento volumoso para os rebanhos, especialmente no período seco do ano, quando as pastagens tornam-

se cada vez mais precárias, tem provocado o aumento da utilização da silagem, especialmente entre os pecuaristas que se dedicam à produção de leite.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é a espécie forrageira mais utilizada no Brasil para a produção de silagem, em torno de 80% da produção total (BERNARDES; RÊGO, 2014). Segundo os mesmos autores, o processo de ensilagem é o principal método de conservação de forragem, sendo que esta prática visa contornar condições climáticas adversas e fornecer alimento de boa qualidade aos animais, o que auxilia na manutenção destes durante a estação seca.

A possibilidade de manipulação do processo de colheita do milho para ensilagem, como a elevação da altura de corte das plantas, permite maior participação de grãos na massa ensilada, em detrimento da menor participação de caules e folhas senescentes, resultando em melhoria da qualidade da silagem produzida, devido a diminuição nos teores de fibra em detergente neutro e detergente ácido da silagem.

A seleção de híbridos para produção de silagem de milho tem sido baseada em produção de grãos e de massa seca total, porém a porção fibrosa da planta como: sabugo, caule, folhas e brácteas, não têm sido devidamente avaliados. Desta forma, existe variabilidade muito grande entre híbridos de milho, interferindo na qualidade do material ensilado e seu produto final.

Assim o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de duas alturas de corte em três momentos de colheita para ensilagem, do híbrido de milho DOW 587, sobre a produtividade de massa verde e seca e, características morfológicas da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizada no município de Botucatu, região sudeste do Estado de São Paulo latitude de 22°51 S, longitude de 48°26 W e 740 metros de altitude. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006), o solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, sendo definido como temperado (Mesotérmico), com média de pluviosidade anual de 1500 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2, sendo utilizado o híbrido DOW 587 (textura dentada), três estádios de colheita (1/2 leitoso, 1/4 leitoso e maturação fisiológica) e duas alturas de corte (0,20 e 0,40 m em relação ao nível do solo), totalizando 6 tratamentos, com quatro repetições.

As plantas de milho avaliadas eram provenientes de uma cultura de produção comercial, cuja área foi preparada considerando as indicações da análise de solo e milho foi plantado

A semeadura do milho foi realizada em novembro de 2012, no espaçamento de 0,85 m, com 6 sementes por metro, no sistema convencional sem irrigação. As amostras, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, foram coletadas em abril de 2013, prolongando-se até o final de junho do referido ano, procurando obedecer três estádios de maturação da planta.

As plantas de milho foram cortadas com o auxílio de uma tesoura de poda, nos respectivos estádios de desenvolvimento e altura de corte avaliados. Após o corte, todas as plantas da mesma parcela foram agrupadas, identificadas e transportadas para lugar adequado, para posterior separação dos componentes morfológicos. Para cada estágio de maturação, realizou-se a pesagem da massa verde de cada parte da planta. Em seguida, esse material foi seco em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65° C até a obtenção de peso constante. De posse dos pesos de massa seca procedeu-se o cálculo de suas proporções na planta e produtividade por área.

Após a pesagem dos grãos obtidos em cada parcela e aferida a umidade, esses foram corrigidos para 13% de umidade e transformado em kg /ha utilizando a fórmula (correção da umidade = 100 – umidade da amostra / 87 x peso da amostra).

Os dados foram analisados pelo SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000), utilizando-se de análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de produtividade de massa verde (MV) e massa seca (MS) do milho, nas duas alturas de corte (0,20 e 0,40 m), são apresentadas na Tabela 1. Foi constatado, para todas as variáveis, efeito da altura de corte sobre a produtividade de MV e MS. As plantas colhidas a 0,20 m de altura proporcionaram os maiores valores dos atributos avaliados em relação ao corte realizado a 0,40 m. Como esperado, houve diminuição da produtividade com a elevação da altura de corte, sendo que a diferença foi decrescente com o avanço do estágio de maturidade da planta.

Na altura de corte de 0,20 m, nos estádios de maturação fisiológica, 1/2 leitoso e 1/4 leitoso, a produtividade de massa seca foi de 1,04; 0,87 e 0,55 t ha⁻¹ a mais que a média de produtividade obtida na altura de corte de 0,40 m. Tal fato representou redução de 6,4; 5,2 e 3,9% na produtividade de MS quando se eleva a altura de corte de 0,20 m para 0,40 m, respectivamente.

Foram constatadas diferenças significativas para as características de participação de todos os componentes nos três estádios de maturação e efeito significativo para altura de colheita na participação de caule e grãos nos três estádios avaliados (Tabela 2).

A maior participação de grãos na massa seca é positiva para híbridos destinados a produção de silagem. Embora o estágio 1/2 leitoso indicado como início da colheita para ensilagem, ainda não é condição ideal para ensilar o milho, uma vez que o desejável é que se reduza a participação de folhas, caule, brácteas-sabugo e se eleve a participação de grãos, com máximo enchimento de grãos. Portanto, o intervalo mais favorável para realizar a ensilagem é entre os estádios 1/4 leitoso e maturação fisiológica.

Houve redução na participação percentual dos componentes brácteas, folha e caule, com a evolução de 1/4 leitoso para maturação fisiológica. O oposto pode ser observado para a participação de grãos na matéria verde, contribuindo em média com 36% a 54% (Tabela 2).

Observou-se ainda, redução na participação de todos os componentes da planta e evolução na participação de grãos do estágio 1/4 leitoso para maturação fisiológica. A produtividade de massa verde e seca foram superiores aos dados encontrados por Mello et. al. (2005), de 22,4 e 8,71 t ha⁻¹, e inferiores aos resultados de Neumann et. al. (2002), os quais variaram de 28,6 a 40 e 11,8 a 13,2 t ha⁻¹ de massa verde e seca respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Caetano (2001), que verificou

redução de 25,6% na produtividade de massa seca quando a altura média de corte aumentou de 0,5 m para aproximadamente 0,8 m.

A participação da espiga nos três estádios de maturação ficou abaixo dos 64-65%, considerado por Nussio (1991) como o ideal. Avaliando a participação do grão, que é o componente mais importante em função da concentração energética, constata-se que apenas no estádio $\frac{1}{2}$ leitoso esteve abaixo dos 40% considerado pela maioria dos autores como o ideal para produção da silagem de alta qualidade (NUSSIO, 1991; NEUMANN et al., 2002).

O estádio maturação fisiológica corresponde ao grão farináceo duro, e muitos autores consideram o intervalo entre $\frac{1}{4}$ leitoso e maturação fisiológica o momento ideal para ensilar plantas de milho (VILLELA et. al., 2003), pois apresentariam maior participação de grãos e menor participação dos demais componentes das plantas conforme observado na Tabela 2.

Resultados similares de redução na participação de folhas foram encontrados quando as plantas foram colhidas de grãos leitosos para semi-duros, para diferentes híbridos de milho (ZOPOLLATTO et. al., 2009).

Com relação à participação de caule, os resultados corroboram com as observações de Rosa et. al. (2004) que ao avaliarem diferentes híbridos de milho, encontraram variação de 24 a 28% quando ensilaram no estádio de grão pastoso.

Os valores de participação de brácteas+sabugos, abaixo de 25% se mostraram favoráveis para ensilagem, como recomendado por Nussio (1991). Dados semelhantes aos de Beleze et. al.(2003), que avaliando diferentes híbridos de milho no ponto de ensilagem encontrou variação de 16 a 20% na participação de brácteas+sabugos quando colhidos no ponto ideal para silagem.

CONCLUSÕES

Recomenda-se a elevação da altura de corte do milho de 0,20 para 0,40 m para produção de silagem destinada à alimentação de animais de alto potencial produtivo devido a maior participação dos grãos na biomassa e a realização da colheita especialmente, entre os estádios $\frac{1}{4}$ leitoso e maturação fisiológica.

REFERÊNCIAS

BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U.; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, J. S. Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.) em Diferentes Estádios de Maturação. 2. Concentrações dos Componentes Estruturais e

Correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.538-545, 2003.

BERNARDES, T.F.; RÉGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 1852–1861, 2014.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MELLO, R. Características produtivas e qualitativas de híbridos de Milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; MELLO, R. et. al. Características produtivas da planta de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; EPAGRI, 2002. CD-ROM.

NUSSIO, L.G. Cultura de milho para produção de silagem de altovalor alimentício. In: PEIXOTO, A.M. et. al. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p.59-168.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do Comportamento Agrônomo da Planta e Valor Nutritivo da Silagem de Diferentes Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.302-312, 2004

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análise Estatística e Genéticas SAEG** -. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

VILLELA, T. E. A.; VON PINHO, R. G.; GOMES, M. S.; GROSS, M. R.; EVANGELISTA, A. R. Conseqüências do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem.



Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 27, n.1, p.54-61, 2003.

ZOPOLLATO, M.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; SCHIMIDT, P.; DUARTE, A. P. MOURÃO, G. B. ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO EM CULTIVARES DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, V.38, N.3, P.452-461, 2009.

Tabela 1. Produtividade de massa verde (MV) e seca (MS) em t/ha e teor de matéria seca (MT) do milho em três momentos de colheita para silagem, nas alturas de 20 e 40 cm em relação ao nível do solo.

Fração da planta	Momento de colheita (Estádio de maturação dos grãos)								
	1/2 leitoso			1/4 leitoso			Maturação fisiológica		
	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)
Grãos	11,7	53,3	6,2	13,9	60,0	8,3	11,0	66,8	7,3
Sabugo	3,9	37,5	1,5	3,5	41,0	1,4	2,4	41,6	1,0
Brácteas	5,4	32,0	1,7	3,9	43,0	1,3	1,8	64,9	1,2
Espiga	21,0	44,8	9,4	21,3	53,7	11,4	15,2	62,1	9,5
Folha	14,8	28,7	4,3	9,0	41,6	3,7	4,3	57,8	2,5
Caule > 40 cm	9,6	26,6	2,5	8,7	27,2	2,4	4,9	30,2	1,5
Caule 20 cm	3,7	27,8	1,0	3,1	27,9	0,9	1,8	31,1	0,5
Total > 40 cm	45,4	35,7	16,2	39,0	45,0	17,5	24,4	55,0	13,5
Total 20 cm	49,1	35,2	17,2	42,1	43,7	18,4	26,2	53,3	14,0

Tabela 2. Proporção das frações (%) da planta de milho em matéria seca (MS) em três momentos de colheita para silagem, em duas alturas de corte (20 e 40 cm) em relação ao solo

Frações da planta	Momento de colheita (Estádio de maturação dos grãos)					
	1/2 leitoso		1/4 leitoso		Maturação fisiológica	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Grãos	36,0 Cb	38,3 Ca	45,1 Bb	47,4 Ba	52,1 Ab	54,1 Aa
Sabugo	8,7	9,2 A	7,6	8,0 B	7,1	7,4 B
Brácteas	9,9	10,5	9,2	9,7	8,6	8,9
Espiga	54,6 Cb	58,0 Ca	61,9 Bb	65,1 Ba	67,8 Ab	70,4 Aa
Folha	25,0 A	26,5 A	20,1 B	21,1 B	17,8 C	18,5 C
Caule	20,3 Aa	15,4 Ab	17,9 Ba	13,7 Bb	14,3 Ca	11,1 Cb
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si (entre estádios e na mesma altura) pelo teste de tukey a 5%.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si (entre alturas dentro do mesmo estádio) pelo teste de tukey a 5%.

Caracterização ecofisiológica e agrônômica de genótipos de Sorgo granífero contrastantes para a tolerância à seca.

Carlos César Gomes Junior⁽¹⁾; Thaís Melo da Fonseca⁽²⁾; Paulo César Magalhães⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de graduação, Universidade Federal de São João del-Rei

⁽²⁾ Estudante de graduação e bolsista da Fapemig Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; thaismfonseca@yahoo.com.

⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; paulo.magalhaes@embrapa.br

RESUMO: A tolerância a seca, é a principal característica que confere ao sorgo (*Sorghum bicolor*. L) o título de uma das culturas mais importantes de regiões áridas e semiáridas. O sorgo é o quinto cereal mais cultivado pelo mundo, sua exploração vai além de produtos alimentícios animal e humano. Foram avaliados quatro genótipos de sorgo granífero contrastantes para a tolerância à seca, sendo dois sensíveis: 9903062 e 9618158, e dois tolerantes: 9910032 e P898012 testados em duas condições hídricas: irrigado e estressado no florescimento. Os resultados mostraram que o genótipo 9910032 e 9618158 apresentaram melhores características fisiológicas quando comparado aos outros materiais, resultando em uma maior produtividade.

Termos de indexação: Déficit hídrico, *Sorghum bicolor*.L, estresse abiótico.

INTRODUÇÃO

Um dos principais entraves enfrentados pela produção agrícola atual são as mudanças climáticas. Diante deste cenário, torna-se necessário a exploração de novas culturas e cultivares adaptadas as novas condições expostas. Em regiões tropicais áridas e semiáridas, as quais são caracterizadas por baixa disponibilidade hídrica, é onde se encontra as maiores áreas cultivadas do país. Segundo Easterling et al., (2007), estas regiões estão sujeitas a estações seca mais frequentes e severas.

Pesquisas que identifiquem as necessidades adaptativas prioritárias para investimento na agricultura de sequeiro tornam-se relevantes, até mesmo porque, nessas regiões, vivem famílias que dependem da agricultura como único meio de sobrevivência (Haile,2005).

Fatores ambientais como: água, luz e temperatura, têm grande efeito no crescimento de várias culturas, dentre elas o sorgo (Jiang et al. 2011). Com relação à seca, o sorgo possui um menor Kc (coeficiente de cultura basal) para desenvolver quando comparado com outros cereais, e seu período mais crítico à falta de água é o florescimento.

Recentemente, o sorgo vem sendo apontado com grande potencial para estudos fisiológicos e genômicos relacionado à produtividade (Hosaka 2014). Quando comparado com o milho, produz mais sob estresse hídrico, e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas com mais facilidade (Farré e Faci 2006).

O sorgo é uma planta monocotiledônea de metabolismo C4, de dias curtos, com altas taxas fotossintéticas e de ciclo de vida com curta duração (Dogget, 1988). É uma espécie vegetal de clima quente, apresenta características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca.

A produtividade e tolerância à seca do sorgo está relacionada com diversos fatores integrados, tais como interceptação de radiação pelo dossel, sistema radicular fasciculado e profundo, eficiência metabólica, diminuição no tamanho e aumento no número de estômatos.

Além de ser utilizado para alimentação animal e vegetal o sorgo granífero pode vim a ser empregado como uma planta modelo de referência para estudos de outras gramíneas, como, por exemplo, a cana-de-açúcar e o milho. Devido seu genoma sequenciado pode vim a ser usado em estudos que determinam assuntos de grande interesse como acúmulo de açúcar e tolerância à seca.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os recursos fisiológicos que a planta de sorgo utiliza para uma maior tolerância à seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na estação experimental do Gorutuba em Janaúba, Minas Gerais (15°47' S, 43°18' W e 516 m de altitude) durante os meses de Abril a Agosto de 2014.

O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e siltoso. As adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo recomendação para o sorgo no Estado de Minas Gerais.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se quatro linhagens de sorgo granífero, sendo duas tolerantes ao estresse hídrico (P898012 e 9910032) e duas sensíveis (9903062 e 9618158), de acordo com o programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As dimensões da parcela experimental foram de 6m x 2m; com 4 fileiras de plantio, espaçadas de 0,50 m, perfazendo uma área total de 12 m².

As linhagens foram expostas a irrigação conforme a demanda hídrica necessária para seu desenvolvimento. No estágio de florescimento, metade do número de parcelas teve sua irrigação suspensa durante 25 dias.

A irrigação da parcela que sofreu estresse foi suspensa durante 25 dias. O teor de água no solo foi monitorado diariamente nos períodos de 09 e 15 horas, foi instalado um sensor de umidade watermark (tensiômetro), modelo 200SS no centro das parcelas de cada repetição, na profundidade de 0,2 m.

Avaliações

Ao final do período de imposição dos tratamentos foram avaliados: a condutância estomática utilizando um leitor de condutância estomática portátil Leaf Porometer (Decagon Pullman, USA).

O teor de clorofila utilizando um clorofilômetro portátil Soil plant analysis development (SPAD) (Minolta SPAD 502 Osaka, Japan).

A fluorescência da clorofila por um fluorímetro portátil Pocket PEA chlorophyll fluorimeter (Hansatech United Kingdom).

A área foliar por meio de um leitor de área foliar (LI-3100C, Nebraska, USA).

Em seguida, a irrigação foi restabelecida, e

mantida na capacidade de campo até o final do ciclo. Na colheita, dez plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, durante 72 horas; com base no valor de biomassa seca, realizou-se o peso de grãos e estimou-se o índice de colheita seguindo a metodologia proposta por (Durães et al. 2002).

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram analisados em blocos casualizados, com as quatro linhagens de sorgo e as duas condições hídricas, totalizando oito tratamentos com quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste Skott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para condutância estomática mostraram que os genótipos tolerantes apresentaram valores para essa variável superior aos sensíveis (Tabela 1). Assim como Souza et al., (2013) observaram que os materiais de milho tolerantes à seca apresentou-se uma maior condutância estomática juntamente com um maior potencial hídrico foliar, favorecendo um fluxo de CO₂ e um resfriamento da folha pela transpiração.

Todavia, na parcela de estresse, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais estudados para teor de clorofila (Tabela 1), demonstrando concordância com resultados de Lino (2011).

Para avaliações de danos no fotossistema II foi utilizado a relação Fv/Fm. Verificou-se que, os genótipos tolerantes e o genótipo sensível 9618158 apresentaram maiores valores dessa variável em relação ao 9903062, sendo desprovidos de perdas na atividade fotoquímica (Tabela 1), visto que valores acima de 0,70 demonstram que as plantas não estão sofrendo danos no fotossistema II, ao contrário do genótipos sensível 9903062 que teve valores de relação Fv/Fm inferiores a 0,70,e, portanto, sofreu fotodano

Tabela 1: Médias de teor de clorofila, condutância estomática e relação Fv/ Fm. Janaúba- MG 2014

Genótipos	Teor de clorofila (U spad)	Cond.	
		Estomática m mol m ⁻² . s ⁻¹	Relação Fv/ Fm
¹ P898010	40,98 a	275,83 a	0,70 a
¹ 9910032	45,85 a	191,29 a	0,74 a
² 9903062	42,20 a	125,60b	0,65 b
² 9618158	47,38 a	107,66 b	0,72 a

Médias seguidas pela mesma letra à 5% não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

1 Genótipos tolerantes a estresse hídrico;

2 Genótipos sensíveis a estresse hídrico.

Em relação à área foliar (Tabela 2) verificou-se um maior valor para os genótipos sensíveis e para o tolerante P898010 quando comparado ao tolerante 9910032.

Quanto as características de produtividade, observou-se que o peso de grãos e índice de colheita foram similares nos genótipos tolerantes 9910032 e sensíveis 9618158, superando os genótipos tolerante P898012 e sensível 9903062.

Tabela 2: Médias de área foliar, peso de grãos e índice de colheita. Janaúba- MG 2014

Genótipos	Área foliar cm ²	Peso de grãos Kg ha ⁻¹	Índice de colheita
¹ 9910032	737,61 b	3095,00 a	0,54 a
² 9903062	2054,54 a	1510,00 b	0,23 b
² 9618158	1658,00 a	2820,00 a	0,49 a

Médias seguidas pela mesma letra à 5% não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

1 Genótipos tolerantes a estresse hídrico;

2 Genótipos sensíveis a estresse hídrico.

CONCLUSÕES

Os genótipos (9910032 e 9618158) avaliados neste trabalho se mostraram eficientes quando submetidos ao déficit hídrico. Uma justificativa plausível para o bom desempenho do genótipo sensível é a relação Fv/Fm, já que tal característica

fornece evidências de funcionamento normal do aparato fotossintético

É importante se estudar ainda mais as características ecofisiológicas de genótipos de sorgo tolerantes à seca, pois tal cultura tem capacidade de expansão para muitas áreas e é uma alternativa para segurança alimentar mundial.

REFERÊNCIAS

BAKER, N.R., ROSENQVST, E., Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **J. Exp. Bot.** 55, 1607-1621; 2004

DOGGETT H. Recurrent Selection in *Sorghum*. **2nd edn. London New York: Longman**; published by Wiley; 1988

EASTERLING, W. E.; AGGARWAL, P. K.; BATIMA, P.; BRANDER, L. M.; ERDA, L.; HOWDEN, S. M. FOOD, FIBER AND FOREST PRODUCTS. IN: PARRY, M. L.; CANZIANI, O. F.; PALUTIKOF, J. P.; VAN DER LINDEN, P. J.; HANSON, C.E. (EDS.). Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**: United Kingdom, 273 - 313, 2007.

FARRÉ, I.; FACI, J. M. Comparative response of maize (*Zea mays L.*) and sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) to deficit irrigation in a mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, v.83, p. 135-143, 2006.

HAILE, M. Weather patterns, food security and humanitarian response in sub-Saharan Africa. **Philosophical transactions of the Royal Society of London** 360: 2169 - 2182, 2005.

JIANG, C-D.; WANG, X.; GAO, H-Y.; SHI, L.; CHOW, W. S. Systemic regulation of leaf anatomical structure, photosynthetic performance, and high-light tolerance in sorghum. **Plant Physiology**, v. 155, p. 1416-1424, 2011.

HOSAKA, K. G. Estabelecimento de protocolo de cultura de tecidos Sorghum Bicolor. Dissertação de mestrado em ciências (Escola Superior de Agricultura ESAQ/USP "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2014.

JIANG, C-D.; WANG, X.; GAO, H-Y.; SHI, L.; CHOW, W. S. Systemic regulation of leaf anatomical structure, photosynthetic performance, and high-light tolerance



in sorghum. **Plant Physiology**, v. 155, p. 1416-1424, 2011.

LINO, LEANDRO DE OLIVEIRA. Características anatômicas e fisiológicas de genótipos de sorgo contrastante a seca Lavras: UFLA, 2011 (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, TC; CASTRO, EM; MAGALHÃES, PC; ALBURQUEQUE, PEP; LINO, LO; ALVES, ET; Morphophysiology, Morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. **Acta Physiology Plant** v.35, p 3201 – 3211, 2013



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Desempenho agrônomo de híbridos de milho em resposta a aplicação de regulador de crescimento.

André Prechlak Barbosa⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; Ivan Gustavo Vaurof dos Santos⁽³⁾; Renan Felix Iastrenski⁽³⁾; Luiz Abílio Ribeiro Alves⁽³⁾ e Gustavo Escaramboni⁽³⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, PR 445 km 380; ⁽²⁾ Professor da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: claudemircca@uel.br; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO: O uso de reguladores de crescimento, como o trinexapac-ethyl (TE) para cereais de inverno, pode ser uma alternativa para milho. Pois proporciona redução de porte e alterações morfológicas, que possibilitam a utilização de arranjos espaciais adensados. A resposta a ação do produto pode ser variável em função do manejo, do ambiente de cultivo e do genótipo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do TE sobre as características de crescimento e o rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho, cultivados na primeira safra. O experimento foi conduzido em campo na safra 2014/15, sob delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, ausência e presença de TE (250 g i.a. ha⁻¹) e sete híbridos de milho (2B 610 PW, 2B 810 PW, 30F53 YH, Status Viptera TL/TG, P2530, 30R50 YH, Celeron TL/TG), com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: Altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, índice de área foliar, massa de mil e produtividade de grãos. Não há interação entre o TE e os híbridos utilizados, mesmo com morfologia e potencial agrônomo diferenciados entre eles. O TE é eficiente na redução de altura das plantas de todos os genótipos, sem alterar o rendimento de grãos. A produção de plantas compactas pelo regulador evita os prejuízos do crescimento excessivo e facilita o emprego do arranjo de plantas adensado, com incremento na produção de grãos por área. Os híbridos 2B610 e 2B810, de precocidade média, refletem sua superioridade de crescimento em desempenho produtivo.

Termos de indexação: Arranjo de plantas, genótipos modernos. Trinexapac-ethyl.

INTRODUÇÃO

Uma das variáveis importantes na definição do rendimento final do milho é o genótipo utilizado

(fornasieri filho, 2007). A determinação do rendimento de grãos de cultivares de milho, em níveis tecnológicos distintos, é necessária para a tomada de decisão no manejo e melhoramento, pois possibilita a identificação dos fatores limitantes. Costa et al. (2015) afirmaram que é preciso estudos referentes ao manejo agrotecnológico da cultura, para a maximização do potencial produtivo das cultivares recentemente lançadas no mercado. Alterações no arranjo espacial nem sempre são benéficas, pois o adensamento pode acarretar crescimento excessivo. Por consequência disso, maior ocorrência de acamamento, quebraimento e autosombreamento das folhas inferiores devido a distribuição alternada e oposta das folhas (Sangoi et al., 2010).

Os genótipos com características modernas, se adaptam ou não as condições de cultivo adensado e de maior tecnificação, e isso reflete diretamente no potencial produtivo dos genótipos, sendo o fator genético interligado fortemente com a condição ambiental para as respostas de desenvolvimento e produtividade. Todavia, a não adequação do genótipo a essas novas opções de arranjos espaciais, podem ser superadas pelo uso dos reguladores de crescimento, que em sua maioria bloqueiam a síntese do hormônio giberelina (Ga), responsável pelo alongamento do caule (Zagonel e Ferreira, 2013).

O TE, composto mais utilizado em cereais, paralisa a biossíntese de Ga no citoplasma (dioxigenases), acumula Ga₂₀ e reduz a produção de Ga₁ que é a forma ativa (Rademacher, 2015). A redução do crescimento excessivo, evita o acamamento, quebraimento e o autosombreamento das plantas, além de melhorar a arquitetura foliar (Penckowski et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do TE sobre as características fitométricas e produtividade de grãos de diferentes genótipos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 em Londrina-PR, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (23°20'32" S e 51°12'32" W, com altitude média de 540 m).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x2, com quatro repetições. Foram avaliados sete híbridos (2B 610 PW, 2B 810 PW, 30F53 YH, Status Viptera TL/TG, P2530, 30R50 YH, Celeron TL/TG) e a presença e ausência de regulador de crescimento (trinexapac-ethyl 250 g i.a. ha⁻¹, aplicado com auxílio de pulverizador propelido a CO₂, na pressão de 30 psi e o volume de calda utilizado foi de 200 L ha⁻¹, no estádio V6 do milho).

A adubação de base consistiu da utilização do formulado 08 28 16 na dosagem de 300 kg ha⁻¹. Em cobertura aplicou-se 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, no estádio V6. A população de plantas utilizada foi de 75.000 plantas por hectare para todos os genótipos. As parcelas experimentais consistiram de seis linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m entre elas, perfazendo uma área total de 13,5 m². A área útil foi de 7,2 m².

As avaliações tiveram seu início após o florescimento pleno da cultura, onde foram tomadas dez plantas ao acaso dentro da área útil das parcelas e avaliadas a altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AE) em centímetros, e o diâmetro de colmo (DC) em milímetros. O índice de área foliar (IAF), expresso em m², foi determinado conforme metodologia proposta por Francis (1969). Posteriormente a debulha das espigas da área útil, foram aferidas a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PROD), ambas com massas corrigidas para 13 % de umidade.

Foi realizada análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade entre as variâncias dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e Hartley, respectivamente, e então feita a análise de variância (ANAVA). Quando constatada significância, as médias de regulador de crescimento foram comparadas pelo teste de F e as de híbridos pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O software estatístico utilizado foi o Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ANAVA demonstrou diferença significativa para a variável altura em resposta ao fator regulador de crescimento. Já para o fator híbridos, houve significância para todas as características avaliadas.

A AP demonstrou a efetividade do regulador de crescimento em reduzir o porte das plantas (Tabela 1), com diminuição média de 7,25 cm. Essa é a

principal variável analisada quando se busca a obtenção de plantas de milho mais compactas e adaptáveis ao arranjo espacial de plantas adensado.

A redução de altura de plantas se deve a ação de inibição da biossíntese de giberelina, que é o hormônio responsável pelo crescimento longitudinal do colmo, pois os reguladores de crescimento, antagonistas à giberelina, modificam seu metabolismo (Rajala; Peltronen-Sainio, 2001). Corroborando os resultados obtidos, Fagherazzi (2015) também constatou redução na altura das plantas de milho com a utilização de TE.

Para o efeito de híbridos (Tabela 1), AP e AIE demonstraram maior valor para o híbrido 2B610PW, e menores para os híbridos P2530 e Celeron, que anteriormente também haviam apresentado menor porte. Essa resposta se relaciona com o que foi supramencionado para a altura de plantas e confirma que os híbridos mais precoces exibem menor crescimento quando submetidos a condições que acelerem a soma térmica, semelhante ao observado por Sangoi et al. (2010).

Para DC, na comparação entre híbridos, o Celeron apresentou o maior valor de diâmetro de colmo e, superou os demais híbridos (Status, 2B610PW, 2B810PW e P2530), com exceção de 30R50YH e 30F53YH que não diferiram (Tabela 1).

Para IAF (Tabela 1), os híbridos apresentaram desempenhos distintos, com superioridade para 30R50YH e 2B810PW, que não diferiram de P2530, 30F53YH e 2B610PW. Os menores IAF foram obtidos para os híbridos Status e Celeron. Essas diferenças se devem basicamente às características de ciclo dos híbridos, assim como ao número de folhas e tamanho destas que são determinantes do resultado singular dos genótipos.

Tabela 1 –Características fitométricas sob influência de trinexapac-ethyl e híbridos de milho, na primeira safra. Londrina PR, 2016.

	AP (cm)	AIE (cm)	DC (mm)	IAF (m ² /m ²)
trinexapac-ethyl				
com	215,39 b	104,04 a	24,64 a	3,13 a
sem	222,64 a	104,96 a	25,04 a	3,22 a
p valor	0,00	0,65	0,36	0,16
híbridos de milho				
2B610PW	252,62 a	149,87 a	23,75 b	3,17 ab
2B810PW	241,00 a	122,25 b	23,38 b	3,38 a
30F53YH	213,12 b	106,37 c	25,25 ab	3,19 ab
Status	210,87 b	100,87 c	23,38 b	2,94 b
P2530	195,25 c	71,62 d	24,88 b	3,13 ab
30R50YH	214,62 b	105,66 c	25,63 ab	3,46 a
Celeron	205,62 bc	74,87 d	27,62 a	2,97 b
p valor	0,00	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelos testes F para trinexapac-ethyl e Tukey para híbridos de milho

($P < 0,05$).

AP: altura de plantas; AIE: altura de inserção de espiga; DC: diâmetro de colmo e IAF: índice de área foliar.

O maior valor de massa de grãos (Tabela 2) foi observado para o híbrido celeron, o mesmo que havia apresentado menor crescimento das plantas, que se deve a sua precocidade. Portanto, houve relação inversa, o menor número de grãos resulta em grãos mais pesados. O inverso é verdadeiro, pois a menor massa de grãos foi do híbrido 2B810 que teve o maior número de grãos por espiga.

Não foi constatado efeito significativo do TE na massa e na produtividade de grãos dos genótipos avaliados (Tabela 2). Portanto, o uso do redutor de crescimento teve efetividade na redução de porte das plantas, sem afetar negativamente o desempenho produtivo em todos os genótipos. Assim, em condições de arranjo espacial adensado esse composto pode favorecer a estabilidade de produção por planta e incrementar o resultado por área. Essa pressuposição é corroborada por Pricinotto et al. (2015).

Tabela 2. Massa de mil grãos e produtividade de grãos sob influência de trinexapac-ethyl e híbridos de milho cultivados na primeira safra. Londrina PR, 2016.

	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
trinexapac-ethyl		
com	327,90 a	6709,73 a
sem	343,10 a	6978,37 a
p valor	0,13	0,32
híbridos de milho		
2B610PW	327,50 b	10393,25 a
2B810PW	251,10 c	9047,12 a
30F53YH	355,30 ab	6586,49 b
Status	343,40 ab	7141,64 b
P2530	340,80 ab	4222,96 c
30R50YH	346,30 ab	4831,27 c
Celeron	384,30 a	5685,64 bc
p valor	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste F para trinexapac-ethyl e Tukey para híbridos de milho ($p < 0,05$). MMG: massa de mil grãos e PROD: produtividade de grãos.

Ainda para o rendimento de grãos, destaca-se o desempenho dos híbridos 2B610PW e 2B810PW que superaram todos os demais. O 2B610PW foi ainda 13% superior ao 2B810PW. A média produtiva desses dois genótipos foi cerca de 27, 32, 42, 50 e 57% superior à dos híbridos Status, 30F53YH, Celeron, 30R50YH e P2530, respectivamente.

O ciclo dos genótipos foi um fator determinante para as diferenças de rendimento observadas, devido a semeadura ter sido realizada em época considerada ideal - 27 de outubro, onde as condições ambientais, favorecem os genótipos de menor precocidade (2B610PW e 2B810PW), já que são menos afetados pela maior velocidade de soma térmica. Aliado a isso, a padronização da densidade de plantas também possui influência significativa no desempenho produtivo, pois em híbridos de menor ciclo, cujas plantas são menos produtivas individualmente, é preciso utilizar mais plantas por área para a máxima produtividade por área.

CONCLUSÕES

Não há interação entre o trinexapac-ethyl e os híbridos utilizados. O trinexapac-ethyl é eficiente na redução de altura das plantas, sem alterar o rendimento de grãos. A produção de plantas compactas pelo regulador facilita o emprego do arranjo adensado, com maior produtividade. Os híbridos com precocidade média têm superioridade de crescimento e desempenho produtivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- COSTA, K. D. D. S. et al. Avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais. *Agropecuária científica no semiarido*, v. 11, n. 1, p. 27-36, 2015.
- FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho a aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. 2015. 93p. (Mestrado). Centro de ciências agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.
- FRANCIS, C.A. RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E.A. Rapidmethod for plantleafareaestimation in maize (*Zea mays*). *Crop Science*, Madison, v.9, p.537-539, 1969.
- PENCKOWSKI, L.H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: Aspectos importantes para garantir bons rendimentos**. 2ed. Passo Fundo: Fundação ABC. 2009, 60p.
- PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. B.; OLIVEIRA, M. A.; FERREIRA, A. S.; SPOLAOR, L. T. Trinexapac-ethyl in the vegetative and reproductive

performance of corn. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.14, p.1735-1742, 2015.

RADEMASCHER, W. Plant growth regulators: Backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulators**, v. 34, p. 845-872, 2015.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 93, p. 936-943, 2001.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, 2010.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Rates and times of growth regulator application on corn hybrids. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 395-402, 2013.

Efeito da aplicação de ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho

Angelica Consoladora Andrade Manfron ⁽¹⁾; Noryam Bervian Bispo ⁽²⁾; Jefferson Gonçalves Acunha ⁽³⁾;

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia, Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Sertão; Sertão, RS, Brasil. E-mail: ange.angelyca@gmail.com; ⁽²⁾ Professora Orientadora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão; ⁽³⁾ Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão;

RESUMO: O Ácido Salicílico (AS) está envolvido em muitos processos fisiológicos nas plantas, e é considerado como pertencente de um novo grupo de substâncias que contribuem para o crescimento das mesmas. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da aplicação de AS no crescimento de plântulas de milho. O trabalho foi realizado em laboratório, com sementes certificadas de milho, e foram empregadas as concentrações de 0; 5; 10; 15 e 20 mg/L de AS. As sementes foram semeadas em papel germitest e mantidas em Câmara Incubadora tipo BOD por sete dias. Foram utilizadas quatro sub-amostras de 100 sementes por repetição estatística, para cada tratamento. Foram avaliados o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas, aos sete dias após a semeadura. Os resultados permitiram concluir que o AS provocou um aumento tanto no comprimento de parte aérea quanto de raiz das plântulas, podendo ser uma nova fonte de estímulo à emergência e estabelecimento das plântulas de milho também a campo.

Termos de indexação: *Zea mays*, Análise de Sementes; Reguladores de Crescimento.

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a cultura do milho é a mais produzida no mundo, com uma produção estimada em aproximadamente 969,6 milhões de toneladas para a safra de 2015/2016 (FIESP, 2016). O Brasil se caracteriza como um dos maiores produtores de milho, perdendo apenas para os Estados Unidos e para a China (USDA, 2016).

A utilização de reguladores de crescimento, e técnicas que contribuam para aumentar a qualidade das sementes podem proporcionar um aumento na capacidade de desenvolvimento e desempenho das sementes, e até mesmo acelerar a emergência de muitas espécies (ARAGÃO et al., 2006).

Uma grande quantidade de compostos orgânicos que atuam no crescimento e desenvolvimento das plantas são produzidas por elas mesmas, como é o caso da auxina e de vários outros que já são estudados há décadas, porém outros compostos tem surgido e que também podem afetar essas fases de desenvolvimento das plantas, como é o caso do ácido salicílico (AS) e alguns outros. No entanto, a classificação dos mesmos como hormônios vegetais tem gerado dúvidas (COLLI, 2008).

Para culturas que apresentam grande importância econômica, como é o caso da cultura do milho, não há muitas pesquisas sobre a utilização de ácido salicílico, desta forma seus os efeitos também são pouco conhecidos. Porém, segundo Agostini et al. (2013) em feijão, o AS tem grande potencial para se tornar uma das novas e promissoras tecnologias para tratamento de sementes, pois proporcionou resultados satisfatórios no comprimento e massa seca total da raiz das plântulas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar e descrever o efeito da aplicação de doses crescentes do ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Defesa Sanitária Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, no mês de março de 2016.

O estudo foi realizado com sementes de milho certificadas da cultivar 30F53YH da empresa Pioneer Sementes Ltda., indicada com 80% de germinação. Para avaliação do efeito do ácido salicílico foram empregadas as concentrações de 0; 5; 10; 15 e 20 mg/L de ácido salicílico diluído em água destilada. As sementes foram embebidas na

solução contendo água destilada e as doses do AS por 24 horas, sendo que na dose zero foi utilizada apenas água destilada como controle. Foram utilizadas quatro sub-amostras de 100 sementes por repetição estatística, para cada tratamento.

Posteriormente as sementes foram semeadas em papel germitest, umedecidas com água destilada e mantidas em Câmara Incubadora tipo BOD, modelo Novatécnica MOD: NT708 TR, a uma temperatura de 28°C, conforme estudo realizado por Riley (1981), que diz que a temperatura ótima para a germinação de sementes de milho se situou entre 26 e 29°C. As sementes permaneceram na BOD por um período de sete dias, conforme recomendações da Regra de análise de sementes (RAS) (BRASIL, 2009). As avaliações de sementes e plântulas também foram realizadas segundo os critérios da RAS (BRASIL, 2009).

Foram avaliados o comprimento da parte aérea e da raiz, em centímetros. Foram analisadas 15 plântulas de cada repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através da análise de regressão, através do programa estatístico "R" (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos sobre o crescimento das plântulas em função das doses de ácido salicílico estão apresentados nas figuras 1 e 2, e indicam que o seu uso em sementes de milho provocou um aumento significativo tanto no crescimento da parte aérea quanto no crescimento da raiz das plântulas testadas. Para ambos os caracteres, as doses que proporcionaram um maior aumento foram de 15 e 20 mg de AS por litro de água destilada. Este fato condiz com os estudos de Menezes et al (2016), onde os mesmos observaram na cultura da aveia efeitos positivos no comprimento de parte aérea das plântulas, o que segundo Carvalho Júnior (2013) era esperado, devido ao fato do AS ser um hormônio relacionado com a formação do caule.

Com os resultados obtidos foi possível perceber que na dose de 5 mg/l de AS houve uma pequena inibição no desenvolvimento das plântulas principalmente no Comprimento de Raiz, onde o mesmo apresentou um comprimento médio de 1,56 cm, quando comparado a testemunha de 0 mg/l que o seu comprimento médio foi de 1,82 cm, porém as doses subsequentes de 10, 15 e 20 mg/l apresentaram aumento nos índices para ambos os comprimentos, tanto de parte aérea como de raiz (Tabela 1), corroborando desta forma com Rivas-San Vicente & Plasencia (2011), que afirmam que conforme a dose utilizada, o efeito promovido pelo ácido salicílico de atuar como promotor ou inibidor

de crescimento é modificado.

Todavia, em estudo feito com sementes de melancia embebidas em AS, os resultados mostraram que o mesmo não interferiu no comprimento da parte aérea das plântulas (SILVA et al., 2012).

No entanto, há muitos fatores que podem interferir no efeito do AS, como por exemplo, o estágio de desenvolvimento das plantas, a espécie das mesmas, a concentração do AS, e o nível endógeno do mesmo nas plantas estudadas, bem como o modo de aplicação (HORVATH et al., 2007). Desta forma, deve se levar em conta que o AS pode atuar de diferentes formas devido a sua concentração, podendo funcionar como um componente que influencia a germinação e crescimento de plantas (LYNN E CHANG, 1990, Apud TONEL et al., 2013).

Figuras e Tabelas

Figura 1: Comprimento de parte aérea de plântulas de milho sob crescentes doses de ácido salicílico. Sertão/RS, 2016.

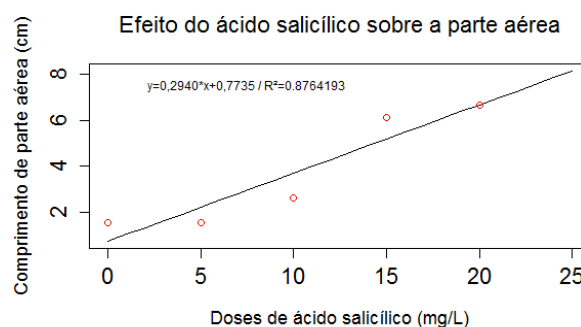
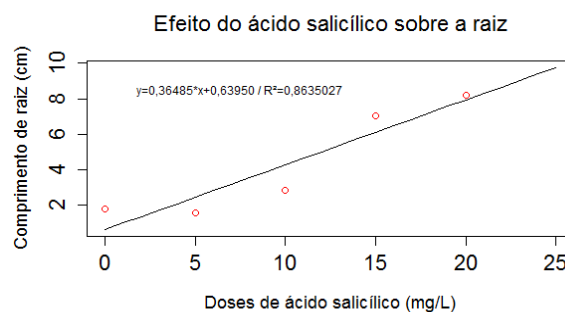


Figura 2: Comprimento de raiz de plântulas de milho sob crescentes doses de ácido salicílico. Sertão/RS, 2016.



CONCLUSÕES

O ácido salicílico estimulou o crescimento da parte aérea e da raiz de plântulas de milho, principalmente nas doses de 10, 15 e 20 mg/l, mostrando que pode haver um efeito positivo na aplicação do AS no estabelecimento das plântulas de milho também no campo.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, E. A. T. et al. Induction of waterdeficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 209-219, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/artic/e/view/15967>>. Acesso em: 19 mar. 2016. doi: 10.4025/actasciagron.v35i2.15967
- ARAGÃO C. A. et al. Germinação e vigor de sementes de melância com diferentes ploidias submetidas a tratamentos prégerminativos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28 n.3, p.82-86, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222006000300012&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 17 mar. 2016. doi: 10.1590/S0101-31222006000300012
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS. 365p, 2009. Acessado em 10 jan. 2016. Online. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf
- COLLI, A. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap.14, p.296 – 302.
- FIESP, 11º **Levantamento do USDA**, Informativo DEAGRO, Departamento do Agronegócio - DEAGRO/FIESP, 2016 . Acessado em 10 mar.2016. Online. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_maio2016/
- HORVATH, E. et al. Exogenous 4-hidroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants. **Biol. Plants**, v.51, p. 480-486, 2007. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10535-007-0101-1>. DOI 10.1007/s10535-007-0101-1
- MENEZES, H. M. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de aveia com ácido salicílico. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2016.
- R Development Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008. ISBN 3-900051-07-0. 1
- RILEY, G. J. P. **Effects of high temperature on the germination of maize (Zea mays L.)**. *Planta*, v. 151, n. 1, p. 68-74, 1981. Acessado em: 17 mar. 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00384239#page-1>>. doi: 10.1007/BF00384239.
- RIVAS-SAN VICENTE, M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.
- SILVA, T.C.F.S. et al. Uso de diferentes concentrações de ácido salicílico na germinação de sementes de melancia Crimson Sweet. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p. S7679-S7685, 2012.
- TONEL, F.R. et al. Salicylic acid: physiological and biochemical changes in seeds and maize seedlings subjected to salt stress. **Journal of Seed Science** , v.35, n.4, p.457-465, 2013.
- USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates. 2016**. Acessado em: 23 mar.2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Efeito da Quitosana na Anatomia Radicular de Híbridos Transgênico e não Transgênico de Milho

Thiago Corrêa de Souza⁽¹⁾; Mayron Martins⁽²⁾; Valdir Veroneze Júnior⁽³⁾; Marília Carvalho⁽⁴⁾; Paulo César Magalhães⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Professor do Instituto de Ciências da Natureza; Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG); Alfenas, Minas Gerais; thiago.souza@unifal-mg.edu.br; ⁽²⁾ Estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; UNIFAL-MG; ⁽³⁾ Estudante do curso de Ciências Biológicas-Licenciatura e bolsista de Iniciação Científica, UNIFAL-MG; ⁽⁴⁾ Pesquisadora em estágio Pós-doutoral, UNIFAL-MG; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A quitosana é um biopolímero derivado da quitina que é extraída de crustáceos e tem sido levantada na literatura a sua ação sobre as plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da quitosana na anatomia radicular em dois híbridos de milho. Foram utilizados os híbridos DKB 390 e DKB 390 Pró, sendo o último, transgênico, e estes foram expostos a 6 tratamentos de quitosana (50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm) dissolvidos em água acidificada (0,1%). Quinze sementes foram germinadas em placas de Petri de 12 cm de diâmetro, forradas com 2 folhas de papel filtro e umedecidas com 3,6 mL das respectivas soluções. As raízes foram coletadas após 7 dias de tratamento e foram confeccionadas lâminas microscópicas com cortes transversais. Os parâmetros avaliados foram espessura da epiderme, espessura do córtex, espessura da endoderme, número de xilemas, espessura de xilemas e espessura de floema. A análise estatística dos resultados foi realizada através da análise de variância e do teste de comparação de médias Skott-Knott, a 0,05% de significância. As concentrações de 150 e 300 ppm de quitosana no híbrido DKB 390 Pró levaram aumento da espessura da epiderme se comparados aos demais tratamentos. A quitosana levou a uma redução da espessura do córtex no DKB 390 Pró a partir da concentração de 150 ppm e uma redução na espessura do xilema nas nos tratamentos 300, 600, 1200 ppm. Foi observado, principalmente no material transgênico, que a quitosana levou a uma modificação das características anatômicas ligadas a proteção e sobrevivência a estresses abióticos e bióticos. Conclui-se que a quitosana pode favorecer a modificações anatômicas, permitindo maior adaptação das plântulas às condições adversas.

Termos de indexação: biopolímero, epiderme radicular, quitina.

INTRODUÇÃO

Atualmente os polissacarídeos naturais, incluindo a quitina, vêm ganhando destaque na pesquisa e na indústria devido às suas propriedades biológicas, fonte renovável, elevada abundância e fácil obtenção, alta biodegradabilidade e biocompatibilidade e baixa toxicidade (Badawy & Rabea, 2011). A quitosana é um derivado desacetilado da quitina sendo estruturalmente similar Assim, é constituída de unidades de N-acetilglicosamina e glicosamina. Para ser considerado quitosana, o biopolímero desacetilado deve conter uma porcentagem de desacetilação (DDA%) acima de 40 % (Badawy & Rabea, 2011).

A aplicação da quitosana na agricultura vem trazendo bons resultados para proteção de plantas, antes e após a colheita, contra pragas e doenças (estimula o sistema de defesa) (Iriti & Varoni, 2015) e regula o crescimento e desenvolvimento de plantas (Katiyar & Singh, 2015) entre outros.

A transgenia vem contribuindo com a agricultura no mundo todo, principalmente no cultivo de cereais (Rani & Usha, 2013), porém poucos trabalhos tem analisado o efeito biológico em genótipos de plantas transgênicas.

Devido à importância da cultura do milho e aos bons resultados oriundos da aplicação de quitosana no desenvolvimento de plantas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da quitosana na anatomia radicular de dois híbridos de milho (transgênico e não transgênico).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biotecnologia Ambiental & Genotoxicidade (BIOGEN) da Universidade Federal de Alfenas, e foram utilizadas sementes de 2 híbridos, DKB 390 e DKB 390 PRÓ, sendo o último transgênico, cedidos pela Embrapa Milho e Sorgo.

Tratamentos e amostragens

As soluções foram preparadas dissolvendo-se a quitosana em água acidificada (ácido acético) a 0,1%. As concentrações das soluções utilizadas foram determinadas em pré-testes de acordo com a quantidade de ácido acético necessária para sua dissolução, sendo: controle (solução acidificada (0,1%), 50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm, umedecendo-se duas folhas de papel filtro com 3,6 mL das respectivas soluções, dispostas em placas de Petri de 12 cm. As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo B.O.D. (SOLAB SL-225), com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

Anatomia Radicular

Para avaliar os efeitos da quitosana na anatomia radicular foram coletadas, após 7 dias de exposição aos tratamentos, 2 raízes de cada repetição e realizadas secções transversais de acordo com Souza et al. (2009) em uma região de 2 cm a partir do ápice da raiz. Posteriormente, as lâminas microscópicas foram confeccionadas, coradas e fotografadas em microscópio óptico de luz AXIO ZEISS SCOPE A1 com câmera digital acoplada. Os parâmetros avaliados foram espessura da epiderme (ET), espessura do córtex (CT), espessura da endoderme (EnT), número de xilemas (NX), espessura de xilemas (XT) e espessura de floema (FT).

Todas estas medições foram feitas pelo programa de análise de imagens AxionVisionSE64 Rel 4.8, utilizando-se calibrações feitas com régua microscópica fotografada nos mesmos aumentos das fotomicrografias.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi em DIC r composto de 7 tratamentos (controle, 50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm), com 4 repetições, contendo 15 sementes por placa. Para todos os parâmetros analisados foram calculadas as médias e o \pm erro padrão (SE). Para análise estatística dos resultados, utilizou-se a análise de variância (ANAVA) e o teste de comparação de médias Skott-Knott, a 0,05% de significância ($P \leq 0,05$), no programa Sisvar versão 4.3 (Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os híbridos de milho, o DKB 390 Pró, quando exposto a 300 ppm de solução de quitosana, apresentou espessura de epiderme radicular (ET) significativamente maior se comparado ao DKB 390 (Figura 1A). Observando a ET do híbrido DKB 390, entre as concentrações, percebe-se que as concentrações de 50 e 600 ppm levaram a um aumento das médias porém equipararam-se ao tratamento controle. Já as concentrações de 150 e 300 ppm no híbrido DKB 390 Pró levaram aumento da ET se comparados aos demais tratamentos (Figura 1A).

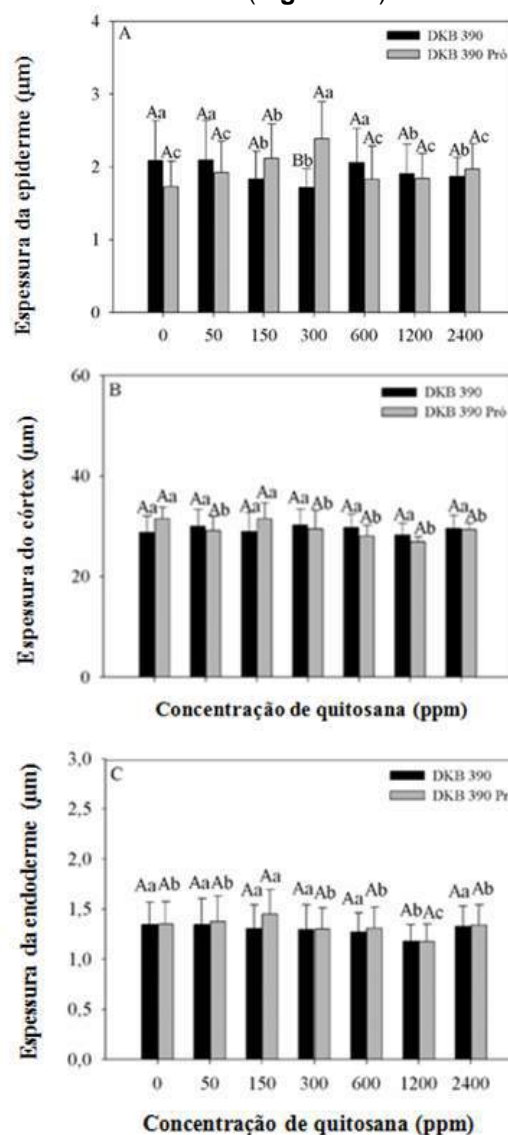


Figura 1. A – Espessura da Epiderme, B – Espessura do córtex, C – Espessura da Endoderme. Médias seguidas por mesma letra (letra maiúscula para os híbridos e minúscula para as concentrações) em cada barra não diferem entre si

pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Souza et al., (2009) trabalhando com uma variedade de milho tolerante e não tolerante ao estresse hídrico (alagamento) observaram que uma das adaptações anatômicas de sobrevivência do milho tolerante é um aumento da espessura da epiderme da raiz, entendendo tal fato como uma maneira de dificultar a entrada de patógenos e substâncias tóxicas através da raiz. Neste âmbito, a quitosana, quando aplicada no substrato, pode favorecer a sobrevivência das plantas de milho a estresse abiótico e biótico pelo espessamento da epiderme radicular.

Comparando-se entre os dois híbridos, não foram observadas diferenças significativas no que diz respeito à espessura do córtex (CT). No DKB 390 também não ocorreram alterações significativas da CT com a exposição às diversas concentrações. A quitosana levou a uma redução de CT no DKB 390 Pró a partir da concentração de 150 ppm (**Figura 1B**). Chimungu et al. (2015) afirmam que a espessura menor do córtex é importante para uma maior flexibilidade da raiz, o que facilita seu desdobramento e penetração em solos compactados/duros. O benefício da quitosana na diminuição da espessura do córtex então estaria ligado a melhor penetração em solos compactados, reduzindo assim, o custo metabólico para a exploração do solo e favorecendo o melhor desenvolvimento da planta sob estresse abiótico. A redução da EC pela quitosana também pode contribuir com a melhor condutividade hidráulica da raiz devido à diminuição da distância necessária para a água chegar ao cilindro vascular (xilema) (Pereira et al. 2008).

Não houve diferenças significativas no âmbito de espessura da endoderme (EnT) entre os híbridos. Em altas concentrações de quitosana (1200 ppm) a EnT diminuiu tanto no DKB 390 quanto no DKB 390 Pró. No entanto é interessante notar que o híbrido transgênico DKB 390 Pró apresentou aumento significativo de EnT no tratamento de 150 ppm de quitosana em relação aos demais tratamentos (**Figura 1C**). A endoderme é uma estrutura radicular considerada como uma barreira apoplástica. Em milho é constituída de um espessamento de lignina (e outras substâncias) em forma de "U" (Enstone et al., 2003). A quitosana aplicada em plantas pode aumentar a síntese de lignina como mecanismo de defesa contra pragas (EL HADRAMI et al., 2010). Sugere-se que no híbrido transgênico a quitosana esteja estimulando o espessamento dessa endoderme. Isso seria interessante no cultivo do milho, pois assim como a epiderme radicular e a endoderme podem servir como uma barreira física

contra microrganismos patógenos (Souza et al., 2009) levando a plantas mais saudias. Em altas concentrações (1200 ppm) este espessamento parece ser inibido talvez pela inativação do metabolismo da lignina devido ao excesso dessa substância.

Em comparação entre os híbridos no controle, percebe-se que o DKB 390 Pro apresenta maior número de xilemas (NX) que o DKB 390, mas não houve alterações no NX em ambos híbridos comparando-se as concentrações (exceto em 50 ppm) (**Figura 2A**).

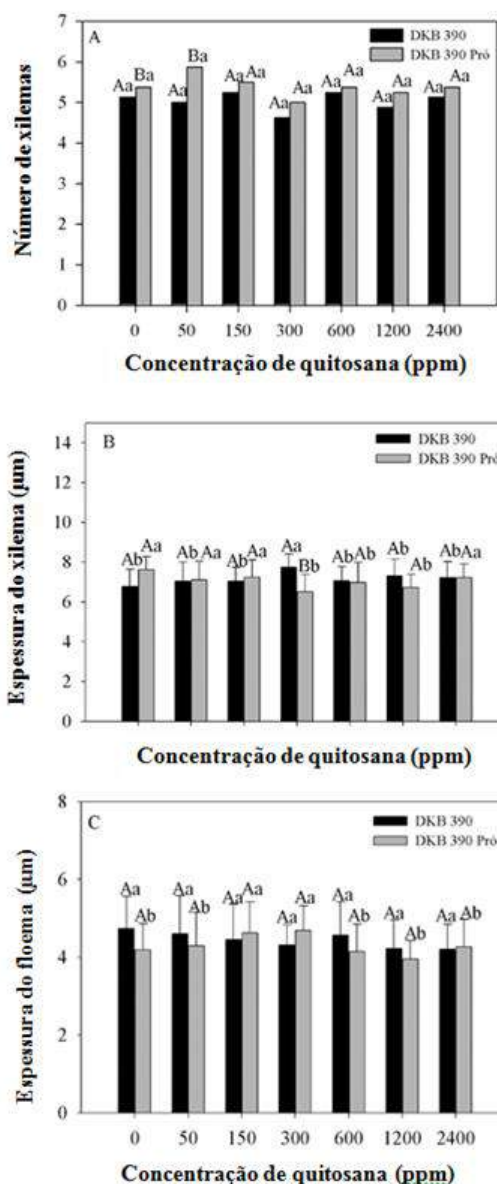


Figura 2. A – Número de Xilemas, B – Espessura do Xilema, C – Espessura do Floema. Médias seguidas por mesma letra (letra maiúscula para os híbridos e minúscula para as concentrações) em cada barra não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade

($P \leq 0,05$).

Na concentração 300 ppm, a espessura de xilema (TX) foi significativamente maior no DKB 390 quando comparado ao DKB 390 Pro. A TX no DKB 390 foi estatisticamente maior no tratamento 300 ppm. O DKB 390 Pro, apresentou uma diminuição da TX nos tratamentos 300, 600, 1200 ppm (**Figura 2B**). Mais uma vez a quitosana vem influenciar as relações hídricas dos genótipos, principalmente no transgênico (DKB 390 Pró). Um menor diâmetro dos vasos está relacionado com a diminuição do risco do embolismo e aumento da resistência do fluxo de água. Essas características do DKB 390 Pró podem indicar uma maior condutividade hidráulica aumentando a capacidade de transporte de água (Li et al., 2009). Apesar de não ter ocorrido influência da quitosana no número de xilema, esta característica anatômica também pode influenciar a condutividade hidráulica das raízes. Farouk & Mohsen (2011) verificaram em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) que a aplicação de quitosana aumentou a área e número de xilema nas folhas.

Não foi observada diferença significativa na espessura do floema (TP) entre os híbridos. A TP do híbrido DKB 390 não foi influenciada pelas diferentes concentrações de quitosana testadas. Já o DKB 390 Pro, teve a TP aumentada nas concentrações de 150 e 300 ppm de solução de quitosana em comparação aos demais tratamentos. (**Figura 2C**). Souza et al. (2009) afirmaram que aumentos na espessura do floema leva possivelmente, maior fluxo de carboidratos no mesmo, fornecendo mais substrato respiratório para plantas, permitindo maior tolerância a estresse hídrico. De acordo com os resultados obtidos, sugere-se que a quitosana tenha beneficiado as plântulas do híbrido DKB 390 Pro, um vez que a TP foi aumentada. Farouk & Mohsen (2011) também verificaram em feijão-caupi o aumento do tecido floemático devido a aplicação de quitosana.

CONCLUSÕES

A quitosana levou uma modificação das características anatômicas, principalmente no material de milho transgênico, ligadas a proteção e sobrevivência a estresses abióticos e bióticos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo auxílio financeiro (APQ-00651-14) concedido a esta pesquisa e pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

BADAWY, M.E.I.; RABEA, E.I. A biopolymer chitosan and its derivatives as promising antimicrobial agents against plant pathogens and their applications in crop protection.. **International Journal of Carbohydrate Chemistry**, v. 2011, p. 1-29, 2011.

CHIMUMGU, J. G.; LOADES, K. W.; LYNCH, J. P. Root anatomical phenes predict root penetration ability and biomechanical properties in maize (*Zea mays*). **Journal of Experimental Botany**, April 22, 2015 online.

EL HADRAMI, A.; ADAM, L. R.; EL HADRAMI, I.; DAAYF, F. Chitosan in Plant Protection. **Marine Drugs**, v. 8, p. 968-987, 2010.

ENSTONE D. E.; PETERSON, A.; MA, F. Root endodermis and exodermis: structure, function, and responses to the environment. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.21, p.335–351, 2003.

FAROUK, S.; EL MOHSEN, A. R. A. Improving growth and yield of cowpea plant by foliar application of chitosan under water stress. **Journal of Plant Production**, v. 2, p. 1341 - 1358, 2011.

IRITI, M.; VARONI, E. M. Chitosan-induced antiviral activity and innate immunity in plants. **Environmental Science Pollution Research**, v. 22, p.2935–2944, 2015.

KATIYAR, D.; HEMANTARANJAN, A.; SINGH, B. Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plant: a review. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 20, p.1–9, 2015.

LI, Y.; SPERRY, J.S.; SHAO, M. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. **Environmental of Experimental Botany**, v. 66, p.341–346, 2009.

PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C. Evolução da anatomia radicular do milho "Saracura" em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1649 – 1656, 2008.

RANI, J.; USHA, R. Transgenic plants: Types, benefits, public concerns and future. **Journal of Pharmacy Research**, v. 6, p. 879 -883, 2013.



SOUZA, T.C.; CASTRO, E.M.; PEREIRA, F.J.; PARENTONI, S.N; MAGALHÃES, P.C. Morpho-anatomical characterization of root in recurrent selection cycles for flood tolerance of maize (*Zea mays* L.). **Plant Soil and Environmental**, v. 55, p.504–510, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Efeitos da aplicação de azoxistrobina na atividade da enzima nitrato redutase em diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail:mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com.

RESUMO: Com o objetivo avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazóis (ciproconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho, foi conduzido um experimento em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2014/15, e empregou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-ponderamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados a atividade da enzima nitrato redutase, após a aplicação de azoxistrobina em V4 e VT. Houve incrementos na atividade da enzima para a aplicações realizadas antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4 e pré-ponderamento (VT).

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no Brasil, sendo importante para alimentação humana e animal e para economia (exportação) (Karan & Magalhães, 2014).

Devido ao grande número de doenças que ocorrem na cultura, o uso de fungicidas foliares tem aumentado de forma significativa nas principais regiões produtoras do país (Juliatti et al., 2007). Sendo bastante adotado a associação de fungicidas triazóis com estrobilurinas.

Algumas classes das estrobilurinas, como Metilcresoxima, Azoxistrobina e Piraclostrobina são reconhecidas por apresentarem um efeito de promoção do crescimento em certas espécies de plantas, os quais resultam em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, através da ativação da enzima NADH-nitrato redutase (Koehle et al., 2002; Venâncio et al., 2003; Fagan et al., 2010).

Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazóis (ciproconazol) na atividade da enzima nitrato redutase de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a

662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação seca de Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 –testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

Foi avaliada a atividade da enzima nitrato redutase de acordo com a metodologia proposta por Jaworski (1971) com adição de propanol (propan-1-ol) adaptada por Meguro & Magalhães (1982). Para avaliar o efeito das aplicações de azoxistrobina em V4 e VT as coletas do material vegetal foram realizadas entre três a cinco dias após a pulverização, coletando-se sempre a última folha totalmente expandida de três plantas por parcela.

As coletas foram realizadas em horário fixo (9 e 10 h da manhã) para minimizar o efeito variável da irradiância ao longo do dia. Após a coleta o material foi levado imediatamente ao laboratório de Bioquímica da UFG - Regional Jataí onde procedeu-se as análises. Os resultados obtidos dessa variável foram expressos em $\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento. Os resultados obtidos foram apresentados em gráfico de colunas, no qual as médias dos tratamentos

foram comparadas através do erro padrão da média (σ/\sqrt{n}), representado pela barra de erro inserida em cada coluna, utilizando o Software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo alguns autores a aplicação de estrobilurinas provoca a ativação da enzima NADH-nitrato redutase, aumentando assim assimilação de nitrato pela planta e isso resulta na sua posterior incorporação em moléculas vitais da planta, como por exemplo a clorofila (Koehle et al., 2002; Fagan et al., 2010) dentre outras.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar que para todos os genótipos houve incremento da atividade da nitrato redutase, quando a aplicação de azoxistrobina ocorreu antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4. Sendo os incrementos de 24,40; 58,43e 42,88%, respectivamente quando comparados a testemunha (sem aplicação de fungicida).

Com relação a aplicação de azoxistrobina realizada após a cobertura de N no estágio fenológico de V4, para a variedade não houve diferença entre a testemunha, já para o híbrido 1 houve um decréscimo de 26,00 % e para o híbrido 2 houve um incremento de 53,24% quando se compara a testemunha.

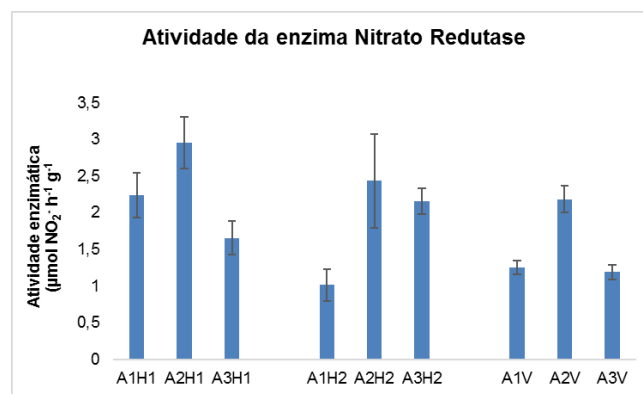


Figura 1. Atividade da enzima Nitrato Redutase (NR) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de V4. Jataí-GO, 2015.

Na Figura 2 encontram-se os valores da atividade da enzima nitrato redutase avaliada em pré - pendoamento (VT). Para todos os genótipos houve incremento da atividade da enzima quando ocorreu a aplicação de azoxistrobina em pré - pendoamento, sendo que os incrementos foram de 31,77; 51,38 e 64,88 %, respectivamente, quando comparados a testemunha. De modo geral a aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de pré - pendoamento ocasionou os

maiores incrementos da atividade da enzima nitrato redutase.

Em outras culturas como, trigo e soja, Koehle et al., (2002) e Fagan et al., (2010), também encontraram aumento significativo da atividade da nitrato redutase após a aplicação de estrobilurina.

Na cultura do milho, Barbosa et al. (2012), ao realizarem um estudo variando doses de nitrogênio e aplicação de estrobilurina piraclostrobina, observaram que houve um incremento médio na atividade da enzima nitrato redutase de 17,5% a cada 30 kg de N adicionado ao solo.

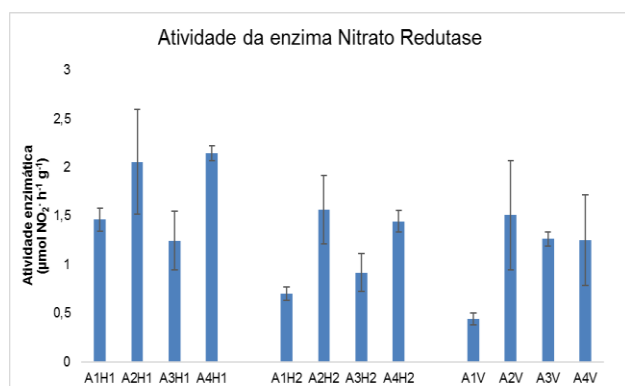


Figura 2. Atividade da enzima Nitrato Redutase (NR) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de VT. Jataí-GO, 2015.

Brachtvogel, (2010), avaliando população de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho, não encontrou efeito das aplicações de fungicida na atividade da enzima nitrato redutase, onde esta, decresceu de acordo com o aumento da população de plantas e com o avanço do ciclo da cultura. Esse decréscimo da atividade da enzima de acordo com o avanço da cultura, pode ser observado no presente trabalho, no qual os valores da atividade da enzima NR obtida no estágio fenológico de V4 é em média 29,73% maior, do que quando avaliada no estágio fenológico de VT.

CONCLUSÕES

Para todos os genótipos houve incremento da atividade da nitrato redutase, quando a aplicação de azoxistrobina ocorreu antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4.

A aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de pré - pendoamento ocasionou os maiores incrementos da atividade da enzima nitrato redutase.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

BARBOSA, K. A.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S. de C.; TEIXEIRA, W. F. Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e bromatológicas. **Cerrado Agrociências**. UNIPAM, set. 2011

BRACHTVOGEL, E. L. População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agrônomicas e fisiológicas. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**. v.69, n.4, p.771-777, 2010.

JAWORSKI, E.G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v.43, n.6, p.1274-1279, 1971.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. 21. Ed. Salvador: ABMS, 2014. 411 p

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. Modern fungicides and antifungal compounds III, **Andover: AgroConcept**. p.61-74, 2002.

MEGURO, N. E.; MAGALHÃES, A. C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.17, n.12, p.156-159, 1982.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Efeitos da aplicação de azoxistrobina no índice de clorofila em diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail:mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) no índice de clorofila e senescência foliar de três genótipos de milho, conduziu-se um experimento em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015 em delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-endoamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados o índice de clorofila e porcentagem de folhas senescentes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ambos ao nível de 5% de probabilidade. Não houve efeito das aplicações no índice de clorofila. Houve efeito das aplicações de fungicida para porcentagem de folhas senescentes.

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista epidemiológico, a extensão do cultivo do milho em segunda safra, torna o desenvolvimento dos patógenos, que causam ferrugens e manchas foliares mais favorável, além de aumentar o período sobrevivência destes no campo (Reis & Casa, 2014).

O uso de fungicidas do grupo químico das estrobilurinas associado ao do grupo dos triazois tem se mostrado uma prática de manejo economicamente viável e eficiente no controle das doenças foliares, principalmente em lavouras tecnificadas e com alto potencial produtivo (Duarte et al., 2009).

Além da ação fungicida, as moléculas de estrobilurinas têm sido reconhecidas por apresentarem um efeito de promoção do crescimento em certas espécies de plantas, os quais resultam em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, retenção de clorofila, atraso na senescência foliar (“efeito verde”), aumento na atividade antioxidante e aumento de produtividade (Venâncio et al., 2003).

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) no índice de clorofila e senescência foliar de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a 662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina + ciproconazol e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-ponderamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

O índice de clorofila foi quantificado através da leitura correspondente ao teor de clorofila com o uso do clorofilômetro modelo Falker CFL 1030, nos estádios fenológicos de V4 e VT. As leituras foram realizadas aleatoriamente em vinte plantas por parcela no terço médio da folha-índice de cada planta.

Aos 128 DAS quantificou-se a porcentagem de folhas senescentes em relação ao total de folhas (considerando como senescentes folhas com 50% ou mais do limbo foliar senescente).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando o Software Sisvar e

as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1) para índice de clorofila e porcentagem de folhas senescentes, não houve interação significativa entre os fatores analisados.

Em relação ao índice de clorofila no estágio fenológico de V4, não houve diferença tanto para fator aplicação quanto para fator genótipo, sendo a média dos genótipos de 54,196 de índice de clorofila Falker (ICF).

Segundo Argenta et al., (2003) o uso do clorofilômetro é um método eficiente para o monitorar o nível de N na planta de milho, e as leituras acima de 45,4 no estágio fenológico de V4 são consideradas adequadas, independentemente do genótipo utilizado. O que indica que todos genótipos estudados estão com teor N adequado para o respectivo estágio fenológico.

Tabela 1. Valores médios e resumo da análise de variância referente ao índice de clorofila nos estádios fenológicos (V4 e VT) e porcentagem de folhas senescentes (F.S.) para genótipos de milho submetidos às aplicações de azoxistrobina. Jataí, GO, 2015.

Tratamentos	Índice de Clorofila		F.S. (%)
	V4	VT	
Genótipos (G)			
Híbrido 1	54,691 a	56,155 a	50,194 a
Híbrido 2	54,239 a	54,171 a	69,636 b
Variedade	53,660 a	49,754 b	65,561 b
Aplicações (A)			
Aplic. 1	55,432 a	54,947 a	57,118 a
Aplic. 2	52,785 a	51,665 a	61,674ab
Aplic. 3	54,372 a	52,325 a	69,603 b
Aplic. 4	-	54,501 a	58,795 a
CV (%)	6,77	6,26	13,07
ANAVA			
G	0,238 ^{ns}	15,395 [*]	25,771 [*]
A	1,581 ^{ns}	2,783 ^{ns}	5,629 [*]
G x A	1,149 ^{ns}	1,599 ^{ns}	2,173 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste Tukey. * significativo a 5% e ^{ns} não significativo.

No estágio fenológico de VT houve diferença entre os genótipos, no qual a Variedade obteve o menor valor de índice de clorofila, se diferindo dos demais.

Kozlowski et al, (2009) avaliando o efeito fisiológico de estrobilurina na cultura do feijoeiro, da mesma forma que no presente trabalho, não observou diferença entre os fungicidas utilizados para índice de clorofila.

A perda de clorofila é um aspecto característico da senescência foliar (Taiz; Zeiger, 2013). Quando se relaciona o índice de clorofila com porcentagem de folhas senescentes, observa-se que o híbrido 1 apresenta os maiores valores de clorofila, logo obteve, menor porcentagem de folhas senescentes. O contrário ocorreu com o híbrido 2, que apresentou as segundas maiores média de clorofila, porém obteve maior porcentagem de folhas senescentes.

Para porcentagem de folhas senescentes, houve diferença entre as aplicações de azoxistrobina, no qual as aplicações de fungicida realizadas no estágio fenológico de V4 obteve as maiores porcentagens de folhas senescentes. Sendo que a aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de V4 depois da cobertura de nitrogênio, obteve 17,93% mais folhas senescentes do que a testemunha (sem aplicação de azoxistrobina).

De acordo com Grossmann e Retzlaff (1997), a aplicação de metil-cresoxima aumenta a área fotossinteticamente ativa de trigo. No presente estudo, observa-se que a aplicação de azoxistronina em pré - pendoamento reduz a senescência foliar quando comparada a aplicação de azoxistrobina em V4 após a adubação nitrogenada, porém não reduz a senescência foliar quando se compara a testemunha.

Duarte et al. (2009), variando doses e formulações de fungicidas, observaram diferenças na área verde (fotossinteticamente ativa) avaliadas aos 105 DAS, quando se utilizou diferentes associações com azoxistrobina, sendo os resultados: ciproconazol + azoxystrobina +nimbus 0,5% nas doses de 0,45 e 0,3 L ha⁻¹ obtiveram 85 e 80% de área verde, respectivamente; ciproconazol + azoxystrobina obteve 72% de área verde e azoxystrobina apresentou 46,25 % de área verde, obtendo a menor média entre todos os tratamentos.

Não há influência das aplicações de azoxistrobina no índice de clorofila para os genótipos de milho estudados.

As aplicações de fungicida realizadas no estágio fenológico de V4 obteve as maiores porcentagens de folhas senescentes.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**. v. 27, n.1, p.109-119, 2003.
- DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**. v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory Effects of the Fungicidal Strobilurin Kresoxim-methyl in Wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**. v.50, n.1, p.11-20, 1997.
- KOZLOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Ciências Agrárias e Ambientais**. v.7, n.1, p.41-54, 2009.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Manejo Integrado de Doenças do Milho. In: KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Salvador - BA: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. p.194-2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009, 148 p.
- VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.

CONCLUSÕES



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Modulação da atividade enzimática da redutase do nitrato em genótipos de milho cultivados em primeira safra pela presença de piraclostrobina

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina) associado ao grupo dos triazois (epoxiconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho, foi conduzido um experimento em primeira safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2014/15, e empregou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de piraclostrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Limagran 6036[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 - antes a adubação de cobertura em V4; aplicação 2 - após a adubação de cobertura em V4 e em pré-pendoamento (VT) e aplicação 3 - em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação piraclostrobina + epoxiconazol (126 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados a atividade da enzima redutase do nitrato (RN), após a aplicação de piraclostrobina em V4 e VT. Para todos os genótipos houve incremento da atividade da RN quando submetidos a aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico de V4. Para alguns genótipos houve um decréscimo da atividade da enzima, quando aplicação de piraclostrobina ocorreu no estágio fenológico de VT.

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo. No contexto nacional, o milho é um dos produtos mais importantes da agropecuária brasileira, tanto em termos de área plantada como em geração de emprego e renda (Karan & Magalhães, 2014).

A produtividade média brasileira (3.500 kg ha⁻¹) é considerada baixa quando se compara a outros países produtores de milho e um dos fatores que contribui para essas baixas produtividades, são as doenças causadas por fungos, que reduzem a quantidade e/ou qualidade dos grãos (Ramos et al. 2010).

Os fungicidas utilizados no controle de doenças foliares em milho atualmente estão restritos a poucos grupos químicos, entre eles as estrobilurinas, triazois e ditiocarbamatos (Donato et al. 2013).

Segundo alguns autores a aplicação de estrobilurinas provoca a ativação da enzima NADH-redutase do nitrato (RN), aumentando assim assimilação de nitrato pela planta e isso resulta na sua posterior incorporação em moléculas vitais da planta como por exemplo a clorofila (Koehle et al. 2002; Venâncio et al., 2003; Fagan et al. 2010) dentre outras.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos de fungicida do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina) associado ao grupo dos triazois (epoxiconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a 662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de piraclostrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Limagran 6036[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 - antes a adubação de cobertura em V4; aplicação 2 - após a adubação de cobertura em V4 e em pré-pendoamento (VT) e aplicação 3 - em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação piraclostrobina + epoxiconazol (126 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

Foi avaliada a atividade da enzima redutase do nitrato acordo com a metodologia proposta por Jaworski (1971) com adição de propanol (propan-1-ol) adaptada por Meguro & Magalhães (1982). Para avaliar o efeito das aplicações de piraclostrobina em V4 e VT as coletas do material vegetal foram realizadas entre três a cinco dias após a pulverização, coletando-se sempre a última folha totalmente expandida de três plantas por parcela.

As coletas foram realizadas em horário fixo (9 e 10 h da manhã) para minimizar o efeito variável da irradiância ao longo do dia. Após a coleta o material foi levado imediatamente ao laboratório de Bioquímica da UFG - Regional Jataí onde procedeu-se as análises. Os resultados obtidos dessa variável foram expressos em $\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento. Os

resultados obtidos foram apresentados em gráfico de colunas, no qual as médias dos tratamentos foram comparadas através do erro padrão da média (σ/\sqrt{n}), representado pela barra de erro inserida em cada coluna, utilizando o Software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se os valores médios da atividade da enzima redutase do nitrato avaliada no estágio fenológico de V4.

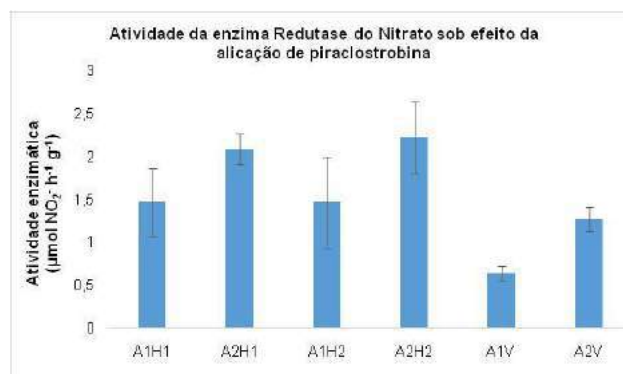


Figura 1. Atividade da enzima redutase do nitrato (RN) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de V4. Jataí-GO, 2015. Onde, A1H1: aplicação 1 no híbrido 1; A2H1: aplicação 2 no híbrido 1; A1H2: aplicação 1 no híbrido 2; A2H2: aplicação 2 no híbrido 2; A1V: aplicação 1 na variedade e A2V: aplicação 2 na variedade.

Para todos os genótipos houve incremento da atividade da RN quando submetidos a aplicação de piraclostrobina em V4, os incrementos foram de 29,85, 34,15 e 49,52% respectivamente em relação a testemunha (sem aplicação do fungicida).

O incremento da atividade da enzima RN após a aplicação de estrobilurina também é observado em outras culturas como, por exemplo, na cultura do trigo Koehle et al. (2002) observaram um aumento na atividade enzimática durante a noite até três dias após a aplicação de piraclostrobina. Na cultura da soja, Fagan et al. (2010), ao comparar o efeito de piraclostrobina aplicada no estágio fenológico de florescimento, observou um aumento significativo na atividade da enzima redutase do nitrato quando comparada a testemunha.

Com relação a atividade da enzima redutase do nitrato avaliada após aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico de VT (Figura 2), para o híbrido 1 e a variedade não houveram acréscimos da atividade da enzima quando comparados a

testemunha. Os decréscimos foram de até 30,7 e 46,96%, respectivamente.

Para o híbrido 2 a aplicação de piraclostrobina realizada no estágio fenológico de V4, foi o tratamento que obteve maior atividade da enzima (mesmo quando avaliada no estágio fenológico de VT), tendo em média um incremento de 16,53 % em relação as outras aplicações e a testemunha (Figura 2).

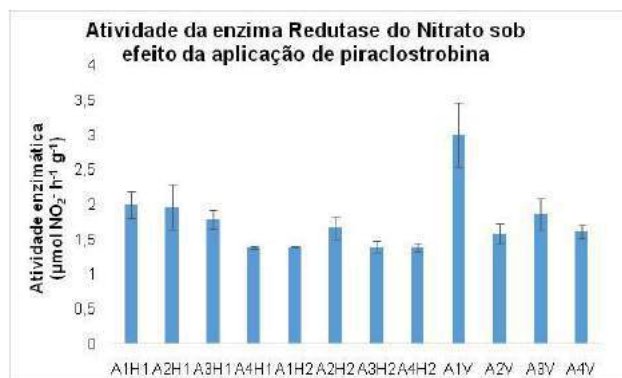


Figura 2. Atividade da enzima redutase do nitrato (RN) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de VT. Jataí-GO, 2014/15. Onde, A1H1: aplicação 1 no híbrido 1; A2H1: aplicação 2 no híbrido 1; A3H1: aplicação 3 no híbrido 1; A4H1: aplicação 4 no híbrido 1; A1H2: aplicação 1 no híbrido 2; A2H2: aplicação 2 no híbrido 2; A3H2: aplicação 3 no híbrido 2; A4H2: aplicação 4 no híbrido 2; A1V: aplicação 1 na variedade; A2V: aplicação 2 na variedade; A3V: aplicação 3 na variedade e A4V: aplicação 4 na variedade.

Barbosa et al., (2011), que testando aplicações de estrobilurina em VT e doses de nitrogênio, concluiu que a aplicação da estrobilurina piraclostrobina associada a doses de nitrogênio aplicado ao solo, aumenta a atividade da enzima redutase do nitrato na cultura do milho, fato este não evidenciado no presente trabalho para o estágio fenológico VT.

CONCLUSÕES

A aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico V4 modula positivamente a atividade da enzima redutase do nitrato.

O Híbrido 1 (Dekalb 310 PRO 2[®]) e a Variedade (AL Bandeirante) não tiveram a atividade da enzima redutase do nitrato modulada positivamente, quando aplicação de piraclostrobina ocorreu no estágio fenológico de VT.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

- BARBOSA, K. A.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S. de C.; TEIXEIRA, W. F. Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e bromatológicas. **Cerrado Agrociências**. UNIPAM, set. 2011.
- DONATO, F.V.; BONALDO, S.M. Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho no norte de Mato Grosso. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.375 2013.
- FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**. v.69, n.4, p.771-777, 2010.
- JAWORSKI, E.G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v.43, n.6, p.1274-1279, 1971.
- KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. 21. Ed. Salvador: ABMS, 2014. 411 p
- KÖEHL, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. Modern fungicides and antifungal compounds III, **Andover: AgroConcept**. p.61-74, 2002.
- MEGURO, N. E.; MAGALHÃES, A. C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.17, n.12, p.156-159, 1982.
- RAMOS, A.T.; MORAES, M. H. D.; CARVALHO, R.V. CAMARGO, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.36, n.257-259, 2010.
- VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Efeitos de Diferentes níveis de estresse hídrico na caracterização ecofisiológica de genótipos de sorgo

Paulo César Magalhães⁽¹⁾; Maria Lúcia Ferreira Simeone⁽¹⁾; Newton Portilho Carneiro⁽¹⁾; Carlos César Gomes Júnior⁽²⁾; Thiago Correa de Souza⁽³⁾; Antônio Carlos de Oliveira⁽¹⁾ Thais Melo da Fonseca⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; paulo.magalhaes@embrapa.br; ⁽²⁾ Graduando da Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG;

RESUMO: A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais, no entanto, o estresse hídrico na fase reprodutiva, ainda é um dos fatores mais limitantes da produtividade da cultura. Os objetivos deste trabalho foram verificar os efeitos de diversos níveis de estresse hídrico em características ecofisiológicas do sorgo. Foram utilizadas duas linhagens contrastantes para tolerância à seca: 9910032 (tolerante) e 9618158 (sensível). O ensaio foi conduzido, em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo. No pré-florescimento, foram impostos em ambos os genótipos quatro níveis de estresse: ameno (quatro dias de estresse); médio (oito); severo (12 dias) e o tratamento recuperação que corresponde a avaliação com sete dias após a suspensão do estresse. Para cada tipo de estresse houve uma testemunha irrigada correspondente. Foram avaliados: teor relativo de clorofila, relação Fv/Fm, condutância estomática, potencial hídrico, e o peso de grãos. Os genótipos sensíveis e tolerantes mostraram menor condutância estomática para todos os tipos de estresse, quando comparados aos tratamentos irrigados. O potencial hídrico foliar foi diferente nos estresses médio e severo. A massa de grãos para o genótipo sensível foi maior nos tratamentos irrigados. Por outro lado, para o genótipo tolerante os estresses não resultaram em diferenças estatisticamente significativas entre irrigado versus estressado.

Termos de indexação: Tolerância à seca, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais, no entanto, o estresse hídrico na fase reprodutiva, ainda é um dos

fatores mais limitantes da produtividade da cultura. O sorgo é uma planta C4, de dia curto e com altas taxas

fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diversos níveis de déficit hídrico em características ecofisiológicas do sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas duas linhagens contrastantes para tolerância à seca: 9910032 (tolerante) 9618158 (sensível). O ensaio foi conduzido, em regime de casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas. Utilizaram-se duas plantas por vaso de 20 litros, preenchidos previamente com solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico Típico. A adubação foi feita de acordo com a recomendação da análise química do solo. As plantas foram irrigadas regularmente mantendo umidade do solo próximo à capacidade de campo (CC) até a imposição dos tratamentos. O teor de água no solo foi monitorado diariamente nos períodos da manhã e da tarde (9 e 15 horas), com o auxílio de um sensor de umidade watermark (tensiômetro) modelo 200SS – 5”(IRROMETER, Califórnia – USA), instalado no centro dos vasos de cada repetição, na profundidade de 20 cm.

Tratamentos e parâmetros avaliados

No pré-florescimento, em parte das plantas foi imposto o déficit hídrico em ambos os genótipos. Os estressados foram compostos por quatro tipos de estresse: ameno (quatro dias de déficit hídrico); médio (oito dias); severo (12 dias de estresse hídrico) e o tratamento recuperação que

corresponde a avaliação com sete dias após a suspensão do estresse. Os tratamentos irrigados correspondem a quatro testemunhas, as quais não sofreram estresse hídrico. Para cada tratamento estressado houve uma testemunha correspondente. Para os tratamentos irrigados a reposição hídrica foi realizada diariamente até o solo atingir a umidade próxima a CC (tensão da água no solo de aproximadamente -18 kPa), enquanto que, nos tratamentos com déficit de água, a indução do estresse hídrico foi realizada diariamente aplicando-se no mínimo 50% da água total disponível, ou seja, até a tensão da água no solo atingir no mínimo -138 kPa. As avaliações realizadas após cada período de estresse, foram: teor relativo de clorofila (unidades de SPAD), determinado na folha bandeira utilizando um clorofilometro (Model SPAD 502, Minolta, Japan); eficiência quântica máxima do fotosistema II (F_v/F_m), determinada em folhas adaptadas ao escuro por meio de um fluorímetro (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Instruments King's Lynn, UK); condutância estomática foliar, obtida através de um porômetro (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, USA); potencial hídrico foliar, determinado através de uma câmara de pressão do tipo Scholander (Soil Moisture Equipment Corp., Modelo 3005, Santa Barbara CA, USA). Na colheita, foi avaliado o peso de grãos.

Delineamento e análise estatística

O Delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, sendo oito tratamentos hídricos, dispostos num fatorial 2x8, com quatro repetições, sendo quatro tratamentos estressados e quatro irrigados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estresses ameno e médio não causaram nenhum efeito entre os genótipos estudados, quando comparados a testemunha irrigada, para o teor de clorofila na folha. No entanto os estresses severo e de recuperação resultaram em teores maiores de clorofila em ambos os genótipos, quando comparados com o tratamento irrigado (Tabela 1).

O teor relativo de clorofila pelo SPAD é um parâmetro de avaliação bastante usado no melhoramento de gramíneas, porém sua relação com a seca ainda é motivo de bastante controvérsia na literatura. Estudos realizados por Magalhães et al., (2009) para o teor relativo de clorofila em linhagens de milho contrastantes quanto a tolerância à seca, não detectaram diferenças significativas entre as linhagens com e sem restrição hídrica, no entanto a média dos ambientes

revelou superioridade significativa do ambiente sem deficiência hídrica.

A fluorescência da clorofila não foi afetada pelos diversos tratamentos utilizados, a exceção do estresse severo, onde ocorreu menor atividade do fotosistema II nos tratamentos estressados, para ambos os genótipos (Tabela 2).

Magalhães et al. (2016) trabalhando com as linhagens de sorgo BR007 e 9910032, respectivamente sensível e tolerante a seca, relataram que a relação (F_v/F_m) em plantas controle de ambas linhagens e mesmo em plantas da linhagem 9910032 expostas ao déficit hídrico foi de 0.77, e somente em folhas de plantas da linhagem BR007 a razão F_v/F_m decresceu, esse declínio na razão F_v/F_m foi em paralelo a uma maior atividade da catalase.

Tabela 1 - Teor relativo de clorofila em unidades SPAD em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*50,95 a	50,61 a
Testemunha 1 Irrigado	48,41 a	53,04 a
Estresse Médio	47,95 a	53,33 a
Testemunha 2 Irrigado	51,25 a	49,08 a
Estresse Severo	49,00 a	52,06 a
Testemunha 3 Irrigado	44,10 b	42,53 b
Recuperação	51,86 a	51,73 a
Testemunha 4 Irrigado	43,41 b	42,24 b

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

Os genótipos 9618158 e o 9910032 mostraram menor condutância estomática para todos os tipos de estresse estudados, quando comparados aos tratamentos irrigados, e esse padrão foi mantido após período de recuperação (Tabela 3).

Em conformidade com estes resultados Magalhães et al. (2009), também estudando os efeitos da restrição hídrica no florescimento em genótipos de milho em casa de vegetação, aos 7 dias após a restrição hídrica de -70KPa, observaram maior fotossíntese em ambientes sem estresse, portanto maior condutância e maior transpiração quando comparados a condição de estresse.

Em contraste, Magalhães et al. (2016) reportaram que diferentemente do esperado, a taxa fotossintética por unidade de área foliar foi sobremaneira aumentada, especialmente em folhas oriundas da linhagem BR007, linhagem de sorgo sensível a seca.

Tabela 2 - Fluorescência da Clorofila (relação Fv/Fm) determinada pelo PEA em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*0,73 a	0,68 a
Testemunha 1 Irrigado	0,75 a	0,71 a
Estresse Médio	0,65 a	0,70 a
Testemunha 2 Irrigado	0,70 a	0,72 a
Estresse Severo	0,69 b	0,68 b
Testemunha 3 Irrigado	0,81 a	0,76 a
Recuperação	0,70 a	0,70 a
Testemunha 4 Irrigado	0,76 a	0,71 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

O potencial hídrico foliar foi diferente nos estresses médio e severo. No estresse médio ambos os genótipos resultaram em maior potencial hídrico (valores negativos menores) para o tratamento estressado quando comparado ao irrigado. Já o estresse severo só resultou em diferenças para o genótipo sensível, neste caso o estresse severo resultou em menor potencial hídrico foliar (valores mais negativos), comparado ao tratamento irrigado (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lavinsky et al. (2015), sendo que ao final do período de imposição do estresse, todos os genótipos de milho avaliados sob déficit hídrico exibiram em relação àqueles que tiveram a umidade do solo mantida próximo à capacidade de campo, valores mais negativos de potencial hídrico foliar, entretanto, não foi possível distinguir genótipos sensíveis e tolerantes com base nessa variável.

A massa de grãos para o genótipo sensível (9618158) foi diferenciada em todos os tratamentos, sendo que o irrigado sempre superou o estressado, confirmando assim a sensibilidade do material. Por outro lado, para o genótipo tolerante (9910032) a exceção do estresse médio onde o irrigado superou o estressado, os demais estresses não resultaram em diferenças estatisticamente significativas entre irrigado versus estressado, para este genótipo, ratificando sua condição de tolerância ao déficit hídrico (Tabela 5).

Tabela 3 - Condutância estomática ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*56,30 b	23,58 b
Testemunha 1 Irrigado	134,55 a	123,55 a
Estresse Médio	54,55 b	34,38 b
Testemunha 2 Irrigado	125,45 a	98,50 a

Estresse Severo	34,18 b	30,60 b
Testemunha 3 Irrigado	131,08 a	97,85 a
Recuperação	43,40 b	34,23 b
Testemunha 4 Irrigado	102,53 a	105,88 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

Tabela 4 - Potencial hídrico foliar (bars) determinado pela Bomba de Scholander em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*-2,38 a	-3,06 a
Testemunha 1 Irrigado	-4,56 a	-5,31 a
Estresse Médio	-7,50 b	-6,13 b
Testemunha 2 Irrigado	-14,63 a	-17,00 a
Estresse Severo	-13,06 a	-12,25 a
Testemunha 3 Irrigado	-7,60 b	-9,38 a
Recuperação	-4,75 a	-3,50 a
Testemunha 4 Irrigado	-7,50 a	-5,81 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

O melhor desempenho da linhagem 9910032 foi também evidenciada no trabalho de Magalhães et al. (2016), onde foi relatado que em adição à tolerância, esta linhagem apresenta traços conservativos de evitar à seca em suas raízes, além de reunir o maior número de atributos anatômicos e modificações que lhe permite suportar melhor a seca. Estes atributos podem explicar sua performance sob déficit hídrico.

Os parâmetros fisiológicos apesar de não manterem uma relação direta com a tolerância ao estresse e ao maior rendimento de grãos vêm sendo utilizados para auxiliar no melhoramento genético, para medir o estresse e entender os mecanismos envolvidos na tolerância (SOUZA et al. 2016).

Tabela 5 – Peso de grãos em gramas, de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*21,13 b	20,76 a
Testemunha 1 Irrigado	35,25 a	18,31 a
Estresse Médio	20,36 b	17,34 b
Testemunha 2 Irrigado	39,02 a	25,72 a
Estresse Severo	27,24 b	28,34 a
Testemunha 3 Irrigado	35,49 a	22,47 a
Recuperação	22,32 b	15,24 a
Testemunha 4 Irrigado	33,87 a	17,06 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

REFERÊNCIAS

LAVINSKY, A. O.; MAGALHAES, P. C.; AVILA, R. G.; DINIZ, M. M.; SOUZA, T. C. Partitioning between primary and secondary metabolism of carbon allocated to roots in four maize genotypes under water deficit and its effects on productivity. **The Crop Journal** **3**, p. 379-386. 2015.

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; KARAM, D.; MAGALHÃES, M.M.; CANTÃO, F.R.O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** **8**, p. 223-232, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; LAVINSKY, A. O.; ALBUQUERQUE, P. E.; OLIVEIRA, L. L.; CASTRO, E. M. Phenotypic plasticity of root system and shoots of *Sorghum bicolor* under different soil water levels during pre-flowering stage. **AJCS** **1**, p. 81-87. 2016.

SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C.; CASTRO, E. M.; DUARTE, V. P.; LAVINSKY, A. O. Corn root morphoanatomy at different development stages and yield under water stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **15**, p. 330-339. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Efeitos dos fungicidas nas características fisiológicas e na produtividade na cultura do milho

Nayara Lima Baute⁽¹⁾; Viviane Moreira Alves⁽²⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽¹⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); nayarabaute@hotmail.com; ⁽²⁾ Diretora de Pesquisa; UDI Pesquisa e Desenvolvimento; Uberlândia; Minas Gerais; ⁽³⁾ Doutorando; ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Pesquisador; UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: Nos últimos anos, a produção da cultura do milho no Brasil vem apresentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, genótipos mais produtivos e adaptáveis a diferentes ambientes, mecanização e aumento na área de plantio. Paralelamente a esta evolução, tem-se ocasionado um aumento considerado nas aplicações de fungicidas de forma a manejar as principais doenças incidentes nesta cultura. Por fim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de fungicidas de diferentes grupos químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições. Os fungicidas foram aplicados em duas épocas, nos estádios fenológicos V9 e R1. As variáveis analisadas foram: clorofila total, carotenoides, peso de mil grãos e produtividade final do híbrido DKB 340 VTPRO2. Quanto à concentração de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados, enquanto que para a produtividade, os maiores valores foram obtidos em tratamentos com adição do fungicida protetor, Unizeb Gold.

Termos de indexação: *Zea mays*, fungicidas protetores e produtividade.

INTRODUÇÃO

O manejo das doenças na cultura do milho (*Zea mays*) tem sido realizado através da utilização de híbridos resistentes associados a medidas culturais. Contudo, nos últimos anos, grande ênfase tem sido dada ao controle de doenças através da aplicação de fungicidas, e conseqüentemente tem-se verificado um aumento acentuado da utilização

destes produtos nas principais áreas produtora desta gramínea.

O controle químico principalmente das doenças fúngicas vem ganhando espaço no manejo atual da cultura do milho. Além disso, com a descoberta de novas moléculas fungicidas, tem sido verificado para algumas culturas que certas moléculas principalmente do grupo químico das estrobilurinas tem demonstrado aumento de produtividade não somente pelo controle das doenças incidentes, mas também por efeitos secundários na fisiologia das plantas cultivadas ou “efeito fisiológico” (Brachtvogel, 2010). Os estudos destes produtos na cultura do milho ainda se encontram em fases iniciais, necessitando pesquisas mais aprofundadas no que tange estas variáveis. Por fim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fungicidas químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Uberlândia, MG, Brasil, de abril a agosto de 2015.

Instalação e condução do experimento

As parcelas experimentais constituíram-se de seis linhas de plantio, espaçadas em 0,5 m e com 6,0 m de comprimento cada, totalizando área de 18 m². Para as avaliações foram utilizadas somente as quatro linhas centrais da parcela, descartando 0,5 m no início e final de cada linha, considerando, portanto, 10 m² de área útil em cada parcela.

Utilizou-se o híbrido de milho DKB 340 VTPRO2, semeado no dia 3 de fevereiro de 2015 e seguindo

todas as práticas de manejo no controle de insetos e plantas daninhas, incluindo irrigação constante via aspersores, de modo a suprir a quantidade de água necessária para o pleno desenvolvimento da cultura.

Tratamentos e amostragens

Os produtos químicos utilizados para pulverização foliar estão descritos na **tabela 1**, adicionalmente a dose do p.c (produto comercial). Além disso, foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira em estágio fenológico V9 (9 folhas totalmente expandidas) e a segunda em R1.

Tabela 1 - Tratamentos químicos aplicados para análise fisiológica e produtividade de híbrido de milho.

#N	TRATAMENTOS	DOSE (ml-g/ha)
1	Testemunha	-
2	Abacus HC ¹	380
3	Aproach Prima ²	450
4	Azimut ²	500
5	Nativo ³	750
6	Unizeb Gold ²	1500
7	Helmstar Plus + Prisma ²	400 + 300
8	Helmstar Plus + Prisma + Prevenil ²	400 + 300 + 2000
9	Abacus HC + Unizeb Gold ¹	380 + 1500
10	Aproach Prima + Unizeb Gold ²	450 + 1500
11	Azimut + Unizeb Gold ²	500 + 1500
12	Nativo + Unizeb Gold ³	750 + 1500
13	Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold ²	400 + 300 + 1500
14	Abacus HC + Prevenil ¹	380 + 2000

¹ adição de Break-Thru a 0,3% v/v

² adição de Nimbus a 0,5% v/v

³ adição de Áureo a 0,25% v/v

Concentração de pigmentos fotossintetizados

A avaliação da quantificação de clorofilas a e b, e de carotenóides foi realizada coletando 10 folhas de milho, na 1ª folha abaixo e oposta da espiga, nas 2ª e 4ª linhas da área experimental. Essas folhas foram acondicionadas em sacos plásticos cobertos com papel laminado, dentro de caixa de isopor com gelo para evitar fotodegradação. Em seguida, as amostras foram levadas para laboratório. Das folhas amostradas retira-se 2 amostras de 0,07 g cada, do meio do limbo foliar. Essas duas amostras, separadas, foram acondicionadas em tubos plásticos graduados, com 5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) em banho-maria a 65°C por 30 minutos até o branqueamento das folhas, os tubos foram

vedados para evitar evaporação. Depois de retirados do banho-maria o volume foi completado para 7 mL de DMSO. O sobrenadante foi transferido para cubetas e estas acondicionadas em espectrofotômetro, a leitura procedeu-se nos comprimentos de onda 645, 663 e 471 nm. Os teores de clorofilas e carotenóides foram mensurados a partir das seguintes fórmulas:

A) clorofila a (mg/g FW) = $((11,75 \times A_{663} - 2,35 \times A_{645}) \times 50) / 500$

B) clorofila b (mg/g FW) = $((18,61 \times A_{645} - 3,96 \times A_{663}) \times 50) / 500$

C) carotenóides (mg/g FW) = $((1000 \times A_{471} - 2,27 \times \text{conc. clor. a} - 81,4 \times \text{conc. clor. b}) / 227 \times 50) / 500$

As avaliações foram realizadas aos 2, 10, 15, 20 e 30 dias após a segunda aplicação dos tratamentos.

Produtividade e peso de mil grãos

Para avaliar a produtividade da cultura, realizou-se a colheita manual das plantas localizadas dentro de cada parcela útil, em estágio fenológico R8. A produtividade obtida para a parcela útil foi estimada em quilogramas por hectare, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%. Além disso, o peso de mil grãos foi contabilizado para efeitos de comparação entre os tratamentos.

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão (AACP) da concentração de clorofila total e de carotenóides foi calculada segundo Campbell & Madden, (1990). A AACP é um modelo matemático que sumarizar os dados registrados em diferentes épocas em um único valor, a AACP, o que possibilita uma melhor avaliação conjunta dos dados, e permite observar as tendências de resposta dos diferentes tratamentos estudados.

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizado com 4 repetições. Os dados obtidos para AACP foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008), e nenhuma transformação matemática dos dados foi necessária. Após o atendimento das pressuposições, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O híbrido de milho DKB 340 VTPRO2 obteve variação de produtividade entre 4733,55 e 6827,51

kg/ha, conforme o tratamento químico através da aplicação foliar de fungicida. Os efeitos dos produtos sob a produtividade foi analisada, havendo diferença significativa entre os tratamentos. Os maiores índices de produtividade foram obtidos nos tratamentos 8, 10, 11, 12 e 13, sendo que na sua maioria produto a mistura com produto a base de cobre (**tabela 2**).

Em relação ao peso de mil grãos, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os maiores valores desta variável foram obtidas nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 (**tabela 2**).

No que tange os valores de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, os maiores valores de clorofila total foram observados nos tratamentos Azimut + Unizeb Gold e Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold com 44.350 e 44.381 mg/g, respectivamente. Por outro lado, o menor valor de clorofila total foi 37.258 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Prevenil (Figura 1).

Tabela 2 – Valores médios de peso de mil grãos e produtividade (Kg/ha) sobre tratamento fungicida foliar aplicado na cultura do milho.

Tratamentos	M1000G (g)	Produtiv. ade (kg/ha)
1. Testemunha	227.27	b 4733.55
2. Abacus HC	266.83	a 5450.49
3. Aproach Prima	268.21	a 5140.73
4. Azimut	253.73	a 5399.69
5. Nativo	271.35	a 5500.53
6. Unizeb Gold	232.40	b 4843.36
7. Helmstar Plus + Prisma	260.27	a 5204.10
8. Helmstar Plus + Prisma + Prevenil	246.73	b 5733.77
9. Abacus HC + Unizeb Gold	262.92	a 5509.35
10. Aproach Prima + Unizeb Gold	264.81	a 5957.43
11. Azimut + Unizeb Gold	274.45	a 6827.51
12. Nativo + Unizeb Gold	265.00	a 5836.60
13. Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold	272.34	a 6131.64
14. Abacus HC + Prevenil	256.95	a 4947.72
Médias	258.80	5515.46
CV (%)	8.19	12.64

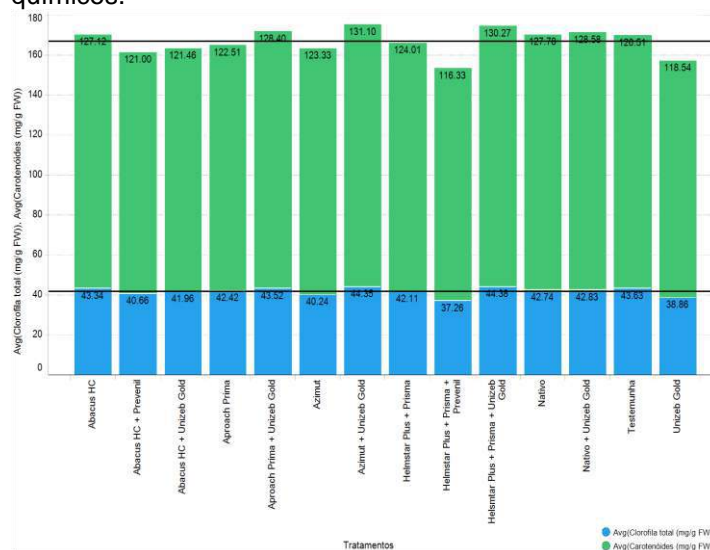
¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna,

diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância; ns: médias não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância;

Quanto a variável carotenoides, o maior valor foi 131,096 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold, enquanto que o menor foi 121.004 mg/g no Abacus HC + Prevenil (**Figura 1**).

De acordo com Costa et al. (2009) tem sido demonstrado que alguns fungicidas notadamente aqueles pertencentes ao grupo das estrobilurinas, apresentam efeitos que vão além do controle de doenças, denominados efeitos fisiológicos. Dentre esses efeitos, estão maior resistência a vários tipos de estresses como seca e nutricional, aumento da capacidade fotossintética, redução da respiração foliar e maior eficiência do uso de água.

Figura 1. Valores de AACPD para concentração de clorofila total (mg/g) e de carotenoides (mg/g) associado com os respectivos tratamentos químicos.



Desse modo, mais estudos são necessários para definir a existência e a magnitude dos efeitos fisiológicos de fungicidas em plantas de milho (Costa et al., 2009)

CONCLUSÕES

Todos os fungicidas aplicados obtiveram índices maiores de produtividade quando comparado com a testemunha, sendo que o maior valor foi obtido no tratamento Azimut + Unizeb Gold.

Não houve diferença entre os tratamentos no que tange à variável clorofila e carotenoides.

REFERÊNCIAS

BRACHTVOGEL, E. L. et al. Densidade populacional e uso de fungicidas com “efeito fisiológico” em Milho: III – Características Morfológicas Altura de Planta (A) e de Inserção de espiga (AIE), Relação AIE/A e Diâmetro de Colmo (D). **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2010.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COSTA, R. V.; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. **Circular Técnica 125**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

Efeitos fisiológicos e produtividade de grãos decorrentes da aplicação de fungicidas em híbrido de milho transgênico

Viviane Moreira Alves⁽¹⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽²⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Maria Cristina Sanches⁽⁴⁾; Nayara Lima Baute⁽²⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Diretora de Pesquisa, UDI Pesquisa e Desenvolvimento, Uberlândia, Minas Gerais; viviane.moreira@udipesquisa.com; ⁽²⁾ Mestranda, Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU); ⁽³⁾ Doutorando, ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Professora Titular do Instituto de Biologia, INBIO, UFU; ⁽⁵⁾ Pesquisador, UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: A aplicação de fungicidas é uma prática regular no manejo da cultura do milho para obtenção de seu máximo potencial produtivo. As estimativas de trocas gasosas foliares, associada com medições de fluorescência da clorofila *a*, são importantes indicadores fisiológicos para a avaliação do desempenho fotossintético do milho. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo estudar as respostas fisiológicas do milho a diferentes fungicidas. O experimento foi conduzido a campo durante o outono de 2015 em Uberlândia, MG, com quatorze tratamentos fungicidas (Abacus, Aproach Prima, Azimut, Unizeb Gold, Prisma, Prevenil, e combinações), aplicados duas vezes, e um tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida) em híbrido de milho transgênico. Foram realizadas avaliações de trocas gasosas foliares com o analisador de gás IRGA (A: assimilação de CO₂; E: transpiração foliar; gs: condutância estomática; ci: carbono intercelular; e relações, A/E: eficiência instantânea do uso da água; A/gs: eficiência intrínseca do uso da água; A/ci: eficiência em carboxilação), e os rendimentos quânticos efetivo e potencial do fotossistema II com medidor de fluorescência modulado (MiniPAM). Os dados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$), posteriormente ao atendimento das pressuposições deste modelo matemático ($p > 0,01$), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos fungicidas para as variáveis de trocas gasosas e suas relações, ou para os rendimentos quânticos do fotossistema II. No entanto, os tratamentos que incluíam combinações de fungicidas com Unizeb Gold apresentaram produção de grãos (kg ha⁻¹) superiores aos demais tratamentos.

Termos de indexação: IRGA, MiniPAM, produção de grãos.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura agrícola de grande importância para a história da humanidade,

a alimentação animal e uma importante matéria prima para a indústria e a economia mundial (Fussell, 2004; Bonavi, 2013). Por ser uma cultura de condução relativamente fácil, podendo ser praticada até mesmo em agricultura familiar, e por ser uma opção no sistema de rotação de culturas nas extensas áreas do cerrado, o milho se tornou uma cultura chave na agricultura brasileira, cuja produção nacional já superior a 60 Mton (CONAB, 2016). Contudo, para este cereal expressar todo o seu potencial produtivo a lavoura precisa ser conduzida livre de estresses como as doenças foliares, e entre estas, as doenças fúngicas são as mais prejudiciais (Sabato et al., 2014). A aplicação de fungicidas é, então, uma prática comum para o controle dessas doenças e, consequentemente, para a manutenção da integridade da lavoura.

É reconhecido que muitos produtos fitossanitários podem interferir na dinâmica dos fotossistemas que podem se associar a grupos químicos, metais tóxicos e outras substâncias que afetam sua atividade e o rendimento da fotossíntese (Giardi et al., 2001; Frankart et al., 2003; Geoffroy et al., 2004; Kanungo & Joshi, 2014). Diversas medidas experimentais estão disponíveis para o estudo do comportamento do sistema fotossintético de uma planta e de suas alterações com a aplicação de produtos fitossanitários. A avaliação dos mecanismos de trocas gasosas foliares e da fluorescência da clorofila *a*, podem ser utilizados como parâmetros para a compreensão da performance fotossintética de uma planta (Nelson e Cox, 2005; Baker, 2008).

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo estudar as respostas fisiológicas e a produção de grãos do milho em diferentes tratamentos fungicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG, entre março a maio de 2015. O híbrido transgênico (DKB 340 VTPRO2) foi semeado em espaçamento de 0,5 m com 3,5

sementes por metro linear e adubação de plantio com 380 kg de NPK 08-28-16 por hectare. Os tratamentos fungicidas estudados estão descritos na **tabela 1**.

Tabela 1 – Tratamentos fungicidas aplicados no milho.

TRATAMENTOS	DOSE (mL-g ha ⁻¹)
Testemunha	-
Abacus HC ¹	380
Aproach Prima ²	450
Azimut ²	500
Nativo ³	750
Unizeb Gold ²	1500
Helmstar Plus + Prisma ²	400 + 300
Helmstar Plus+Prisma+Prevenil ²	400+300+2000
Abacus HC + Unizeb Gold ¹	380 + 1500
Aproach Prima + Unizeb Gold ²	450 + 1500
Azimut + Unizeb Gold ²	500 + 1500
Nativo + Unizeb Gold ³	750 + 1500
Helmstar Plus+Prisma+Unizeb Gold ²	400+300+1500
Abacus HC + Prevenil ¹	380 + 2000

¹ adição de Break-Thru a 0,3% v/v; ² adição de Nimbus a 0,5% v/v; ³ adição de Áureo a 0,25% v/v.

Foi utilizada ponta tipo leque com indução de ar para aplicação dos produtos fitossanitários. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizado com 4 repetições. Os tratamentos fungicidas foram aplicados duas vezes, nos estádios fenológicos V9 e R1. As avaliações fisiológicas foram realizadas durante o período da manhã aos 2, 10, 20 e 30 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. A temperatura média e umidade relativa do ar durante as avaliações foram aproximadamente 26 °C e 70%, respectivamente.

Avaliações Fisiológicas

Trocas Gasosas: A assimilação de CO₂ (*A*, μmol m⁻² s⁻¹ CO₂), transpiração foliar (*E*, mmol m⁻² s⁻¹ H₂O), condutância estomática (*gs*, mol m⁻² s⁻¹ H₂O) e o carbono intercelular (*ci*, μmol m⁻² s⁻¹ CO₂) foram avaliados com um medidor de trocas gasosas (IRGA – Infrared Gas Analyser – modelo LCpro-SD da ADC BioScientific Ltda). Utilizou-se sobre a câmara um canhão de luz artificial configurado em 1200 μmol m⁻² s⁻¹ de radiação fotossinteticamente ativa. As leituras foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas em duas plantas por repetição. As relações de eficiência instantânea do uso da água (*A/E*), eficiência intrínseca do uso da água (*A/gs*) e eficiência em carboxilação (*A/Ci*) foram calculadas a partir dos dados obtidos pelo IRGA.

Fluorescência da Clorofila a: A fluorescência da clorofila *a* no fotossistema II (FSII), em condições de luz e escuro adaptado, foram avaliadas com um analisador de fluorescência modulada da clorofila *a*

(Mini-PAM da Walz), configurado com um pulso luz saturante. As análises foram feitas com amostras à luz e adaptadas ao escuro (Genty et al, 1989). A condição de escuro adaptado foi estabelecida após 30 minutos de escuro simulado com presilhas metálicas nas folhas (DLC-8). Nesta condição, foi avaliado o *rendimento quântico potencial* do FSII após um pulso de saturação luminosa. As amostras à luz foram avaliadas com a câmara Holder 2030-B do próprio aparelho. Nesta condição, foi avaliado o *rendimento quântico efetivo* do FSII após um pulso de saturação luminosa.

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão (AACP) das variáveis fisiológicas estudadas para os quatro dias de avaliação foi calculada segundo Campbell e Madden, (1990). A AACP é um modelo matemático que sumarizar os dados registrados em diferentes épocas em um único valor, a AACP, o que possibilita uma melhor avaliação conjunta dos dados, e permite observar as tendências de resposta dos diferentes tratamentos estudados.

Análise Estatística

Os dados obtidos para AACP foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008), e nenhuma transformação matemática dos dados foi necessária. Após o atendimento das pressuposições, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott (*p*<0,05) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A AACP das variáveis avaliadas pelo IRGA (*ci*, *gs*, *A*, *E*) e suas relações (*A/ci*, *A/gs*, *A/E*), e pelo MiniPAM (FSII claro, FSII escuro) não diferiram entre os tratamentos fungicidas estudados no milho (**tabela 2**).

Tabela 2 – Amplitude de variação das AACP das variáveis fisiológicas estudadas em diferentes tratamentos fungicidas no milho.

Variável	Varição	Probab. (<i>p</i> <0,05)
<i>ci</i>	35,32 – 53,18	0,64
<i>gs</i>	1,43 – 1,68	0,50
<i>E</i>	0,09 – 0,13	0,41
<i>A</i>	13,41 – 16,41	0,25
<i>A/ci</i>	0,21 – 0,70	0,41
<i>A/gs</i>	94,01 – 105,40	0,67
<i>A/E</i>	5,88 – 6,49	0,52

FSII claro	0,09 – 0,15	0,28
FSII escuro	0,25 – 0,29	0,24

A observação de incrementos fisiológicos em plantas após a aplicação de fungicidas, especialmente fungicidas do grupo das estrobilurinas, é regularmente relatada na literatura (Zhang et al. 2010; Kanungo & Joshi, 2014). Outros efeitos positivos da aplicação de fungicidas em plantas também são observados, como maior eficiência do uso do nitrogênio pela planta (Ruske et al., 2003), ao aumento de atividade antioxidante (Wu & Von Tiedemann, 2002), e o atraso da senescência foliar (Venâncio et al., 2003), que podem contribuir para incrementar a produtividade das culturas.

No entanto, resultados de produção indiferentes à aplicação de estrobilurinas também têm sido relatados no milho e em outras culturas (Byamukama et al., 2013; Mahoney & Gillard, 2014). Segundo Nasson et al. (2007), as respostas fisiológicas à aplicação de fungicidas é complexa, e mais estudos são necessários para elucidar as reais consequências fisiológicas da aplicação de fungicidas, mesmo em plantas que não estão sendo atacadas por fungos.

A produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) foi diferente entre os tratamentos fungicidas avaliados (tabela 3).

Tabela 3 – Produtividade de grãos de milho para diferentes tratamentos fungicida.

Tratamento	Prod. (kg ha^{-1})
Testemunha	4733,55 A
Abacus HC	5450,49 A
Aproach Prima	5140,73 A
Azimut	5399,69 A
Nativo	5500,53 A
Unizeb Gold	4843,36 A
Helmstar Plus + Prisma	5204,10 A
Helmstar Plus+Prisma+Prevenil	5509,35 A
Abacus HC + Unizeb Gold	5733,77 B
Aproach Prima + Unizeb Gold	5957,43 B
Azimut + Unizeb Gold	6827,51 B
Nativo + Unizeb Gold	5836,60 B
Helsmtar Plus+Prisma+Unizeb Gold	6131,64 B
Abacus HC + Prevenil	4947,72 A

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$).

Os tratamentos fungicidas com combinações que incluíam Unizeb Gold apresentaram produtividade superior em relação aos demais tratamentos. Esta característica pode ser atribuída à composição do fungicida Unizeb Gold, que possui zinco (mancozebe) e manganês, que é essencial à produção de clorofila.

CONCLUSÕES

Não são observadas alterações fisiológicas no milho com a aplicação de fungicidas ou combinações.

A aplicação de Unizeb Gold em combinação com outros fungicidas aumenta a produtividade de grãos do milho.

REFERÊNCIAS

BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu. Rev. Plant Biology*, 2008. v. 59, p. 89-113.

BONAVI, D. 2013. Maize: Origin, Domestication, and its Role in the Development of Culture. Cambridge University Press. 601 p.

BYAMUKAMA, E.; ABENDROTH, L.J.; ELMORE, R.W.; ROBERTSON, A.E. Quantifying the effect of Pyraclostrobin on grain-fill period and kernel dry matter accumulation in maize. Online. *Plant Health Progress*, 2013. doi:10.1094/PHP-2013-1024-02-RS.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acessado: 29 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258.

FRANKART, C.; EULLAFFROY, P.E VERNET, G. Comparative effects of four herbicides on non-photochemical fluorescence quenching in *Lemna minor*. *Environmental and Experimental Botany*, 2003. v. 49, p. 159-168.

FUSSELL, B. 2004. **The Story of Corn**. University of New Mexico Press, 367 p.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M.; BAKER, N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1989. v. 990, n. 1, p. 87-92.

GEOFFROY, L.; FRANKART, C.; EULLAFFROY, P. Comparison of different physiological parameter responses in *Lemna minor* and *Scenedesmus obliquus* exposed to herbicide flumioxazin. *Environmental Pollution*, 2004. v. 131, p. 233-241.

GIARDI, M.T.; KOBLÍZEK, M.; MASOJÍDEK, J. Photosystem II-based biosensors for the detection of

pollutants. **Biosensors & Bioelectronics**, 2001. v. 16, p. 1027-1033.

KANUNGO, M.; JOSHI, J. Impact of Pyraclostrobin (F-500) on crop plants. **Plant Science Today**, Trivandrum, n. 1, v. 3, p. 174-178, 2014.

MAHONEY, K.J. & GILLARD, C.L. Plant health and yield of dry bean not affected by strobilurin fungicides under disease-free or simulated hail conditions. **Canadian Journal of Plant Science**, 2014. 94(8): 1385-1389.

NASON, M.A.; FARRAR, J.; BARTLETT, D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. **Pest Management Science**, 2007. 63: 1191-1200.

NELSON, D.L. E COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4th ed. New York: Worth, 2005. 1200 p.

RUSKE, R.E., GOODING, M.J.; JONES, S.A. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **Journal of Agricultural Science**, 2003. 140:395-407.

SABATO, E.O; NICÉSIO, F.J.A. PINTO; FERNANDES, F.T. Identificação e controle de doenças do milho. 2ed., Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2013. 145p.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publ. UEPG**, 2003. 9:59-68.

WU, Y. & VON TIEDEMANN, A. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollutant**, 2002. 116:37-47.

ZHANG, Y.J.; ZHANG, X.; CHEN, C.J.; ZHOU, M.G.; WANG, H.C. Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 2010. 98, pp. 151–157



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Eficiência da interceptação luminosa de milho em diferentes arranjos de cultivo com e sem braquiária

Priscila Akemi Makino⁽¹⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽²⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽²⁾; Ivair Miguel da Costa⁽⁴⁾; Ricardo Fachinelli⁽²⁾; Gessi Ceccon⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Estudante de doutorado; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com;

⁽²⁾Estudante de mestrado; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Estudante de graduação; Fundação Universidade Federal de Rondônia; ⁽⁴⁾ Analista; Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: A redução do espaçamento entre linhas e a escolha adequada do estande de plantas de milho possibilitam aumentar a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e incrementar sua biomassa. O objetivo do trabalho foi avaliar a morfologia e os rendimentos de massa seca de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária. O experimento foi implantado no verão, em Dourados, MS, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, alocados nas parcelas; espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e as populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹) nas subsubparcelas. Foram avaliados: as características morfológicas de plantas de milho, índice de área foliar, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e produtividade de massa seca de milho e de palha. O aumento da densidade populacional de milho incrementou o índice de área foliar, e aumentou a interceptação luminosa no milho, em espaçamento 0,45 m. O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema. No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho e de palha com uso de altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

Termos de indexação: índice de área foliar; consórcio de culturas; radiação fotossinteticamente ativa.

INTRODUÇÃO

O uso intensivo de áreas do Cerrado e o manejo inadequado aumentam a degradação dos solos destas áreas, sendo de fundamental importância a adoção de tecnologias para manter a sustentabilidade das atividades agropecuárias (Mendonça et al., 2012; Vilela et al., 2011). O consórcio milho-braquiária é uma opção viável para melhorar a cobertura destes solos, possibilitando assim obter os benefícios do plantio direto.

Conseguir aumentar a produção de palha sem comprometer a produtividade de grãos é importante para o sucesso desta tecnologia (Ceccon et al., 2013). A distribuição mais equidistante das linhas aumenta a eficiência na interceptação da radiação e minimiza a concorrência por luz, água e nutrientes (Argenta et al., 2001), sendo que a arquitetura e o porte das plantas podem ser fatores determinantes da produtividade em espaçamentos reduzidos e cultivos adensados (Kappes et al., 2011; Marchão et al., 2006).

O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfológicas de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em sucessão à aveia-preta, em plantio direto, em Dourados, MS, nas coordenadas 22°13'S e 54°48'W, a 408 m de altitude, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O clima da região é classificado como Am (Tropical Monçônico), segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Os dados de precipitação, radiação e evapotranspiração, do período de condução do experimento, foram obtidos na Estação

Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste e estão apresentados a seguir:

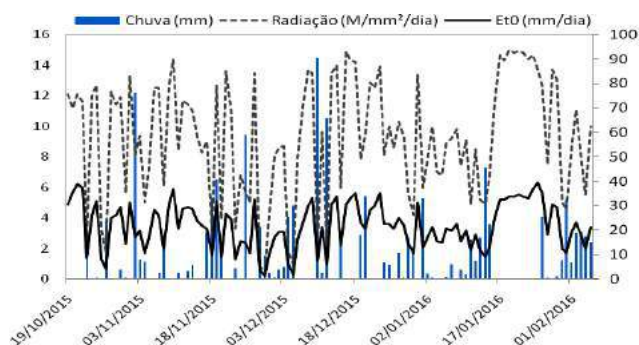


Figura 1 - Precipitação pluviométrica, radiação e evapotranspiração de referência diária (Et0), obtidos durante a condução do experimento, em Dourados, MS, em 2016.

Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016).

O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com braquiária, alocados nas parcelas; espaçamentos entrelinhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹), nas subsubparcelas.

A semeadura do híbrido DKB 390 PRO foi realizada em 19 de outubro de 2015, e no consórcio foi utilizada a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiguás, semeada a lanço na população de 20 plantas m⁻².

No estágio de florescimento foram realizadas avaliações a campo da área foliar e da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, utilizando ceptômetro marca Decagon devices Accupar. A área foliar por planta foi obtida medindo-se o comprimento (C), da base à extremidade da folha, e a maior largura (L) da folha da espiga. A área foliar da planta foi estimada pela equação: 0,75 x C x L x número de folhas fotossinteticamente ativas por planta; sendo 0,75 o fator de ajuste considerado padrão para a cultura do milho (Pereira, 1987). O índice de área foliar (IAF) foi calculado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada por esta.

As leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram realizadas no centro da área útil da parcela, perpendicularmente às linhas de semeadura, em três pontos: acima do dossel, na altura de inserção da primeira espiga e ao nível do solo (Marchão et al., 2006); para determinar a interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI) à espiga.

Na maturação fisiológica do milho foram avaliados os seguintes caracteres morfológicos:

altura de plantas e de inserção de espigas de milho; diâmetro de colmo; rendimentos de massa seca de folhas e colmos e rendimento de massa seca de palha. O rendimento de massa seca de palha foi obtido pelo somatório das massas secas de folha, colmo, sabugo, palha da espiga de milho e massa seca de braquiária.

A análise estatística foi realizada no programa Sisvar. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F (P≤0,05) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A regressão polinomial foi aplicada aos fatores quantitativos e a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes (P≤0,05) e no coeficiente de determinação (R²) das variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito isolado do espaçamento para a altura de plantas, altura de inserção de espigas, interceptação luminosa acima e abaixo da espiga. Todas estas variáveis apresentaram significativamente um melhor resultado para o milho conduzido no espaçamento reduzido (0,45 m), indicando que neste arranjo há melhor aproveitamento da planta pelos recursos ambientais (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AIE); interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI), em cultivo de milho solteiro e consorciado, em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Espaçamento (m)	AP (m)	AIE (m)	ILS (%)	ILI (%)
0,45	1,98 a	1,084 a	70,92 a	12,15 a
0,90	1,93 b	1,037 b	60,68 b	10,74 b
CV%	4,39	8,37	21,95	11,79
Média	1,95	1,061	65,8	11,45

Medias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A análise de regressão mostrou efeito significativo das populações de plantas para a área foliar por planta, índice de área foliar e interceptação luminosa acima da espiga, com melhor ajuste dos dados ao modelo linear. O aumento da densidade populacional de milho reduziu a área foliar por planta, mas possibilitou incrementar o índice de área foliar e conseqüentemente a interceptação luminosa pelas folhas de milho acima da espiga (**Figura 2**).

Houve interação significativa entre cultivo solteiro

e consorciado, espaçamento, e populações de plantas para os rendimentos de massa seca de folha e colmo de milho e de palha. Todos os dados apresentaram melhor ajuste na equação linear, exceto o rendimento de massa seca de folhas, que foi ajustado para a equação quadrática, e o rendimento de massa seca de colmos, que não apresentou efeito em espaçamento 0,90 m, sob cultivo solteiro (**Figura 3**).

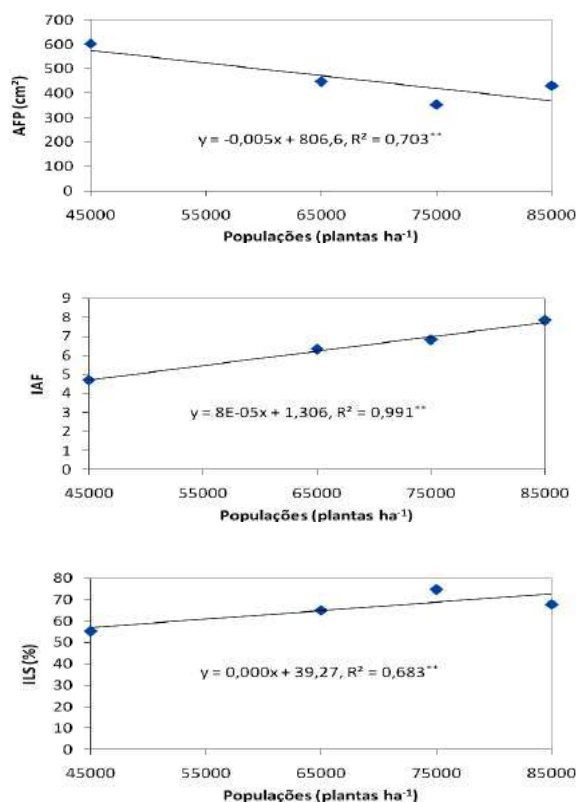


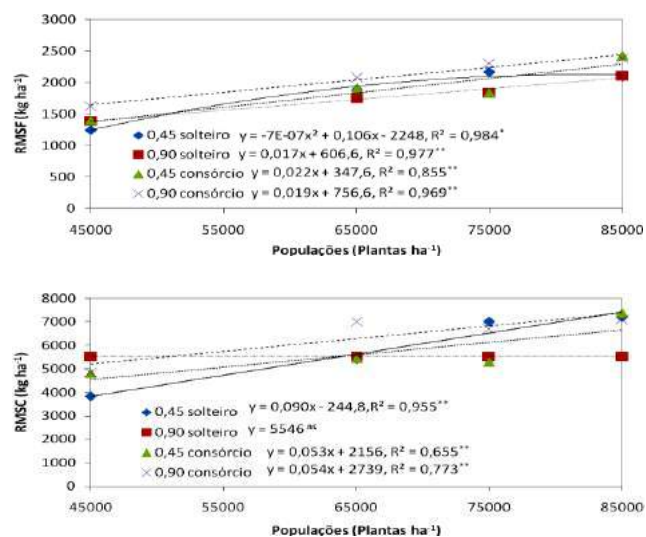
Figura 2 - Área foliar por planta (AFP); índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa superior (ILS) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Os rendimentos de massa seca de folhas e colmos de milho aumentaram com o aumento da população de plantas, independente do espaçamento e do cultivo solteiro ou consorciado; na menor população, o espaçamento 0,90 m apresentou rendimento de massa seca superior ao 0,45 m, e na maior população o rendimento de massa seca foi incrementado com uso de espaçamento reduzido.

O rendimento de massa seca de palha apresentou resposta linear crescente com o aumento de plantas de milho na área; na menor

população destacou-se o tratamento com espaçamento 0,90 m, e na maior população, o espaçamento 0,45 m, sendo que a inserção da braquiária contribuiu para aumentar a produtividade de palha do sistema (**Figura 3**). O aporte de resíduos que a braquiária proporciona pode ser maior que a massa do milho solteiro, por isso o consórcio se mostra como uma alternativa viável para o plantio direto (Cecon et al., 2014).

Alguns trabalhos demonstram que a deficiência hídrica não é considerada uma limitação para o desenvolvimento do milho no período da safra verão (Heinemann et al., 2009), pois a implantação do consórcio depende grandemente da distribuição das chuvas na região e da capacidade de retenção de água do solo (Souza et al., 2012). Em todo o período de condução do experimento, houve elevada precipitação pluviométrica (**Figura 1**), principalmente no início do período reprodutivo do milho (17/012/2015), que segundo Fietz et al. (2015), é o estágio de maior demanda hídrica do consórcio milho-braquiária. Altas nebulosidades (baixo saldo de radiação) propiciaram menores valores de evapotranspiração, garantindo uma condição de disponibilidade hídrica ótima, o que permitiu obter resultados favoráveis ao desenvolvimento do milho, mesmo em convivência com a braquiária, possibilitando obter elevada produtividade de massa seca de planta e de palha em altas populações de plantas de milho.



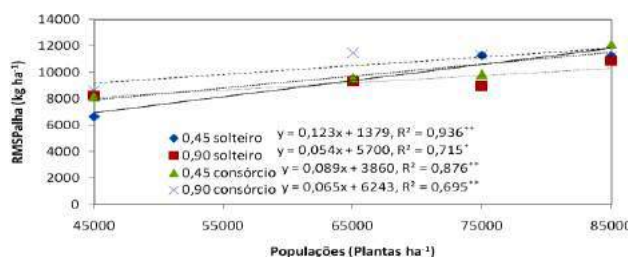


Figura 3 - Rendimento de massa seca de folha (RMSF) e colmo (RMSC) de milho e rendimento de massa seca de palha (RMSP) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

CONCLUSÕES

O espaçamento reduzido contribuiu com o desenvolvimento de plantas de milho em altura e permitiu melhor interceptação da radiação incidente, resultando em elevada produtividade de massa seca de plantas quando aumentou a população de milho.

O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema.

No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho em altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa e à Embrapa Agropecuária Oeste por disponibilizar o local para condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 27-46.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. dos. Produtividade de milho safrinha

em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Guia clima**. Dourados, [2016]. Disponível em: <<http://clima.cpao.embrapa.br/>>. Acesso em: 18 maio 2016.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 461-465. 1 CD-ROM.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. de L. T. de; GOMIDES, R. L.; AMORIM, A. de O.; PAZ, R. L. da. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, 2009.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. da C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. de; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MENDONÇA, V. Z. de; MELLO, L. M. M. de; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 251-259, 2012.

PEREIRA, A. R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 147-150, 1987.

SOUZA, A. P. de; LIMA, M. E. de; CARVALHO, D. F. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 142-149, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Época de aplicação de Trinexapac-etil no desempenho agrônômico do milho cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas⁽¹⁾

Mariana Alves de Oliveira⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; André Prechlak Barbosa⁽³⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽⁴⁾; Lucas Henrique Fantin⁽⁵⁾; Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduada com bolsa CAPES; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; agomariana.oliveira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual de Londrina; claudemircca@uel.br; ⁽³⁾ Pós-graduando; UEL; andreprechlak@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Pós-graduando; Universidade Estadual de Maringá; leandrotspolaor@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-graduando; UEL; fantinagro@gmail.com; ⁽⁶⁾ Professor; UEL; csvjneve@uel.br.

RESUMO: A adoção de novos arranjos de planta com aproximação das linhas de cultivo só é possível com cultivares de menor porte que pode ser obtido com o uso de regulador de crescimento. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho primeira safra, submetido à aplicação de Trinexapac-etil e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas. O estudo foi conduzido em duas safras agrícolas, 2012/2013 e 2013/2014, utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera. Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Foram avaliadas as características fitométricas, os componentes de produção e a produtividade de grãos. A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo do milho. Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

Termos de indexação: Zea mays L., regulador de crescimento, rendimento.

INTRODUÇÃO

A manipulação do arranjo espacial de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos da cultura do milho (Argenta et al., 2001). A redução do espaçamento entre linhas de 0,90 m para 0,45 m, mantendo-se a densidade constante, promove maior uniformidade espacial das plantas na linha,

reduzindo a competição intraespecífica pelos recursos do meio, favorecendo a interceptação e a eficiência do uso da luz solar incidente (Sangoi et al., 2010).

A escolha de genótipos de alto potencial produtivo, associada às mudanças no arranjo de plantas e a aplicação de elevadas doses de N em cobertura proporcionam o aumento da produtividade. No entanto, ocasionam o aumento da altura de planta e de inserção de espiga, tornando as plantas suscetíveis ao acamamento e quebraimento de colmo (Duete et al., 2008), o que dificulta a colheita mecanizada.

Para a adoção destas práticas preconiza-se a escolha de cultivares de porte baixo, no entanto nem sempre estas cultivares estão disponíveis ou adaptadas à região de cultivo, o que exige a adoção de técnicas alternativas, como o uso de reguladores de crescimento. O Trinexapac-etil têm-se mostrado efetivo com redução acentuada do comprimento do colmo de trigo, além de aumentar o rendimento de grãos (Zagonel & Fernandes, 2007).

Para a cultura do milho, o uso de Trinexapac-etil surge como uma alternativa para cultivares de interesse que não possuem arquitetura foliar moderna, que pode alterar o porte e a anatomia das plantas, permitindo a redução do espaçamento entre linhas. Deste modo, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico da cultura do milho de primeira safra, submetida à aplicação de Trinexapac-etil em diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na FAZESC-UEL, em duas safras agrícolas 2012/2013 e 2013/2014, sob o

sistema de semeadura direta, em solo do tipo Latossolo Vermelho distroférrico. Os dados meteorológicos do período de condução do estudo foram obtidos junto à estação Meteorológica do IAPAR (**Figura 1**).

Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam os dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Para o espaçamento 0,45 m as parcelas foram constituídas de seis linhas com cinco m e para o de 0,90 m, quatro linhas de cinco m, sendo a área útil da parcela as linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lado e 0,5 m das extremidades das mesmas, para ambos os espaçamentos.

A semeadura foi realizada mecanicamente nos espaçamentos propostos utilizando a cultivar de milho híbrido simples Status Viptera, com aproximadamente 80.000 plantas ha^{-1} . Para a adubação de semeadura na safra 2012/2013 foram aplicados 325 kg ha^{-1} do formulado (N-P-K) 08-20-10 e na safra 2013/2014, 312 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16, conforme a caracterização química do solo (não apresentada no trabalho), e com base nas recomendações para a região. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em ambos os experimentos, no estádio V6. Foram aplicados a lanço 157,5 kg ha^{-1} de N, utilizando como fonte a ureia (45% N), para todos os tratamentos.

O regulador de crescimento vegetal, Trinexapac-etil (Moddus®) foi aplicado via foliar com o uso de pulverizador costal pressurizado (CO_2) com pressão, vazão e volume de calda de 150L ha^{-1} e adição de 1L ha^{-1} (250 g i. a. ha^{-1} TE). As aplicações nas épocas definidas foram realizadas conforme a escala fenológica da cultura (Ritchie et al., 2003). A testemunha foi composta apenas por água e as demais aplicações houve a adição de TE.

Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada com relação a pragas, doenças e plantas daninhas. A colheita foi realizada manualmente no estádio R6, grãos com 20% de umidade, na área útil da parcela.

Foram avaliadas as características fitométricas e a produtividade de grãos. Para as características fitométricas avaliaram-se dez plantas aleatórias da área útil da parcela: Altura da planta: a distância do colo da planta até a inserção da folha bandeira, dados médio em m; Altura de inserção da espiga: o comprimento da base da planta até a inserção da primeira espiga, dados médios em m.

A produtividade de grãos foi obtida por meio da debulha e pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela. Os dados foram ajustados para kg

ha^{-1} com correção do teor de água médio de 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey $p < 0,05$, separadamente para as safras em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2012/2013 constatou-se interação significativa entre os fatores espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE para a altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) (**Tabela 1**). Já na safra 2013/2014 a AP foi afetada pela época de aplicação e a AE pelo espaçamento e época de aplicação de TE (**Tabela 1**). Na **tabela 2** estão apresentados os desdobramentos da interação dos fatores estudados para estas características, safra 2012/2013.

No espaçamento 0,45 m a aplicação de TE no estádio V12 e em 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduziram a AP, em relação à testemunha. A AP foi menor no espaçamento 0,45 m em relação 0,90 m com a aplicação de TE nos estádios V3, V12 e na testemunha. Com aplicação em V9 o espaçamento 0,90 m resultou em menor AP. Já com a aplicação de TE em V6 não houve diferença de AP entre os espaçamentos avaliados. No entanto, Zagonel & Ferreira (2013) em cultivo de milho primeira safra, avaliando o híbrido Status TL e o Maximus TLTG não constataram alteração de AP com a aplicação de TE nas doses 0,0; 187,5; 375,0 e 562,5 g i.a. ha^{-1} independente da época de aplicação, nos estádios V2, V4, V6 e V8.

Comportamento semelhante à AP foi constatado no presente estudo para a AE no espaçamento 0,45 e 0,90 m, mostrando-se menor com a aplicação de TE em V12. No estádio V6 de aplicação de TE houve menor AE para 0,90 m em relação ao 0,45 m, e nas demais épocas não houve diferença entre os espaçamentos. Já na safra 2013/2014, a aplicação de TE no estádio V9 apresentou maior redução da AP quando comparado com os demais tratamentos (**Tabela 1**). Ainda, a AE foi menor no espaçamento 0,45 m em relação ao 0,90 m e a aplicação de TE nos estádios V6 e V9 também reduziu a AE em relação aos demais tratamentos. Conforme observado, as plantas ao serem submetidas ao regulador no estádio V6 e V9 tiveram significativa redução na divisão e alongação celular durante o período considerado como de grande incremento de alongação do colmo (Ritchie et al., 2003), obtendo-se plantas de menor porte com menor altura de espiga. A menor AE no espaçamento 0,45 m, deve-se provavelmente a menor competição entre as plantas pelos recursos do meio, principalmente luz, proporcionada pelo melhor arranjo de plantas, uma vez que não houve alteração na densidade de

plantas.

A produtividade de grãos (PG) foi alterada significativamente pela interação dos fatores estudados na safra 2012/2013, no entanto, na safra 2013/2014 não foi alterada pelos fatores em estudo (**Tabela 3**). Os desdobramentos da interação entre os fatores estudados para PG na safra 2012/2013 estão apresentados na **tabela 4**. A PG no espaçamento 0,45 m foi maior com a aplicação de TE em V6, e menor com a aplicação V3 e V12 e no espaçamento 0,90 m mostrou-se maior com a aplicação em V3 para a safra 2012/2013. Para efeito de espaçamento entre linhas, nos tratamentos testemunha e aplicação de TE em V12 no espaçamento 0,45 m houve maior produtividade de grãos do que o 0,90 m, enquanto que na aplicação em V3 e V6 o espaçamento 0,90 m resultou em maior produtividade. Na aplicação em V9 não houve diferença entre os espaçamentos. Zagonel & Fernandes (2007) observaram incrementos de produtividade em trigo com o uso de TE, estando estes incrementos ligados diretamente às alterações morfológicas ocasionadas pelo TE na AP e na arquitetura foliar, o que possivelmente garantiu melhor atividade fotossintética da cultura.

Durante a condução da cultura na safra 2012/2013 houve condições meteorológicas favoráveis durante o cultivo para o estabelecimento, crescimento, florescimento e enchimento de grãos da cultura, com precipitação pluvial total de 984 mm, bem distribuídas (**Figura 1A**), favorecendo o desempenho produtivo de grãos. Obteve-se produtividade média mínima de 8245,99 kg ha⁻¹, estando acima da média para o Estado do Paraná de 8150,00 kg ha⁻¹ na safra 2012/2013 (Conab, 2013).

Na safra 2013/2014 a produtividade de grãos não foi alterada pelos fatores estudados. A diferença de resposta do híbrido nas duas safras possivelmente ocorreu devido às interações entre os fatores estudados com os elementos meteorológicos durante o cultivo. É provável que a baixa pluviosidade (53,4 mm) ocorrida após o florescimento da cultura, durante o período de 07/01 à 13/02/2014 (**Figura 1B**), compreendendo os estádios reprodutivos de R2 a R4 tenha reduzido a produtividade final em relação à safra 2012/2013.

Considerando que a aplicação de TE reduziu a altura de planta e de inserção de espiga sem afetar o rendimento de grãos, ganhos de produtividade podem ser obtidos com incremento da densidade de plantas, principalmente com o uso de espaçamento reduzido, visando o aumento da produtividade por área.

CONCLUSÕES

A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo da cultura do milho.

Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.71-78, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira Grãos: Décimo segundo levantamento, safra 2012/13**. Brasília: CONAB, 2013. 29 p.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. 20p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.395-402, 2013.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento, afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.331-339, 2007.

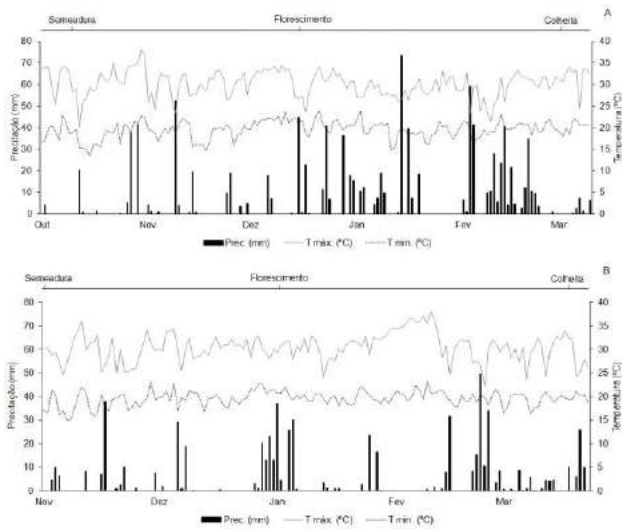


Figura 1. Dados diários de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação pluvial durante o período de condução do milho de primeira safra 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B), conduzidos em Londrina – PR.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	2012/2013		2013/2014		
	Características fitométricas				
	AP	AE	AP	AE	
Esp.	M				
0,45	1,95	1,25	1,90	1,13 b	
0,90	1,98	1,24	2,01	1,21 a	
Época					
T	2,05	1,27	2,01 ab	1,23 a	
V3	2,03	1,27	2,09 a	1,24 a	
V6	2,04	1,26	1,95 b	1,10 b	
V9	1,96	1,25	1,72 c	1,03 b	
V12	1,74	1,18	2,00 ab	1,24 a	
GL	Quadrado Médio				
Bloco	3	0,0003	0,0001	0,014	0,012
Esp.	1	0,010*	0,0006 ^{ns}	0,111 ^{ns}	0,067*
Erro 1	3	0,0001	0,0001	0,024	0,006
Época	4	0,137*	0,011*	0,150*	0,076*
Ép x E	4	0,009*	0,001*	0,007 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Erro 2	24	0,0008	0,0005	0,006	0,003
CV1 %		0,58	1,09	7,96	6,87
CV2 %		1,47	1,9	4,19	4,83

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Desdobramento da interação para médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) para o ano safra de 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	AP (m)		AE (m)	
	Espaçamento			
	0,45	0,9	0,45	0,9
T	2,01 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,26 Aa
V3	1,97 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,27 Aa
V6	2,05 Aa	2,03 Ba	1,29 Aa	1,23 Bb
V9	1,99 Ba	1,94 Cb	1,24 Ca	1,25 ABa
V12	1,72 Cb	1,75 Da	1,17 Da	1,19 Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si

pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e médias de produtividade de grãos (PG), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	GL	2012/2013		2013/2014	
		PG			
		PG		PG	
Esp.		kg ha ⁻¹			
0,45		9586,62		5345,32	
0,9		8942,82		4698,05	
Ép					
T		9115,21		5385,4	
V3		9842,35		5379,94	
V6		9376,94		4993,7	
V9		9743,1		4165,29	
V12		8245,99		5184,07	
FV	GL	Quadrado médio			
Bloco	3	168838,24		1161662,1	
Esp.	1	4144778,60*		4189571,5 ^{ns}	
Erro 1	3	195229,54		1930449,1	
Época	4	3270521,42*		2042406,3 ^{ns}	
Ép x Esp.	4	4218336,37*		1454936,7 ^{ns}	
Erro 2	24	101427,16		1391698,2	
CV1 %		4,77		27,67	
CV2 %		3,44		23,49	

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F.

Tabela 4 – Desdobramento da interação para médias de produtividade de grãos (PG) na safra 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	PG (kg ha ⁻¹)	
	0,45	0,9
T	9839,82 Ba	8390,60 Cb
V3	9049,93 Cb	10634,77 Aa
V6	10492,99 Ab	8260,88 Ca
V9	9835,06 Ba	9651,14 Ba
V12	8715,29 Ca	7776,69 Cb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Estimativa das taxas de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho

Isabel Lago⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Josana Andreia Langner⁽³⁾; Lúcio Gabriel Scheffel⁽⁴⁾; Anderson Haas Poersch⁽⁵⁾; Angelica Durigon⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS. E-mail: isalago08@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, UFSM. ⁽³⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFSM. ⁽⁴⁾ Aluno de Graduação em Agronomia, UFSM, Bolsista FIPE; ⁽⁵⁾ Aluno de Graduação em Meteorologia, UFSM, Bolsista FIPE; ⁽⁶⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, UFSM.

RESUMO: O uso de modelos para estudos com culturas agrícolas tem se tornado uma ferramenta cada vez mais utilizada, porém, para serem usados estes precisam ser calibrados para a cultura e o local de interesse do estudo. O objetivo deste trabalho foi obter as taxas máximas para a emissão de folhas totais e para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva de cultivares crioulas e melhoradas de milho para o modelo de Wang e Engel (WE). As cultivares utilizadas foram duas crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-Ouro', e duas melhoradas, a VPA 'BRS Planalto' e o híbrido simples 'AS 1573PRO'. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. A taxa máxima para emissão de folhas totais (TAF_{max}), foi obtida com dados coletados na semeadura de 04/11/2013 para as cultivares Cinquentinha, 'Bico de ouro' e 'AS 1573PRO'. Para a cultivar 'BRS Planalto' a TAF_{max} foi obtida com dados da semeadura de 13/12/2014. Essa data também foi usada para obter a taxa máxima de desenvolvimento dos estágios (r_{max}). As TAF_{max} não diferiram significativamente entre as cultivares de milho, indicando que há similaridade na emissão de folhas dessas cultivares. Os valores de r_{max} dos estágios diferiram entre as cultivares de acordo com seu ciclo de desenvolvimento, variando de 0,2400 a 0,3411 dia^{-1} para a fase de emergência, de 0,0213 a 0,0234 dia^{-1} para a fase vegetativa e de 0,0254 a 0,0298 dia^{-1} para a fase reprodutiva.

Termos de indexação: *Zea mays* L., simulação, estágios de desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O milho é um cereal que devido as suas características particulares de composição química e elevado valor nutritivo, principalmente alto teor de carboidratos (como o amido), lipídeos, proteínas e sais minerais possui diversas finalidades, que

incluem a industrialização, alimentação humana e animal (Oliveira et al., 2014). Em relação à variabilidade genética que possuem, as cultivares de milho podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), e que geralmente são denominadas "crioulas", ou como cultivares melhoradas, que além de VPA incluem também os híbridos (Morris et al., 2003).

A influência da temperatura do ar sobre o desenvolvimento do milho é adequadamente representada por modelos não lineares que empregam funções multiplicativas, como o modelo de Wang e Engel (Wang & Engel, 1998). No modelo de Wang e Engel (WE) a função de resposta à temperatura do ar é não linear e descrita por uma função beta, que varia de zero a um, e seus coeficientes (TAF_{max} , r_{max} , T_b , T_{ot} e T_B) possuem significado biológico e definição operacional (podem ser estimados ou medidos) (Wang & Engel, 1998). As temperaturas cardinais [temperatura basal inferior (T_b), temperatura ótima (T_{ot}) e temperatura basal superior (T_B)] representam a faixa de temperatura do ar em que ocorre o desenvolvimento da planta, abaixo da T_b ou acima da T_B é considerado que o desenvolvimento é nulo, e quando a temperatura do ar é igual à T_{ot} da cultura, ocorre o máximo desenvolvimento. O máximo desenvolvimento é representado pelos coeficientes TAF_{max} e r_{max} . O objetivo deste trabalho foi obter as taxas máximas para a emissão de folhas totais e para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva de cultivares crioulas e melhoradas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para obter as taxas máximas são provenientes de experimentos conduzidos em campo com a cultura do milho, no Departamento de

Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95 m). O solo do local é classificado como uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico Argilúvico típico). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A correção do solo e a adubação foram realizadas conforme indicações para a cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada Irrigação suplementar por gotejamento para propiciar o crescimento das plantas sem deficiência hídrica. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada uma composta por cinco linhas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. Foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e duas melhoradas, uma do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Planalto' e uma híbrida 'AS 1573PRO'. Para obter a Taxa máxima para emissão de folhas (TAF_{max}) das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico-de-ouro' e 'AS 1573PRO' foram utilizados os dados da data de semeadura 04/11/2013. Para obter a TAF_{max} da cultivar 'BRS Planalto', e os valores da taxa máxima de desenvolvimento (r_{max}) de cada estágio, de todas as cultivares, foram utilizados os dados da semeadura de 13/12/2014.

Nas três linhas centrais de cada parcela foram marcadas 45 plantas nas cultivares crioulas, devido a sua maior variabilidade genética, e 15 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. Nestas plantas marcadas, semanalmente, foi contado o número de folhas totais (NFT, folhas pl^{-1}) a partir do momento em que o dossel estava estabelecido, quando as plantas tinham em média quatro folhas, até as plantas emitirem a folha bandeira. Para a contagem foi considerada uma folha quando a ponta estava visível no cartucho (Streck et al., 2009b).

A data de emergência (EM) foi considerada quando 50% ou mais das plântulas da parcela estavam visíveis acima do nível do solo. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6). O R1 foi quando 50% ou mais das plantas de cada parcela estavam com os estigmas visíveis na espiga (Ritchie et al., 1993). O R6 nas plantas das cultivares crioulas foi considerado quando a folha da base da espiga estava 100% seca, e, nas melhoradas, quando a palha que

recobria a espiga estava 100% seca, através da visualização da senescência total. Essa associação foi verificada em plantas da bordadura que foram coletadas para observar a ocorrência do aparecimento da camada escura no grão.

Para as estimativas, o ciclo foi dividido em três fases (Ritchie et al., 1993; Streck et al., 2008; 2009): fase de emergência, da semeadura (SE) até a emergência (EM); fase vegetativa, da emergência (EM) até o espigamento (R1); fase reprodutiva, do espigamento (R1) até a maturidade fisiológica (R6). Assim, foram estimados os coeficientes r_{max} para a fase de emergência ($r_{max,e}$), vegetativa ($r_{max,v}$) e reprodutiva ($r_{max,r}$).

As temperaturas cardinais para emissão de folhas foram assumidas como sendo $T_b = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{ot} = 31\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_B = 44\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Streck et al., 2009). As temperaturas cardinais para a fase de emergência foram assumidas como sendo $T_b = 10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{ot} = 29,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_B = 40,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, e para as fases vegetativa e reprodutiva foram $T_b = 6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{ot} = 30,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_B = 42,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sánchez et al., 2014). Os coeficientes TAF_{max} e r_{max} ($r_{max,e}$, $r_{max,v}$ e $r_{max,r}$) foram estimados pelo método dos mínimos quadrados, que minimiza os resíduos entre valores observados e simulados (Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de TAF_{max} não diferiram significativamente entre as cultivares de milho (**Tabela** Erro! Indicador não definido.), indicando que há similaridade na velocidade de emissão de folhas nessas cultivares. Apesar de não ter havido diferença significativa entre os coeficientes, é recomendado usar no modelo os valores calibrados para cada cultivar, pois estes são coeficientes genéticos específicos. Os valores das TAF_{max} estimadas para estas cultivares estão dentro da faixa de valores observados para a emissão de folhas totais da VPA de milho 'BRS Missões', 0,626 folhas dia^{-1} (Streck et al., 2009).

Tabela 1. Valores das taxas de aparecimento de folhas máxima (TAF_{max} , folhas dia^{-1}) das cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO'. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão da média.

Cultivar	TAF_{max} (folhas dia^{-1})
'Cinquentinha'	0,587 ($\pm 0,016$) ^{ns}
'Bico de ouro'	0,616 ($\pm 0,024$)
'BRS Planalto'	0,618 ($\pm 0,012$)

'AS 1573PRO' 0,602 (± 0,027)

CV (%) 3,32

ns = valores não diferem significativamente.
CV= coeficiente de variação.

Os valores das taxas $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ diferiram significativamente, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para a fase de emergência os valores das taxas $r_{\max,e}$ foram similares entre as cultivares, com apenas a 'Cinquentinha' e 'AS 1573PRO' diferindo significativamente (**Tabela 2**). A cultivar 'AS 1573PRO' apresentou a maior taxa $r_{\max,e}$ (0,3411 dia^{-1}), o que indica que a emergência ocorre primeiro para essa cultivar, e o contrário ocorre com a cultivar 'Cinquentinha' que apresentou menor $r_{\max,e}$ (0,2400 dia^{-1}). Para a fase vegetativa os valores das taxas $r_{\max,v}$ foram semelhantes nas cultivares 'Cinquentinha' e 'BRS Planalto', e a cultivar 'Bico de ouro' não diferiu da 'AS 1573PRO', que também não diferiu da 'BRS Planalto' (**Tabela 2**). A cultivar 'Cinquentinha' apresentou maior valor de $r_{\max,v}$ (0,0234 dia^{-1}), enquanto que a cultivar 'Bico de ouro' apresentou o menor valor de $r_{\max,v}$ (0,0213 dia^{-1}). Para a fase reprodutiva observou-se semelhança nos valores de $r_{\max,r}$ nas cultivares 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO', que também é semelhante ao da cultivar 'Cinquentinha' (**Tabela 2**). A cultivar 'BRS Planalto' apresentou maior valor de $r_{\max,r}$ (0,0298 dia^{-1}) e a 'Bico de ouro' apresentou o menor valor (0,0254 dia^{-1}). Um maior valor de r_{\max} indica maior precocidade em completar uma determinada fase de desenvolvimento, e o oposto ocorre para um menor r_{\max} , que evidencia maior duração da fase de desenvolvimento.

Em estudo realizado com a cultivar melhorada 'BRS Missões', as taxas máximas para as fases de desenvolvimento de EM-R1 e R1-R6 foram estimadas (Streck et al., 2008). Os autores encontraram valores maiores para $r_{\max,v}$ (0,0254 dia^{-1}) em relação aos valores encontrados nesse estudo (**Tabela 2**), indicando que a BRS Missões possui maior precocidade para a fase EM-R1. Para a fase R1-R6 foi encontrado valor de $r_{\max,r}$ (0,0289 dia^{-1}) intermediário em relação as cultivares estudadas, sendo mais próximo das cultivares melhoradas 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO' (**Tabela 2**), o que pode indicar que estas cultivares possuem similaridade na duração da fase.

CONCLUSÕES

Os valores de TAF_{\max} indicam similaridade na velocidade emissão de folhas entre as cultivares crioulas e melhoradas de milho.

As taxas máximas de desenvolvimento diário ($r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$) diferem de acordo com o ciclo de desenvolvimento das cultivares de milho estudadas.

Tabela 2. Valores de taxa máxima de desenvolvimento das fases de semeadura-emergência ($r_{\max,e}$), emergência-espigamento ($r_{\max,v}$) e espigamento-maturidade fisiológica ($r_{\max,r}$) das cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO'. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão da média.

Cultivar	$r_{\max,e}$ (dia^{-1})	$r_{\max,v}$ (dia^{-1})	$r_{\max,r}$ (dia^{-1})
'Cinquentinha'	0,2400 (± 0,0147) b	0,0234 (± 0,0005) a	0,0264 (± 0,0014) bc
'Bico de ouro'	0,2723 (± 0,0287) ab	0,0213 (± 0,0004) c	0,0254 (± 0,0004) c
'BRS Planalto'	0,3067 (± 0,0572) ab	0,0229 (± 0,0006) ab	0,0298 (± 0,0010) a
'AS 1573PRO'	0,3411 (± 0,0506) a	0,0223 (± 0,0006) bc	0,0282 (± 0,0012) ab
CV (%)	14,3	2,31	3,96

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

REFERÊNCIAS

- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- ERPEN, L. et al. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1230-1238, 2013.
- MORRIS, M. et al. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GULLIN, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity**: The impact of international agricultural
- OLIVEIRA, D. E. C. de.; SANTOS, M. N. S. dos.; RUFATTO, S. Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar P3646 submetidos a diferentes condições de ar e secagem. **Nativa, Sinop**, v.02, n.03, p.162-165, 2014.
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SÁNCHEZ, B. et al. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. **Global Change Biology**, v.20, p. 408-417, 2014.
- STRECK, N.A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.449-455, abr. 2008.
- STRECK, N.A. et al. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and developmental stages in maize based on air temperature. **Ciência Rural**, v.39, p.642-648, 2009.
- WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. **Agricultural Systems**, v.58, p.1-24, 1998.

Interferência do déficit hídrico na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos de milho contrastantes à seca.

Thaís Melo da Fonseca⁽¹⁾; **Carlos César Gomes Junior**⁽²⁾; **Paulo César Magalhães**⁽³⁾; **Wander Lauro do Amaral**⁽⁴⁾; **Claudia Tochetto**⁽⁵⁾; **Cristiele Pereira de Souza**⁽⁶⁾.

- (1) Estudante de graduação e bolsista da Fapemig Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; thaismfonseca@yahoo.com.br
- (2) Mestrando Universidade Federal de Alfenas. UNIFAL-MG
- (3) Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; paulo.magalhaes@embrapa.br
- (4) Estudante de graduação Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais
- (5) Mestranda da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/ *Campus* Marechal Cândido Rondon
- (6) Técnica em química/ Escola técnica Sete Lagoas

RESUMO:

O cultivo de milho no Brasil na sua maioria tem acontecido na safrinha, onde várias regiões como centro-oeste e sudeste tem passado por veranicos intensos. Plantas com deficiência hídrica comumente induzem a acumulação de açúcares nos primeiros dias de estresse, com objetivo de aumentar o seu potencial osmótico, permitindo o aumento da turgescência, visando uma osmoproteção. O presente trabalho teve como objetivo demonstrar as interferências diretas nas características fisiológicas, destacando-se o conteúdo de sólidos solúveis de quatro genótipos de milho contrastantes a seca. O experimento ocorreu nos meses abril a agosto de 2015 no município de Janaúba-MG. Na fase de pré-floração as plantas passaram por um período de estresse de 25 dias, quando analisados o teor de clorofila, fluorescência da clorofila, área foliar e acúmulo de sólidos solúveis presentes no colmo. Na realização-se novamente a extração de sólidos solúveis e colheu-se os grãos para pesagem. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas nos teores de açúcar entre os genótipos tolerantes e sensíveis, no pré-florescimento e na colheita. Não se observou também variações no teor de clorofila entre estes genótipos.

Termos de indexação: Açúcares solúveis, déficit hídrico, produtividade de milho.

INTRODUÇÃO

A produtividade do milho (*Zea mays*. L) é determinada pela disponibilidade de fotoassimilados que é convergida para o enchimento dos grãos (Magalhães e Jones 1990). Conhecer o momento em que a planta disponibiliza carboidratos, como fonte aos grãos, e as condições edafoclimáticas necessárias para que ocorra esse processo, poderá auxiliar no manejo da cultura durante veranicos ou irrigação programada.

A produção brasileira de grãos, destacando-se o milho, depende na sua maior parte de precipitação pluviométrica. As regiões com baixa incidência ou que sofrem por irregularidade de chuvas, em boa parte das safras tem sua produtividade afetada (Menezes et al 2015). Dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) mostram que houve uma redução de 3,1%, na safra de 2015/2016 devido ao estresse hídrico.

No entanto, é importante ressaltar que, deficiência hídrica irá comprometer a produção do milho de acordo com sua intensidade, duração, estágio fenológico e material genético (Souza et al.,

2012). E de acordo com Segundo Bergamaschi et al. (2004) poderá haver redução de produtividade do milho mesmo em anos climaticamente favoráveis, desde que o déficit hídrico ocorra no período crítico, ou seja, da pré-floração ao início de enchimento de grãos.

Uma resposta comum proveniente de plantas estressadas, é a indução e a acumulação de osmolitos, tais como prolina, polióis e açúcares, a fim de aumentar a seu potencial osmótico. Este fato propõe-se a conferir um grau de osmoproteção durante períodos de estresse abiótico por via de estabilização de estruturas subcelulares (Fillipou 2011).

Análises de carboidratos nos colmos da planta podem mostrar uma relação entre translocação e mobilização de fotoassimilados durante crescimento, podendo vir a fornecer informação acerca da limitação da fonte na planta (Magalhães e Jones 1990). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi demonstrar as interferências diretas que o déficit hídrico pode vir a causar na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos contrastantes a seca DKB 390, BRS 1055 (tolerantes) e BRS1010, 2B710 (sensíveis).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na estação experimental do Gorutuba em Janaúba, Minas Gerais (15°47' S, 43°18' W e 516 m de altitude) durante os meses de Abril a Agosto de 2015.

O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e siltoso e as adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo recomendação para o sorgo no Estado de Minas Gerais.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se quatro genótipos de milho comercial, sendo dois tolerantes ao estresse hídrico (DKB 390 e BRS 1055) e dois sensíveis (BRS1010 e 2B710) classificação dada de acordo com o fabricante.

O experimento foi distribuído em 32 parcelas de 5x3,2 m, onde os genótipos foram distribuídos

aleatoriamente, com bordadura de 2m perfazendo uma área total de 16 m² por parcela.

Os genótipos foram expostos a irrigação conforme a demanda hídrica necessária para seu desenvolvimento. No estágio de florescimento metade do número de parcelas teve sua irrigação suspensa durante 25 dias.

O teor de água no solo foi monitorado diariamente por um sensor de umidade Watermark (tensiômetro), nos períodos de 09 e 15 horas.

Avaliações Fisiológicas

Ao final do período de imposição do estresse hídrico foram avaliados: o teor de clorofila, área foliar, a relação Fv/ Fm, açúcares solúveis na pré-floração e colheita e peso de grãos.

O teor de clorofila foi medido através de um clorofilômetro portátil Soil plant analysis development (SPAD) (Minolta SPAD 502 Osaka, Japan).

A condutância estomática foi medida utilizando um leitor de condutância estomática portátil Leaf Porometer (Decagon Pullman USA).

A fluorescência da clorofila por um fluorímetro portátil Pocket PEA chlorophyll fluorimeter (Hansatech United Kingdom), na qual se dá a relação Fv/ Fm.

A área foliar foi feita por meio de um leitor de área foliar (LI-3100C, Nebraska, USA).

A extração de açúcar (Sólidos solúveis) foi realizada de acordo com a metodologia de (Jones et all, 1981)

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram analisados em blocos casualizados, com quatro genótipos de milho e as duas condições hídricas, totalizando oito tratamentos com quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste scott-knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o teor de clorofila (**Tabela 1**) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os genótipos sensíveis e tolerantes, quando expostos a condições de irrigação e estresse hídrico.

Observa-se também que não há diferenças estatisticamente diferentes entre os genótipos para área foliar, fato que pode vir a ser justificado pelo

estádio vegetativo em que os tratamentos foram introduzidos. O estresse hídrico no florescimento deverá afetar o desenvolvimento do óvulo, espiga e pendão (Magalhaes e Durães), enquanto a área foliar estará formada para produção de fotoassimilados dos futuros grãos.

Para avaliações de danos no fotossistema II (Fluorescência da clorofila) utilizou-se a relação Fv/Fm, pela qual é possível observar que não houve grandes diferenças entre os tratamentos, visto que valores acima de 0,70 demonstra que as plantas não sofreram danos ao fotossistema II.

Tabela 1: Médias de teores de clorofila, condutância estomática, fluorescência da clorofila. Janaúba-MG, 2015

	Teor de clorofila (U spad)	Área foliar (cm ²)	Relação Fv/ Fm
¹ BRS 1010 IRN	48,07 a	4732,33 a	0,68 ab
¹ BRS1010 EST	51,19 a	3920,98 a	0,72 a
¹ 2B710 IRN	47,19 a	4578,85 a	0,75 a
¹ 2B710 EST	49,43 a	4201,76 a	0,75 a
² DKB390 IRN	47,43 a	4588,15 a	0,69 ab
² DKB390 EST	49,32 a	4381,37 a	0,74 a
² BRS1055 IRN	52,73 a	4103,39 a	0,76 a
² BRS1055 EST	48,00 a	4396,32 a	0,70 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott

- 1 Genótipos sensíveis a déficit hídrico.
2 Genótipos tolerantes a déficit hídrico.

Os teores de açúcares solúveis totais presentes nos colmos são mostrados na Tabela 2. Nota-se que, nos períodos de pré-floração houve um acúmulo de carboidratos, resultado encontrado também por Pimentel (1999). Como esperado durante a colheita, na segunda análise observa-se um grande declínio em relação aos teores de açúcares solúveis em todas as cultivares e tratamentos utilizados, mostrando que estes foram consumidos durante o enchimento de grãos, fato já encontrados na literatura (Pimentel 1999), (J. Amer 2010) e (Magalhaes e Jones 1990). De acordo com Tollenaar (1977) a capacidade de atrair fotoassimilados, e carboidratos também declina durante o período final de enchimento de grãos.

Os genótipos tolerantes, estressado, apresentaram maior média de peso de grãos, quando comparado aos sensíveis estressados. Em condições normais de irrigação não observou-se diferenças entre os genótipos para essa variável.

Tabela 2: Concentração de sólidos solúveis antes da floração e na colheita e peso de grãos, Janaúba- MG, 2015

	Açúcar pré-floração (mg de glicose g ⁻¹ . MS)	Açúcar colheita (mg de glicose g ⁻¹ . MS)	Peso de grãos (Kg. Ha ⁻¹)
¹ BRS 1010 IRN	16,26 a	0,38 a	7245 a
¹ BRS1010 EST	17,51 a	0,49 a	2435 c
¹ 2B710 IRN	16,42 a	0,28 a	6485 a
¹ 2B710 EST	18,27 a	0,35 a	2915 c
² DKB390 IRN	15,16 a	0,28 a	8533 a
² DKB390 EST	13,72 a	0,36 a	4940 b
² BRS1055 IRN	16,74 a	0,46 a	7435 a
² BRS1055 EST	16,98 a	0,40 a	4375 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott

- 1 Genótipos sensíveis a déficit hídrico.
2 Genótipos tolerantes a déficit hídrico.

CONCLUSÕES

Os teores de açúcares solúveis totais foram iguais estatisticamente entre os tratamentos, possivelmente a concentração reduziu drasticamente por ter sido consumida durante o enchimento de grãos.

O genótipo tolerante BRS1055, sobre estresse hídrico, teve seus teores de clorofila, área foliar e açúcares na pré-floração e colheita superiores aos demais genótipos nessa condição, e consequentemente, seus pesos de grãos também foram superiores comparados.

AGRADECIMENTOS

A Fapemig, pelo apoio a pesquisa, e a Embrapa Milho e Sorgo.

REFERÊNCIAS

CONAB - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | Décimo levantamento - julho 2016 disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf

FILLIPOU. P, ANTONIOU C e FOTOPOULOS V. Effect of drought and rewatering on the cellular status and antioxidant response of *Medicago truncatula* plants. **Plant Signal Behav.** 2011 Feb;6(2):270-7. 2011

BERGAMASCHI H, DALMAGO G.A, COMIRAN F, BERGONCI J.I, MÜLLER A.G, FRANÇA S, SANTOS A.O, RADIN B, BIANCHI C.A.M E PEREIRA P.G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, fev. 2006

R. J. JONES, B. G. GENGENBACH E V. B. CARDWELL. Temperature effects on *in vitro* kernel development of maize. **Crop Sci** 21: 761-766. 1981

J.AMER, HUANG B, FRY J. Osmotic Potential, Sucrose Level, and Activity of Sucrose Metabolic Enzymes in Tall Fescue in Response to Deficit Irrigation. **Soc.Hort. Sci.** 135 (6): 506-510. 2010

MENEZES C.B, RIBEIRO A.S, TARDINI F.D, CARVALHO A.J, BASTOS E.A, CARDOSO M.J, PORTUGAL A.F, SILVA K.J, SANTOS V.C e ALMEIDA F.H.L Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de sorgo em ambientes com e sem restrição hídrica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 101-115, 2015

MAGALHÃES P.C e JONES R . Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesq. agropec.bras.**, Brasília, 25(12): 1755- 1761,dez. 1990

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. (EMBRAPA-CNPMS. **Circular Técnica**, 22). Sete Lagoas:, 2002. 23 p.

PIMENTEL C. Relações hídricas em dois híbridos de milhosob dois ciclos de deficiência hídrica. **pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.11, p.2021-2027, nov. 1999

TOLLENAAR. M Sink-source relationships during reproductive development in maize. **Maydica XXII**, 49-75, 1977



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Modelagem do desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho

Josana Andreia Langner⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Isabel Lago⁽²⁾; Lúcio Gabriel Scheffel⁽⁴⁾; Anderson Haas Poersch⁽⁵⁾; Taís Slim⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS. E-mail: langnerja@gmail.com; ⁽²⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Aluno de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista FIPE; ⁽⁵⁾ Aluno de Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista FIPE; ⁽⁶⁾ Aluna de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: Um modelo matemático capaz de simular os estágios de desenvolvimento de cultivares de milho com diferente variabilidade genética é uma ferramenta útil para o meio científico, agricultores e extensionistas. O objetivo deste trabalho foi testar o desempenho do modelo de Wang e Engel (WE) para estimar os principais estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho em diferentes datas de semeadura. O modelo foi calibrado com dados coletados em experimento de campo semeado em 13/12/2014, e testado com dados de experimentos semeados em 20/08/2013, 04/11/2013, 03/02/2014, 15/08/2014 e 07/01/2015 em Santa Maria, RS. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. Foram registradas as datas de emergência (EM), espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6) de duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’ e duas melhoradas ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’. Conclui-se que o modelo WE estimou adequadamente os estágios de desenvolvimento (EM, R1 e R6) de cultivares crioulas e melhoradas de milho, com um erro médio geral de 3,7 dias.

Termos de indexação: *Zea mays* L., simulação, estágios de desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura que apresenta grande importância devido ao seu elevado potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, o que permite seu uso em diferentes setores, desde alimentação animal e humana ou mediante industrialização, até a produção de biocombustíveis. As cultivares de milho podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), ou como cultivares

melhoradas, que além de VPA incluem também os híbridos (Morris et al., 2003). As CLTCs são, geralmente, denominadas “crioulas” e possuem características de adaptação às condições locais de cultivo por meio da seleção natural, exercida por pressões de natureza biótica e abiótica, e artificial praticada pelos agricultores familiares (Berg, 2009). Já as cultivares melhoradas são aquelas obtidas em um programa formal de melhoramento genético, sendo comercializadas sob denominação registrada e/ou sob proteção intelectual (Viana, 2011).

Os modelos que estimam os estágios de desenvolvimento das culturas são ferramentas que podem ser usadas para auxiliar nas práticas de manejo, como a escolha da melhor data de semeadura para as plantas se desenvolverem em melhores condições ambientais, e também podem auxiliar na escolha de cultivares que melhor se adaptam em cada região (Alberto et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi testar o desempenho do modelo de Wang e Engel (WE) para estimar os principais estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho em diferentes datas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados neste estudo são provenientes de experimentos conduzidos em campo, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude: 29° 43’S, longitude: 53° 43’W e altitude: 95 m). Os experimentos foram realizados com a cultura do milho, em dois anos agrícolas: 2013/2014 e 2014/2015 em diferentes datas de semeadura. O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A correção do solo e a adubação foram realizadas

conforme indicações da cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada Irrigação suplementar por gotejamento para evitar deficiência hídrica. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. No ano 2013/2014 foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e uma melhorada o híbrido 'AS 1573PRO' nas datas de semeadura 20/08/2013, 04/11/2013 e 03/02/2014. No ano 2014/2015 foi acrescentado a cultivar melhorada do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Planalto' nas datas de semeadura 15/08/2014, 13/12/2014, 07/01/2015. A data de 13/12/2014 foi usada para calibrar o modelo WE e as demais datas para avaliar seu desempenho.

A data de emergência (EM) foi considerada quando 50% ou mais das plântulas da parcela estavam visíveis acima do nível do solo. Nas parcelas com as cultivares crioulas foram marcadas 45 plantas devido a sua maior variabilidade genética, enquanto que nas melhoradas foram marcadas 15 plantas. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1), quando 50% ou mais das plantas de cada parcela estavam com os estigmas visíveis na espiga (Ritchie et al., 1997), e a maturidade fisiológica (R6). O R6 nas plantas das cultivares crioulas foi considerado quando a folha da base da espiga estava 100% seca, e, nas melhoradas, quando a palha que recobria a espiga estava 100% seca, por meio da visualização da senescência total. Essa associação foi verificada em plantas da bordadura que foram destruídas para observar a ocorrência do aparecimento da camada escura no grão.

Para as estimativas, o ciclo foi dividido em três fases (Ritchie et al., 1993; Streck et al., 2008; 2009): fase de emergência, da semeadura (SE) até a emergência (EM); fase vegetativa, da emergência (EM) até o espigamento (R1); fase reprodutiva, do espigamento (R1) até a maturidade fisiológica (R6). O primeiro passo consistiu em calcular a taxa diária de desenvolvimento (r). O estágio de desenvolvimento (D_s) é obtido pelo acúmulo da taxa diária de desenvolvimento ($DS = \sum r$). O DS foi considerado -1,0 na semeadura e 0,0 na EM, 1,0 em R1 e 2,0 em R6 (Costa & Barros, 2001). As equações gerais do modelo para as fases são (Wang & Engel, 1998): emergência (SE-EM): $r = r_{\max,e} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}; vegetativa (EM-R1): $r = r_{\max,v} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}; e reprodutiva (R1-R6): $r = r_{\max,r} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}. em que: $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ são as taxas máximas de desenvolvimento diário (dia⁻¹) para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva, respectivamente, e $f(T)$ é a função de resposta à

temperatura do ar, que varia de zero a um (Wang & Engel, 1998) e é igual a:

$$f(T) = \frac{2(T-T_b)^{\alpha} [(Tot-T_b)]^{\alpha} - (T-T_b)^{2\alpha}}{(Tot-T_b)^{2\alpha}}$$

quando $T_b \leq T \leq TB$, e $f(T) = 0$ quando $T < T_b$ ou $T > TB$, com:

$$\alpha = \ln(2) / \ln[(TB-T_b)/(Tot-T_b)]$$

em que: T_b , Tot e TB são as temperaturas cardinais (°C) (basal inferior, ótima e basal superior, respectivamente) de desenvolvimento do milho e T é a temperatura mínima ou máxima diária do ar (°C).

As temperaturas cardinais do milho para a fase de emergência foram assumidas como sendo $T_b = 10,0$ °C, $Tot = 29,3$ °C e $TB = 40,2$ °C, e para as fases vegetativa e reprodutiva foram $T_b = 6,2$ °C, $Tot = 30,8$ °C e $TB = 42,0$ °C (Sánchez et al., 2014). As taxas $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ são dependentes do genótipo e foram estimadas com dados observados na semeadura de 13/12/2014 para todas as cultivares.

A avaliação do modelo foi realizada usando as estatísticas Raiz do quadrado médio do erro (RQME), Raiz do quadrado médio do erro normalizado (RQMEN), Índice BIAS e o Coeficiente de Correlação (r) (Loague & Green, 1991; Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso do modelo WE foi estimado, em dias após a semeadura, a data de ocorrência dos estágios de emergência (EM), espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6) para as quatro cultivares nas cinco datas de semeadura. Os resultados das estimativas foram comparados aos dados observados e estão representados na **Figura 1**. O modelo teve desempenho satisfatório com os valores estimados e observados próximos da linha 1:1, para os três estágios de desenvolvimento, tanto para as cultivares crioulas quanto para as melhoradas.

As estatísticas usadas confirmam o bom desempenho do modelo WE em estimar a data de ocorrência dos estágios EM, R1 e R6 (**Figura 1**). O índice BIAS foi próximo de zero e positivo (0,02), o que indica que o modelo apresentou pequena superestimava. A correlação entre os dados simulados e observados foi alta ($r = 0,99$). De acordo com a estatística RQME, houve erro médio de 3,7 dias para estimar os três estágios das cultivares de milho utilizadas. Em trabalho utilizando o modelo WE com a VPA 'BRS Missões' foi observado um RQME de 2,7 dias para R1 e 4,8 dias para R6, que na média representa 3,8 dias, erro próximo ao observado neste estudo (Streck et al., 2008; Streck et al., 2009). Um erro de estimativa de

3,7 dias pode ser considerado pequeno em relação ao ciclo das cultivares que varia de aproximadamente 123 a 154 dias da sementeira até a maturidade fisiológica. Com isso, pode-se considerar que o modelo WE apresenta desempenho satisfatório em estimar os estágios de desenvolvimento das cultivares de milho. Isto foi confirmado pelo resultado da estatística RQMEN que indicou um erro de 5,3 % na estimativa dos estágios de desenvolvimento (**Figura 1**).

CONCLUSÕES

O modelo Wang e Engel estima adequadamente os estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho.

REFERÊNCIAS

- COSTA, L.C.; BARROS, A.H.C. Desenvolvimento e teste de um modelo de simulação decrescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.75-82, 2001.
- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- ERPEN, L. et al. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1230-1238, 2013.
- LOAGUE, K.; GREEN, R.E., 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.7, p.51-73, 1991.
- MORRIS, M. et al. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GULLIN, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural**
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SÁNCHEZ, B. et al. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. **Global Change Biology**, v.20, p. 408-417, 2014.
- STRECK, N.A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.449-455, abr. 2008.
- STRECK, N.A. et al. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and developmental stages in maize based on air temperature. *Ciência Rural*, v.39, p.642-648, 2009.
- WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. *Agricultural Systems*, v.58, p.1-24, 1998.

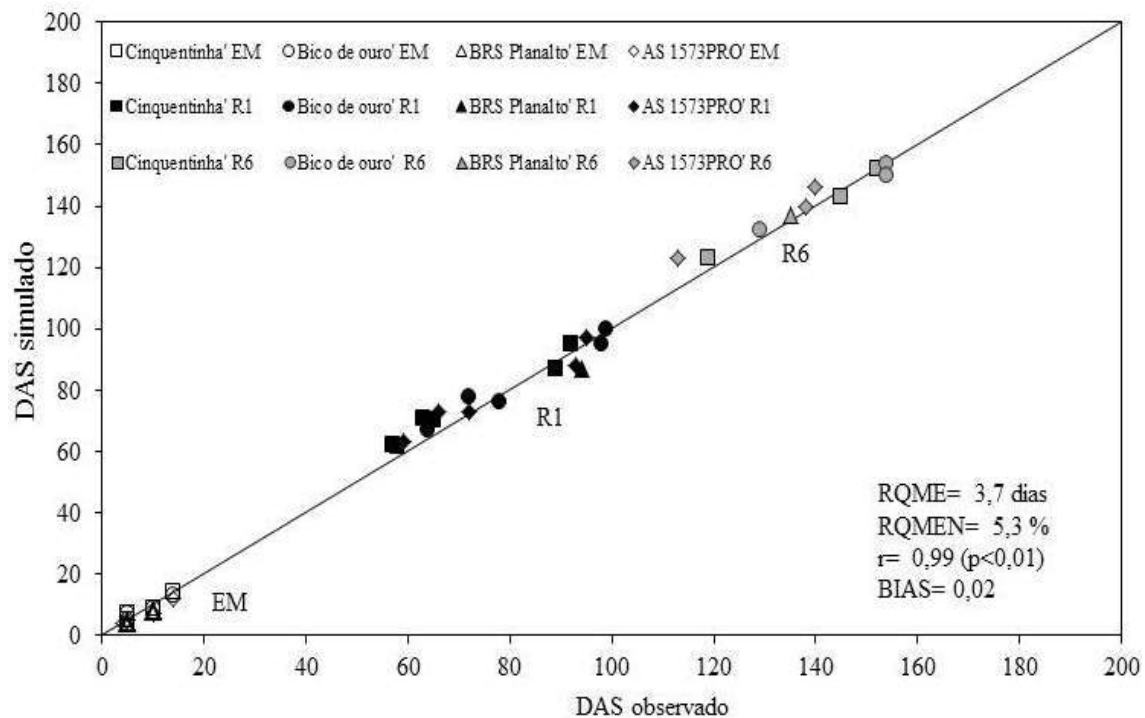


Figura 1. Dias após a sementeira (DAS) estimado com o modelo Wang e Engel e observado, para a emergência (EM), o espigamento (R1) e a maturidade fisiológica (R6), das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico de ouro' e 'AS 1573PRO', nas datas de sementeira de 20/08/2013, 04/11/2013, 03/02/2014, 15/08/2014 e 07/01/2015, e 'BRS Planalto', nas datas de sementeira de 15/08/2014 e 07/01/2015, Santa Maria, RS, Brasil. RQME: raiz do quadrado médio do erro, RQMEN: raiz do quadrado médio do erro normalizado, r: Coeficiente de Correlação, BIAS: índice Bias.

Número Final de Folhas de Cultivares de Milho com Diferente Variabilidade Genética

Tais Slim⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Isabel Lago⁽³⁾; Josana Andréa Langner⁽⁴⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Aluna de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais; Santa Maria – RS; tais.slim@hotmail.com; ⁽²⁾ Orientador; Professor; Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Professora; Departamento de Fitotecnia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS.

RESUMO: O número de folhas acumuladas no colmo principal é um parâmetro de desenvolvimento vegetativo das espécies agrícolas, sendo que na cultura do milho está relacionado com o surgimento de estágios de desenvolvimento, expansão da área foliar e determina momentos para realizar práticas de manejo. O objetivo deste trabalho foi comparar o número final de folhas de cultivares de milho com diferente variabilidade genética nas condições de Santa Maria, RS. Dois experimentos foram conduzidos com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, espaçamento entre linhas de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. No ano agrícola 2013/2014 foram utilizadas duas cultivares crioulas, ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’, e duas melhoradas: o híbrido ‘AS 1573PRO’ e a cultivar melhorada do tipo variedade de polinização aberta (VPA) ‘BRS Missões’, semeadas em 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3). No ano 2014/2015 foram utilizadas as mesmas cultivares, com exceção da ‘BRS Missões’ que foi substituída pela ‘BRS Planalto’ e as datas de semeadura foram 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2) e 07/01/2015 (Época 3). O total de plantas avaliadas foi de 45 por parcela nas cultivares crioulas devido a sua maior variabilidade e de 5 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. Conclui-se que o número final de folhas varia entre cultivares e épocas de semeadura, resultado da interação entre planta e ambiente. Semeaduras mais cedo ou tardias em relação ao período recomendado (novembro-dezembro) apresentam menores valores de número final de folhas.

Termos de indexação: *Zea mays* L., emissão de folhas.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas de importância econômica mundial e se classifica como o grão mais produzido no mundo, sendo que desempenha importante papel econômico e social, devido à multiplicidade de utilizações, desde a alimentação humana e animal, fabricação de bioprodutos e até na obtenção de biocombustíveis.

As cultivares de milho, segundo sua variabilidade genética, podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), geralmente denominadas “crioulas”, as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), ou como cultivares melhoradas, que além de VPA, incluem também os híbridos (Morris et al., 2003).

O desenvolvimento das plantas é definido por processos que incluem desde a diferenciação celular, a iniciação e aparecimento de órgãos, até a maturação quando a planta completa seu ciclo (Hodges, 1991; Wilhelm & Macmaster, 1995). A planta de milho tem seu desenvolvimento governado pela temperatura do ar (Coelho & Dale, 1980; Streck et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi comparar o número final de folhas de cultivares de milho com diferente variabilidade genética nas condições de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de campo foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, localizada na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com clima Cfa (subtropical úmido sem estação seca definida)

segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961). O solo do local é classificado como de transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Argissolo Bruno Acinzentado Alítico úmbrico) (Streck et al., 2008).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, cada uma constituída de cinco linhas medindo 5 m cada. O espaçamento foi de 0,90 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas, totalizando uma densidade de plantas de 5,5 pl m⁻². O total de plantas avaliadas foi de 45 por parcela nas cultivares crioulas devido a sua maior variabilidade e de 15 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. As práticas de manejo foram realizadas de acordo com as exigências da cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada irrigação suplementar por gotejamento para evitar a deficiência hídrica.

Foram realizados experimentos em dois anos agrícolas, no ano 2013/2014 (Experimento 1) e ano agrícola 2014/2015 (Experimento 2). No Experimento 1 foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e duas melhoradas, um híbrido simples 'AS 1573PRO' e a cultivar do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Missões', semeadas nas datas de 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3). No Experimento 2, as datas de semeadura foram 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2), 07/01/2015 (Época 3). A cultivar melhorada 'BRS Missões' foi substituída pela 'BRS Planalto'.

O número final de folhas nas plantas foi determinado quando estas emitiram a folha bandeira, momento no qual ocorre o pendoamento (estágio VT).

Para verificar se houve diferença do número final de folhas entre cultivares e épocas de semeadura, estas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa Sisvar (Ferreira, 2008) foi utilizado para a realização da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dois anos agrícolas, as plantas de milho foram expostas a diferentes condições de temperatura do ar, com temperaturas mais baixas no início dos anos agrícolas, em agosto, e com o avançar da primavera e início do verão, as temperaturas aumentaram gradativamente até atingir os valores máximos nos meses de verão

(Figura 1a e 1b). No Experimento 1, o menor valor de temperatura mínima do ar (T_{min}) foi 1,6 °C e o maior valor de temperatura máxima do ar (T_{max}) foi 40,0 °C. No Experimento 2, a elevação da temperatura do ar ocorreu já no início da primavera (setembro), e permanecendo elevada (temperatura máxima do ar acima de 25 °C) até o início do outono (março) (Figura 1b).

A variável número final de folhas (NFF) apresentou diferença significativa para a interação dupla cultivar x época de semeadura no Experimento 1 (Tabela 1). As letras minúsculas na linha comparam os valores de NFF das cultivares nas datas de semeadura. Nas épocas 1 e 2 a cultivar 'Bico de ouro' apresentou maior valor de NFF, seguido pelas cultivares 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO' que não diferiram, enquanto que a cultivar 'Cinquentinha' apresentou menor valor de NFF (Tabela 1). Na época 3 a cultivar 'Bico de ouro' novamente apresenta maior valor, enquanto que as demais não diferiram (Tabela 1). Na média geral a cultivar 'Bico de ouro' apresenta maior valor de NFF, 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO' não diferem, e a 'Cinquentinha' apresenta menor valor (Tabela 1).

NFF da cultivar 'Cinquentinha' não diferiu entre as épocas de semeadura (Tabela 1). A cultivar 'Bico de ouro' apresenta maior valor de NFF nas épocas 1 e 2. A cultivar 'BRS Missões' apresentou maior valor de NFF na época 2 que não difere 1 e esta não difere da 3. A cultivar 'AS 1573PRO' não difere nas épocas 1 e 2, e apresenta menor valor na época 3 (Tabela 1). Na média geral verifica-se que nas épocas 1 e 2 os valores não diferem, e na época 3 é encontrado o menor valor de NFF (Tabela 1).

No Experimento 2 não foi verificada diferença significativa para a interação dupla cultivar x época de semeadura. Dentre as cultivares segue a mesma tendência do ano 1, com a 'Bico de ouro' apresentou maior valor de NFF, as cultivares 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO' não diferem, e 'Cinquentinha' apresenta menor valor (Tabela 1). Dentre as épocas, a 2 apresenta maior valor de NFF, seguida pela 3, e menor valor verificado na época 1 (Tabela 1).

CONCLUSÕES

O número final de folhas varia entre cultivares e épocas de semeadura resultado da interação entre planta e ambiente.

Semeaduras mais cedo ou tardias em relação ao período recomendado (novembro-dezembro)

apresentam menores valores de número final de folhas.

REFERÊNCIAS

- COELHO, D.T.; DALE, R.F. An energy-crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.503-510, 1980.
- CQFS-RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO). Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400 p.
- HODGES, T.F. **Predict crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46 p.
- MORRIS, M. L. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GOLLIN, D. (Ed.). **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural research**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. Cap. 8, p. 135-158.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 2. ed. rev. e ampl., 222 p.
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WATER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.323-329, 2007.
- WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

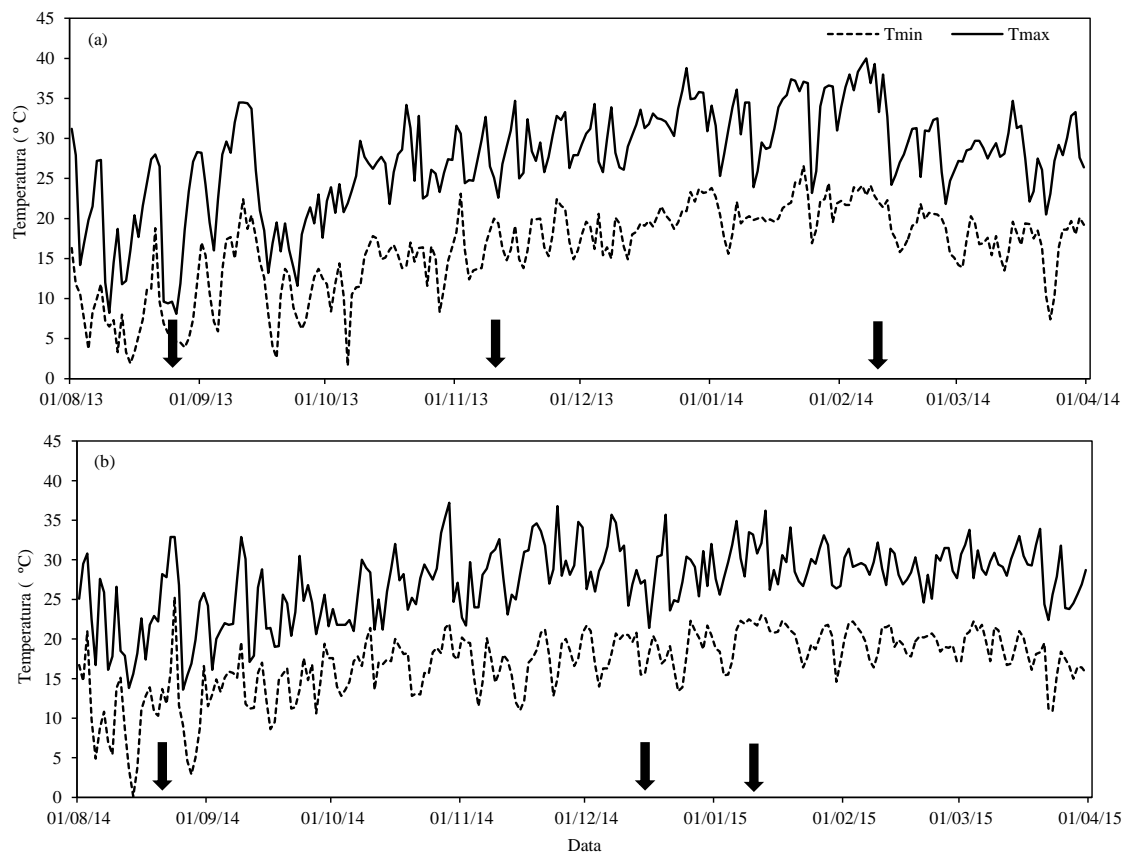


Figura 1. Variação diária da temperatura mínima (Tmin, °C) e máxima (Tmax, °C) do ar durante o ano agrícola 2013/2014, Experimento 1 (a), e ano agrícola 2014/2015, Experimento 2 (b), em Santa Maria, RS, Brasil. As setas indicam as datas de semeadura do milho.

Tabela 1. Número final de folhas(NFF) das cultivares de milho ‘Cinquentinha’, ‘Bico de ouro’, ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’ em diferentes de semeadura no ano agrícola 2014/2015 (A) 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3), ano 2014/2015 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2), 07/01/2015 (Época 3), nas condições de Santa Maria, RS.

Época	Cultivares				
	Ano agrícola 2013/2014				
	‘Cinquentinha’	‘Bico de ouro’	‘BRS Missões’	‘AS 1573PRO’	Média das épocas
1	20,0 cA	23,2 aA	21,1 bAB	21,6 bA	21,5 A
2	20,3 cA	23,5 aA	21,3 bA	21,6 bA	21,7 A
3	19,6 bA	22,4 aB	20,5 bB	20,0 bB	20,7 B
Média das cultivares	20,0 c	23,0 a	21,0 b	21,0 b	
Época	Ano agrícola 2014/2015				
	‘Cinquentinha’	‘Bico de ouro’	‘BRS Planalto’	‘AS 1573PRO’	Média das épocas
	1	19,7 ^{ns}	22,5	20,2	20,2
2	20,6	23,4	21,9	21,9	21,9 A
3	20,3	23,0	21,0	21,1	21,4 B
Média das cultivares	20,1 c	23,0 a	21,1 b	21,1 b	

^{ns} - Não significativo pelo teste Tukey a 5%. Letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Simulação do Número de Folhas de Cultivares Crioulas e Melhoradas de Milho com Modelos Agrícolas

Nereu Augusto Streck⁽¹⁾; Josana Andrea Langner⁽²⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽³⁾; Angélica Durigon⁽⁴⁾; Isabel Lago⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS (nstreck2@yahoo.com.br); ⁽²⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar a simulação da emissão de folhas de cultivares crioulas e melhoradas de milho realizada pelos modelos CSM-CERES-Maize (modelo linear), e Wang e Engel (modelo não linear). Foram realizados dois experimentos nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, com delineamento de blocos ao acaso. Os coeficientes dos modelos foram calibrados a partir de um conjunto de dados de número de folhas totais de plantas, coletados na data semeadura de 04/11/2013, do ano 2013/14, para as cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’ e o híbrido simples ‘AS 1573PRO’. Para a variedade de polinização aberta melhorada ‘BRS Planalto’, os coeficientes foram estimados com dados da semeadura de 13/12/2014, do ano 2014/15. A avaliação dos modelos foi realizada com dados independentes das datas de semeaduras dos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 em Santa Maria, RS, Brasil. A melhor estimativa do número total de folhas, tanto para cultivares crioulas como melhoradas, foi obtida com o modelo Wang e Engel. A raiz do quadrado médio do erro do modelo Wang e Engel foi de 1,0 folha, em comparação com o modelo linear CSM-Ceres-Maize, em que a raiz do quadrado médio do erro foi de 1,5 folha.

Termos de indexação: ciclo de desenvolvimento, *Zea mays* L., modelagem das culturas

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem importante papel socioeconômico devido a sua variedade de utilizações, tanto na alimentação humana e animal, quanto na indústria. Considerando sua variabilidade genética, as cultivares de milho podem ser agrupadas em cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), todas do tipo variedades de

polinização aberta (VPA), e em cultivares melhoradas, que incluem VPAs e híbridos (Morris et al., 2003).

O número de folhas é uma importante variável, que está relacionada com o surgimento de estágios de desenvolvimento, com a expansão da área foliar e algumas práticas de manejo (Streck et al., 2009a).

A modelagem das culturas agrícolas é uma ferramenta que descreve, a partir de equações matemáticas, o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Quando o modelo está com parâmetros genéticos devidamente calibrados e testados para as condições de estudo, pode auxiliar na tomada de decisão de práticas de manejo (Streck et al., 2003), e na compreensão da resposta das culturas à variabilidade climática e mudança climática (Streck & Alberto, 2006; Streck et al., 2008; Streck et al., 2012).

Os modelos agrícolas de desenvolvimento de plantas podem ser separados em lineares e não lineares, ambos em função da temperatura do ar, porém com respostas distintas. Um exemplo de modelo linear é o modelo CSM-Ceres-Maize (Jones & Kiniry, 1986), e um modelo não linear é o Wang & Engel (Wang & Engel, 1998).

O objetivo deste trabalho foi comparar a simulação de emissão de folhas totais de cultivares crioulas e melhoradas de milho realizadas pelos modelos CSM-Ceres-Maize (linear) e Wang e Engel (não linear).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015, em Santa Maria, RS, Brasil. O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico

Argilúvico típico) (Streck, E. V., et al., 2008). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, cada uma composta por cinco linhas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m, e entre plantas de 0,20 m (densidade de 5,5 pl m⁻²). Informações de preparo do solo, adubação, irrigação, etc.?

No experimento do ano 13/14, as datas de semeadura foram 20/08/2013, 04/11/2013 e 03/02/2014, enquanto que no experimento do ano 14/15 as datas de semeaduras foram 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015. No experimento do ano 13/14 foram utilizadas duas cultivares crioulas, a 'Cinquentinha' (ciclo Precoce) e a 'Bico-de-ouro' (ciclo Tardio), e um híbrido simples, 'AS 1573PRO' (ciclo Precoce). No experimento do ano 14/15 foram utilizadas as mesmas cultivares crioulas e o híbrido, porém a cultivar VPA 'BRS Missões' foi substituída pela VPA 'BRS Planalto' (ciclo Precoce). Foram avaliadas 45 plantas nas cultivares crioulas, devido a sua maior variabilidade genética, e 15 plantas nas cultivares melhoradas. Nestas, semanalmente, foi contado o número de folhas totais (NFT, folhas pl⁻¹) (a partir de que momento/estágio da planta? Até que momento? Qual critério?).

Os dados diários de temperatura mínima (Tmin, °C) e máxima (Tmax, °C) do ar foram coletados na estação automática do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (DISME/INMET), localizada próxima da área experimental.

No modelo CSM-Ceres-Maize, o número de folhas totais (NFT, folhas pl⁻¹), foi calculado por:

$$NFT = STa / FILO \quad (1)$$

em que: STa é a soma térmica acumulada durante o período de emissão de folhas (°C dia) e FILO é o filocrono (°C dia folha⁻¹).

A soma térmica acumulada (STa, °C dia) foi calculada por:

$$STa = \sum STd \quad (2)$$

em que: STd é a soma térmica em um dia (°C dia). A soma térmica diária (STd) utilizada foi a calculada pelo modelo CSM-Ceres-Maize (Jones & Kiniry, 1986).

No modelo Wang & Engel, o NFT foi calculado por (Wang & Engel, 1998, Streck et al., 2009a):

$$NFT = \sum TAF \quad (3)$$

em que: TAF é a taxa de aparecimento de folhas em um dia (folha dia⁻¹). A TAF foi calculada por:

$$TAF = TAFmax \cdot f(T) \quad (4)$$

em que: f(T) é a função de resposta à temperatura do ar. A f(T) é uma função beta que varia de zero a um (Wang & Engel, 1998):

$$f(T) = \frac{[2(T - T_b)]^\alpha [(T_{ot} - T_b)]^\alpha - (T - T_b)^{2\alpha}}{(T_{ot} - T_b)^{2\alpha}}$$

quando $T_b \leq T \leq T_B$, e igual a $f(T) = 0$ quando $T < T_b$ ou $T > T_B$, com:

$$\alpha = \ln(2) / \ln[(T_B - T_b) / (T_{ot} - T_b)]$$

em que: T_b, T_{ot} e T_B são as temperaturas cardinais para a cultura o milho (basal inferior, ótima e basal superior), e T representa as temperaturas mínima e máxima diárias do ar.

As temperaturas cardinais do milho no modelo CSM-Ceres-Maize e WE foram T_b=8°C, T_{ot}=31°C e T_B=44°C (Jones & Kiniry, 1986; Streck et al., 2009b). Os coeficientes filocrono e TAF_{max} são dependentes do genótipo e foram estimados com dados do NFT observados nas cultivares 'Cinquentinha', 'Bico de ouro' e 'AS 1573PRO' na semeadura de 04/11/2013. Para a cultivar 'BRS Planalto', a estimativa destes coeficientes foi obtida a partir de dados observados na data de semeadura 13/12/2014. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NFT e STa (Streck et al., 2009b). A TAF_{max} foi estimada pelo método dos mínimos quadrados, que minimiza os resíduos entre valores observados e simulados do NFT (Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** encontra-se o NFT para as épocas de semeadura e cultivares. Os valores das estatísticas calculadas para todas as cultivares em todas as datas de semeadura confirmam o melhor desempenho do modelo WE em simular a emissão de folhas em milho (**Figura 1B**). A RQME foi menor com o modelo de WE (1,0 folha) (**Figura 1B**), comparado com o modelo CSM-Ceres-Maize (1,5 folha) (**Figura 1A**), resultado próximo ao encontrado para a VPA 'BRS Missões' quando o RQME foi 0,8 folha para o WE e 1,29 folha para o CSM-Ceres-Maize (Streck et al., 2010).

Os valores negativos da estatística BIAS iguais a -0,12 para o CSM-Ceres-Maize e -0,01 para o WE indicam que, de maneira geral, os modelos subestimaram a emissão de folhas para todas as cultivares, mas com menor subestimativa pelo modelo WE.

A superioridade do WE é confirmada pelo RQMEN, com 9,3% de erro, enquanto que para o modelo CSM-Ceres-Maize esse valor é de 13,8 %. A estatística r foi elevada para WE e CSM-Ceres-Maize (0,98), ambos com alta correlação (**Figura 1A e 1B**).

CONCLUSÕES

Os dois modelos conseguem simular o NFT captando a diferença de épocas e cultivares, porém

o modelo WE apresenta melhores resultados em relação ao modelo CSM-Ceres-Maize.

WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. **Agricultural Systems**, v.58, p.1-24, 1998.

REFERÊNCIAS

ERPEN, L.; STRECK, N.A.; UHLMANN, L.O.; LANGNER, J.A.; WINCK, J.E.M; GABRIEL, L.F. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1230-1238, 2013.

JONES, C.A.; KINIRY, J.R. **CERES-Maize: a simulation model of maize growth and development**. College Station. Texas: A & M University, 1986. 194 p.

MORRIS, M.; MEKURIA, M.; GERPACIO, R. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R.E.; GULLIN, D. (Eds.), **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural research**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. p. 135–158.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 126 p.

STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P.S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, p.139-150, 2003.

STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351-1359, 2006.

STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; SAMBORANHA, F.K.; LAGO, I.; SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and developmental stages in maize based on air temperature. **Ciência Rural**, v.39, p.642-648. 2009a.

STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; BUSKE, T.C.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F.K.; SCHWANTES, A. P. Simulating leaf appearance in a maize variety. **Bioscience Journal**, v.26, p.384-393, 2010.

STRECK, N.A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L.F.; SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v.39, p.224-227, 2009b.

STRECK, N.A.; SILVA, S.D. da; LANGNER, J.A. Assessing the response of maize phenology under elevated temperature scenarios. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p.1-12, 2012.

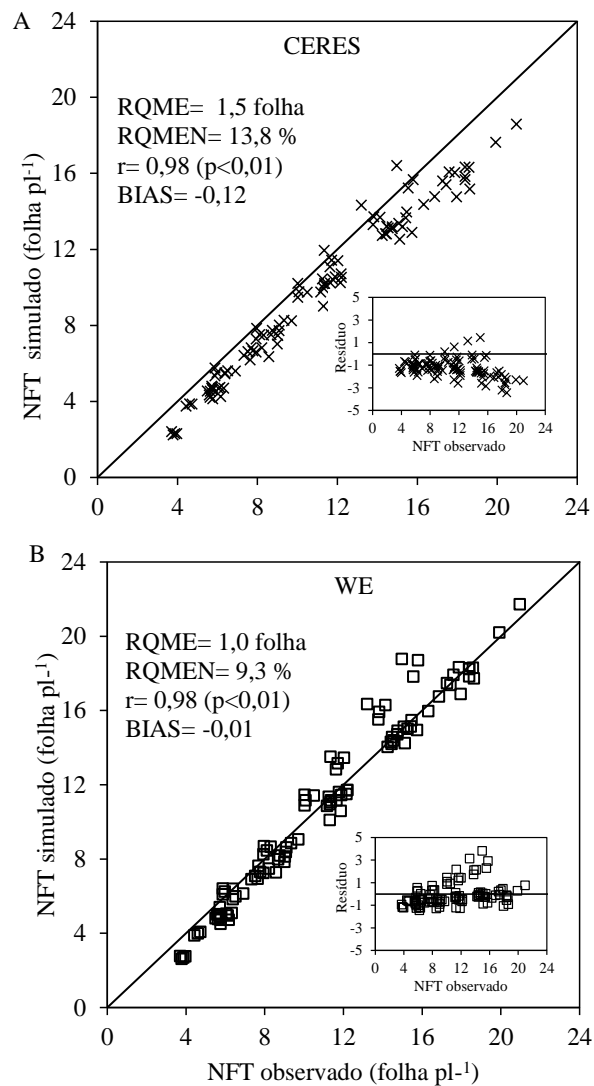


Figura 1. Número de folhas totais (NFT folha pl^{-1}) observado versus simulado com modelo CSM-Ceres-Maize (CERES) (A) e com o modelo Wang e Engel (WE) (B) para as cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Missões', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO', nas cinco datas de semeadura usadas como dados independentes (20/08/2013, 03/02/2014, 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015). A linha cheia é a linha 1:1. RQME: raiz do quadrado médio do erro, RQMEN: raiz do quadrado médio do erro normalizado, r: coeficiente de correlação, BIAS: índice Bias.

Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho

Aildson Pereira Duarte⁽¹⁾, Eduardo Sawazaki⁽¹⁾ e Marcelo Ticelli⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas SP, aildson@apta.sp.gov.br

⁽²⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí SP

RESUMO: O problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas. Em 2015/16 foram observados sintomas de toxicidade flúor em dois experimentos de milho: avaliação e cultivares comerciais e melhoramento do IAC. A semeadura foi realizada no início de dezembro e, a partir do pré-florescimento, ocorreu tempo nublado com nuvens baixas e ventos amenos dificultando a dispersão dos poluentes. O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em cultivares de milho e sua correlação com a produtividade e estudar a contribuição dos progenitores de híbridos na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor. Constatou-se variabilidade genética entre as cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor, sendo as cultivares discriminadas desde altamente suscetíveis a resistentes, evidenciando-se também a tolerância em alguns cultivares. As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentarem os menores sintomas e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os sintomas mais intensos de toxicidade.

Termos de indexação: *Zea mays L., clorose foliar, poluição ambiental*

INTRODUÇÃO

Indústrias que submetem rochas e outros materiais terrosos a altas temperaturas, como a de cerâmicas, vidros, fertilizantes, fundições e siderúrgicas emitem fluoretos para atmosfera principalmente na forma de ácido fluorídrico (HF), que podem acarretar danos à vegetação devido à fitotoxicidade do flúor (F). Nas regiões onde existem estas fontes poluidoras, quando as condições climáticas dificultam a dispersão do flúor atmosférico, seus teores podem atingir níveis elevados e induzir sintomas de toxicidade de F em plantas sensíveis.

Tempo nublado com nuvens baixas por vários dias e ventos amenos dificultam a dispersão dos poluentes. Na região centro-sul de São Paulo, o período de maior nebulosidade é o de dezembro a janeiro, mas com variação de ano para ano no número de dias contínuos totalmente encobertos.

Frequentemente, esse período coincide com o pleno desenvolvimento das plantas de milho.

Existe variabilidade entre as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor, que pode ser explicada pelas diferenças tanto em acumulação quanto na translocação e distribuição do F, fazendo com que a magnitude dos prejuízos da toxicidade de flúor dependa do híbrido ou variedade (Fortes et al., 2003; Ito et al., 2008). É necessário comparar continuamente as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor devido ao dinamismo do mercado de sementes de milho, substituindo as antigas cultivares por novas, em curto espaço de tempo.

Como o problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas e, até que sejam tomadas medidas de controle da poluição, a mitigação das perdas causados pela toxicidade de flúor na cultura do milho depende exclusivamente do emprego de híbridos menos sensíveis a esse elemento.

O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em diferentes cultivares de milho e sua correlação com a produtividade visando orientar técnicos e agricultores na escolha das cultivares que melhor se adaptem neste tipo de ambiente. Ao mesmo tempo, objetivou-se estudar a contribuição dos progenitores de híbridos de milho na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor.

MATERIAL EM MÉTODOS

Os ensaios foram semeados na Unidade de Pesquisa da Agência Paulista de Desenvolvimento dos Agronegócios (APTA), em Tatuí, em 2 de dezembro de 2015. Adubou-se com 450 kg/ha da fórmula NPK 08-28-16 na semeadura e duas aplicações de nitrogênio em cobertura, sendo a primeira com 450 kg/ha da fórmula 20-05-15 e a segunda com 450 kg/ha de sulfatos de amônio. A população inicial após desbaste foi de 62.500 mil plantas ha⁻¹.

No primeiro ensaio, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 32 tratamentos e 4 repetições. Foram avaliados cultivares convencionais e transgênicos representativos do mercado. No segundo ensaio,

foram avaliados nove híbridos do Programa de Melhoramento do IAC, com 2 repetições.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde se avaliou a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os sintomas de sintomas de toxicidade por flúor foram avaliados em 24/02/2016 (84 dias após a emergência - DAE) no primeiro ensaio. Para a avaliação dos sintomas de toxicidade foi adotada uma escala de um a nove, adaptada de Agrocereceres (1994), sendo: 1 = plantas sem sintomas; 2 = plantas com 1% de área foliar afetada (AFA); 3 = plantas com 10% de AFA; 4 = plantas com 20% de AFA; 5 = plantas com 30% AFA; 6 = plantas com 40% de AFA; 7 = plantas com 60% de AFA; 8 = plantas com 80% de AFA e 9 = plantas com mais de 80% de AFA. As notas foram atribuídas por dois avaliadores e utilizou-se o valor médio. As notas agrônomicas foram avaliadas em 15/02/2016 no segundo ensaio, em escala de 1 a 10, levando em consideração a intensidade dos sintomas nas folhas e a aparência das espigas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. No primeiro ensaio, as médias de produtividade de grãos e notas de toxicidade de F foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Determinou-se a correlação de Pearson entre as duas variáveis utilizando o programa SAS. No segundo ensaio, os resultados de produtividade de grãos e notas de aparência agrônômica foram comparados pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância do primeiro experimento o efeito de tratamentos foi significativo para notas de sintomas e produtividade de grãos e houve alta correlação entre as duas variáveis.

Confirmou-se a variabilidade genética entre as cultivares de milho quanto à intensidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor (**Figura 1**). As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentaram os menores sintomas de toxicidade e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os maiores valores. No mesmo local na safra 2007/08 os híbridos isogênicos convencionais 2B587, DKB 390 e AG 8088 apresentaram resultados idênticos ao presente trabalho (Ito et al., 2008).

Verificou-se correlação negativa entre a produtividade de grãos e as notas de toxicidade de flúor. Os presentes resultados confirmam que plantas com sintomas de toxicidade de flúor

apresentavam menor produtividade (Ito et al., 2008). Embora a maioria das cultivares com notas maiores tenha sido menos produtiva, não se pode atribuir este fato somente à clorose foliar induzida pelo F, devido à interferência do flúor nos processos fisiológicos da planta como um todo, que pode variar entre cultivares, e à natural interação genótipo x ambiente. Mesmo assim, sugere-se evitar o cultivo das cultivares que apresentaram maior severidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor nas lavouras muito próximas às indústrias de cerâmicas.

Os resultados da **Tabela 1** mostram que os híbridos simples mais suscetíveis tem em comum a linhagem IAC X, que também é progenitor do IAC 9007, que foi altamente suscetível no primeiro ensaio (**Figura 1**). Estes fatos evidenciam que a suscetibilidade está sendo condicionada pelo genótipo dessa linhagem. Em outro híbrido altamente suscetível, o Murano x IPR 119, a suscetibilidade está no genótipo Murano, uma vez que o IPR 119 não foi suscetível.

CONCLUSOES

Constatou-se variabilidade genética entre os cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor produzido pela poluição ambiental da indústria cerâmica, sendo os cultivares discriminados desde altamente suscetíveis a resistentes, sendo que também se evidenciou a tolerância em alguns cultivares.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, D.F.; SOLDBERG, R.A. Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride & sulfur dioxide. **American Journal of Botany**, Columbus, v.43, p.755-760, 1956.
- AGROCERES. **Guia Agrocereceres de Sanidade**. São Paulo: Agrocereceres, 1994. 56 p.
- ARNDT, U.; FLORES, F.E.V.; WEINSTEIN, L.H. Efeito do F sobre as plantas: diagnose dos danos na vegetação do Brasil. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 155p.
- FORTES, C.; DUARTE, A.P.; MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P.; LAVORENTI, N.A. Toxicidade de flúor em cultivares de milho em área próxima à uma indústria cerâmica, Araras (SP). **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.275-281, 2003. (Nota).

ITO, M.A.; OTA, E.C.; DUARTE, A.P.; RAMOS JÚNIOR, E.U.; WATANABE, E.Y. Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho em Tatuí-SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 27. Londrina, 2008. Anais. Londrina, IAPAR, 2008. p.481

Rendimento da Cana-de-açúcar é afetado por flúor. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.505-509, 2007.

OTTO, R.; FARIA, M.R.M.; QUEIROZ, F.E.C.; MOURA, T.A.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.

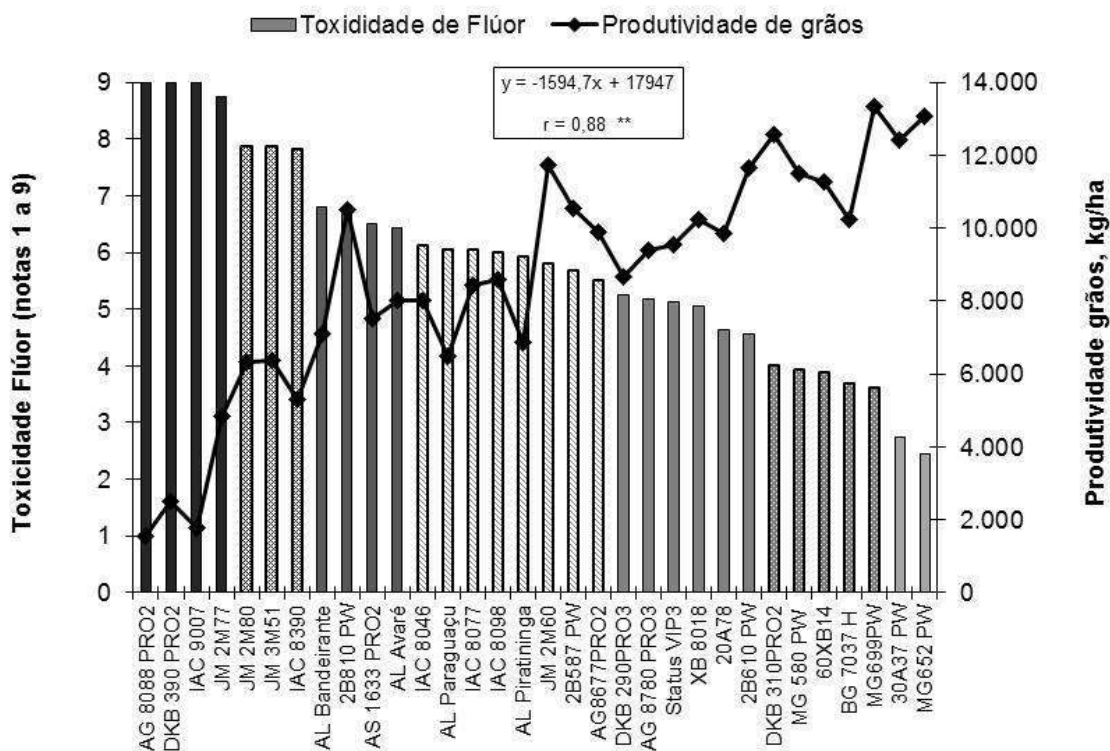


Figura 1. Notas de toxicidade de flúor e produtividade de grãos em cultivares comerciais de milho avaliados, em Tatuí, safra 2015/16. As médias indicadas pelas barras de mesma cor não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Tabela 1. Médias da produtividade de grãos e nota de toxicidade de flúor na aparência agrônômica (escala de 1 a 10) em genótipos de milho no ensaio avançado do programa de melhoramento do IAC, em Tatuí (SP), safra 2015/16.

Genótipos	Tipo ⁽¹⁾	Produtividade ⁽²⁾ kg/ha		Nota Agrônômica (1 a 9)	
IAC 33 x Cati Verde	HI	5.465	a	4,5	a
IAC 33br x 4051	HI	5.595	a	5,3	a
IAC 33br x 2005	HI	4.936	ab	5,8	a
IAC X x IAC 33-15	HS	2.127	c	2,3	b
IAC X x IAC 33-12	HS	2.021	c	2,0	b
IAC 1030 x IAC 33-9	TC	7.499	a	6,0	a
IPR 119	HD	5.590	a	4,8	a

Murano x IPR119	HI	2.655	bc	2,5	b
Média		4.486		4,1	
CV %		24,0		19,3	

⁽¹⁾ HI = híbrido intervarietal; HD = híbrido duplo, TC= híbrido top-cross; HS = híbrido simples.

⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan 5%.

Trinexapac-etil associado a densidades de plantas no desempenho agrônômico do milho de segunda safra⁽¹⁾

Mariana Alves de Oliveira⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽³⁾; André Prechlak Barbosa⁽⁴⁾; Luiz Fernando Pricinotto⁽⁵⁾; Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduada com bolsa CAPES; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; agomariana.oliveira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual de Londrina; claudemirc@uel.br; ⁽³⁾ Pós-graduando; Universidade Estadual de Maringá; leandrotspolaor@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Pós-graduando; UEL; andreprechlak@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-graduado; UEL; lfpricinotto@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor; UEL; csvjneve@uel.br.

RESUMO: Os reguladores de crescimento vegetal são uma alternativa para uso de cultivares de interesse, que não possuem arquitetura foliar moderna, podendo alterar o porte das plantas, permitindo o aumento da densidade de plantas. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho de segunda safra, cultivado em diferentes densidades de plantas associado à aplicação de Trinexapac-etil em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. O estudo foi conduzido em dois anos agrícolas (2013 e 2014), utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera. Foram avaliados 15 tratamentos utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco densidades de plantas: 40.000, 60.000, 80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha⁻¹ e três estádios de aplicação de Trinexapac-etil: testemunha sem aplicação, V6 e V9, com quatro repetições. Foi avaliada a altura de planta, o comprimento da espiga e a produtividade de grãos. Incrementos na densidade de plantas aumentam a altura de planta e reduzem o comprimento da espiga, sem influência na produtividade de grãos. A aplicação de TE no estádio V9 reduz a altura de planta e a aplicação em V6 no ano safra de 2014 proporciona aumentos na produtividade de grãos.

Termos de indexação: Zea mays L., regulador de crescimento, arranjo de plantas.

INTRODUÇÃO

A alteração do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas na linha tem sido apontada como uma das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos na cultura do milho (Kappes et al., 2011). Devido à baixa plasticidade da planta de milho, para cada sistema de produção haverá uma densidade ideal de plantas

para maximizar o rendimento de grãos, sendo a cultivar a principal determinante da densidade de plantas.

O aumento da densidade de plantas aliado à aplicação de elevadas doses de adubos nitrogenados proporcionam o aumento da produtividade de grãos e da altura de plantas, mas, por outro lado, tornam as plantas sujeitas ao acamamento e quebraamento de colmo, fato que dificulta a colheita mecanizada (Mundstock & Silva, 2005).

O uso de reguladores de crescimento vegetal, inibidores das giberelinas, como o Trinexapac-etil (TE), surge como uma alternativa para cultivares de interesse que não possuem arquitetura foliar moderna, podendo alterar o porte e a anatomia, o que pode permitir o aumento da densidade de plantas, a redução do espaçamento entre linhas e a aplicação de altas doses de nitrogênio.

Considerando a escassez de estudos para a cultura do milho, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho de segunda safra, cultivado em diferentes densidades de plantas associado à aplicação de TE em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na FAZESC-UEL, na segunda safra de 2013 e 2014, utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera, com semeadura no dia 06 de março para ambos os anos, sob o sistema de semeadura direta, em Latossolo Vermelho distroférico. Os dados meteorológicos do período de condução do estudo foram obtidos junto à estação Meteorológica do IAPAR (**Figura 1**).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco densidades de plantas (DP): 40.000, 60.000,

80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha⁻¹, combinadas com três épocas de aplicação de Trinexapac-etil: testemunha sem aplicação, V6 e V9, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de seis linhas, com cinco m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo a área útil da parcela as linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lado e 0,5 m das extremidades das mesmas.

A semeadura foi realizada mecanicamente e para atingir as densidades de plantas definidas, realizou-se o desbaste manual no estádio V3 (Ritchie et al., 2003). O Trinexapac-etil (Moddus®) foi aplicado via foliar com o uso de pulverizador costal pressurizado (CO₂) com pressão, vazão e volume de calda de 150L ha⁻¹ e adição de 1L ha⁻¹ (250 g i. a. ha⁻¹ TE). As aplicações nas épocas definidas foram realizadas conforme a escala fenológica da cultura (Ritchie et al., 2003) e a testemunha composta apenas por água.

Para a adubação de semeadura em 2013 foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 08-20-10 e em 2014, 312 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16, conforme a caracterização química do solo (não apresentada no trabalho), e com base nas recomendações para a região. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em ambos os experimentos, no estádio V6. Foram aplicados a lanço 150 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia (45% N), para todos os tratamentos.

Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada com relação a pragas, doenças e plantas daninhas. A colheita foi realizada manualmente no estádio R6, grãos com 20% de umidade, na área útil da parcela.

Foram avaliadas a altura de planta (AP), o comprimento da espiga (CE) e a produtividade de grãos (PG). Para a altura de planta foram avaliadas dez plantas aleatórias da área útil da parcela, considerando a distância do colo da planta até a inserção da folha bandeira, dados médio em m. Comprimento da espiga: foram colhidas dez espigas ao acaso da área útil da parcela, desempalhadas e considerado a distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, valor médio em cm. A produtividade de grãos foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela. Os dados foram ajustados para kg ha⁻¹ com correção do teor de água médio de 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F ($p < 0,05$) e para efeito da densidade de plantas realizou-se estudo de regressão polinomial, e para efeito das épocas de aplicação de Trinexapac-etil aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se efeito significativo da época de aplicação de Trinexapac-etil na altura de planta em 2013 e de densidade de plantas em 2014 (**Tabela 1**). No ano agrícola de 2013, a AP não foi influenciada pela densidade de plantas, com média de 2,00 m (**Figura 2A**). Entretanto, esta foi reduzida com a aplicação de TE no estádio V9 (**Tabela 1**), período considerado como de grande incremento na elongação do colmo (Ritchie et al., 2003), obtendo-se plantas mais compactas. O TE apresenta-se como uma ferramenta de manejo na redução de híbridos de porte alto, devido à redução da elongação das células dos entrenós, pela interferência no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico (Heckman et al., 2002).

Em 2014 a AP apresentou ajuste linear em função do incremento de densidade de plantas (**Figura 2B**), sem influência da época de aplicação de TE. Segundo Sangoi et al. (2002) a maior competição intraespecífica das plantas pela luz, favorece o desenvolvimento e a elongação do colmo em busca de luz na parte superior do dossel, o que varia conforme o ambiente e o genótipo empregado.

O CE foi alterado significativamente pelo fator densidade de plantas, em ambos os anos de cultivo. A produtividade de grãos não foi alterada significativamente em 2013 pelos fatores em estudo. Em 2014 apresentou significância apenas para a época de aplicação de TE, sem efeito de densidade de plantas e interação entre estes fatores (**Tabela 2**). O incremento na densidade de plantas reduziu o CE, para ambos os anos de cultivo (**Figura 3A e B**), o mesmo foi observado por Kappes et al. (2011) e Souza et al. (2013).

A PG não foi influenciada pelas densidades de plantas (**Figura 4A e B**). Conforme a **figura 1**, é provável que a baixa disponibilidade hídrica a partir dos 40 dias após a semeadura em 2013, durante o desenvolvimento vegetativo abrangendo fases importantes de definição de componentes de produção, bem como a estiagem principalmente no período que antecedeu o florescimento em 2014, tenham afetado a PG e a resposta aos fatores estudados. Para o ano de 2014, a aplicação de TE no estádio V6 incrementou a produtividade de grãos (**Tabela 2**), sem efeitos significativos para o ano de 2013.

Esperava-se que a redução da AP pelo TE permitisse máxima resposta de rendimentos para maiores densidades populacionais. Contudo, essa interação parece ser mais provável para as condições de milho safra ou para semeaduras precoces de milho de segunda safra. Nestas situações há maior disponibilidade dos fatores de produção que permitem o incremento da densidade de plantas.

São necessários novos estudos em condições meteorológicas mais favoráveis pra buscar resultados concretos que possam responder o comportamento da aplicação de Trinexapac-etil associado ao incremento de plantas por área na cultura do milho de segunda safra.

CONCLUSÕES

Incrementos na densidade de plantas aumenta a altura de planta e reduz o comprimento da espiga, sem influência na produtividade de grãos.

A aplicação de Trinexapac-etil no estádio V9 reduz a altura de planta e a aplicação em V6, dependendo do ano de cultivo, proporciona aumentos na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of Trinexapac-etil on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, v.42, n.2, p.423-427, 2002.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 348-359, 2011.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Evangraf: Porto Alegre, 2005. 51p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. 20p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, n.2, p. 101-110, 2002.

SOUZA, R. S.; VIDIGAL FILHO, P. S. V.; SCAPIM, C. A.; MARQUES, O. J.; QUEIROZ, D. C.; OKUMURA, R. S.; RECHE, D. L.; CORTINOVE, V. B. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 995-1010, 2013.

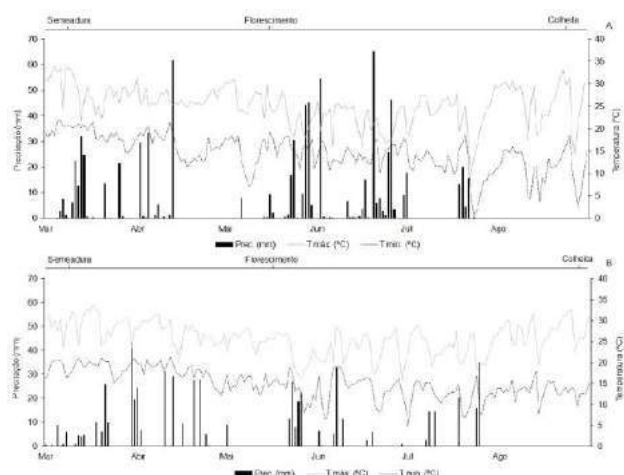


Figura 1. Dados meteorológicos de 2013 (A) e 2014 (B) em cultivo de milho em Londrina – PR.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância de altura de planta (AP) em função da densidade de planta e épocas de aplicação de TE em milho de segunda safra.

FV	AP (m)		
	2013	2014	
Época			
T	2,08 a	2,22	
V6	2,04 a	2,26	
V9	1,87 b	2,24	
	GL	Quadrado Médio	
Bloco	3	0,06534	0,2207
DP	4	0,01247 ^{ns}	0,0829 [*]
Ép.	2	0,25904 [*]	0,0080 ^{ns}
DP x Ép	8	0,02256 ^{ns}	0,0100 ^{ns}
CV %		5,27	3,79

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo p < 0,05 pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

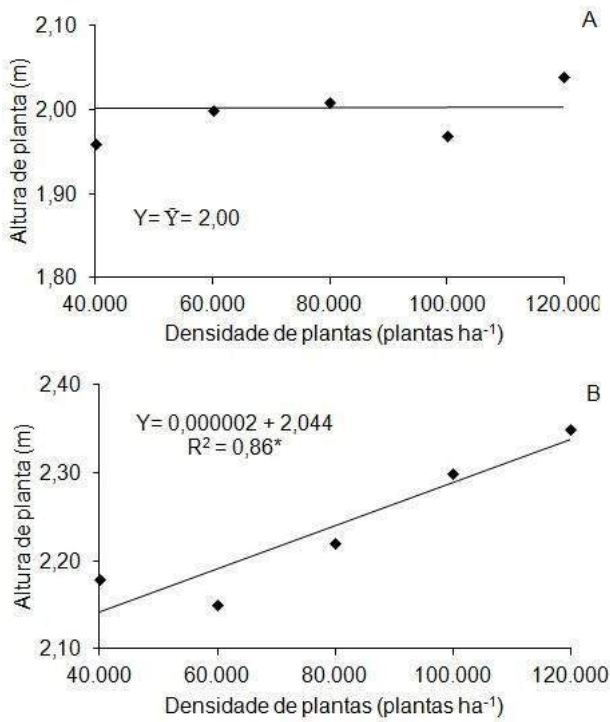
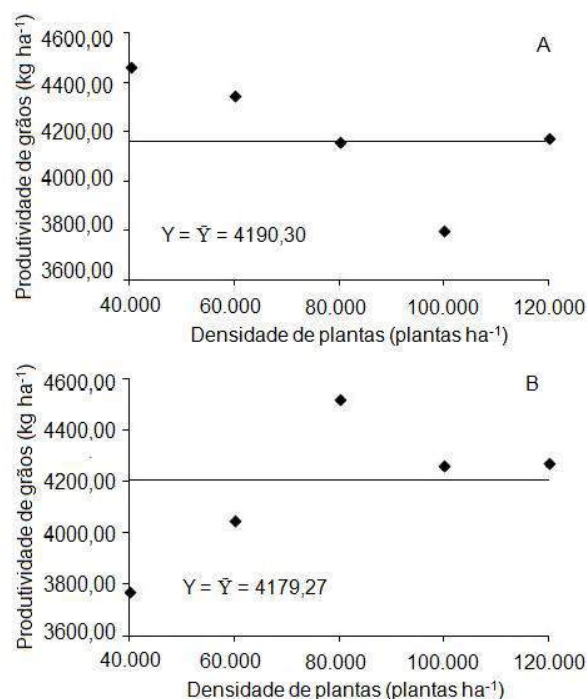
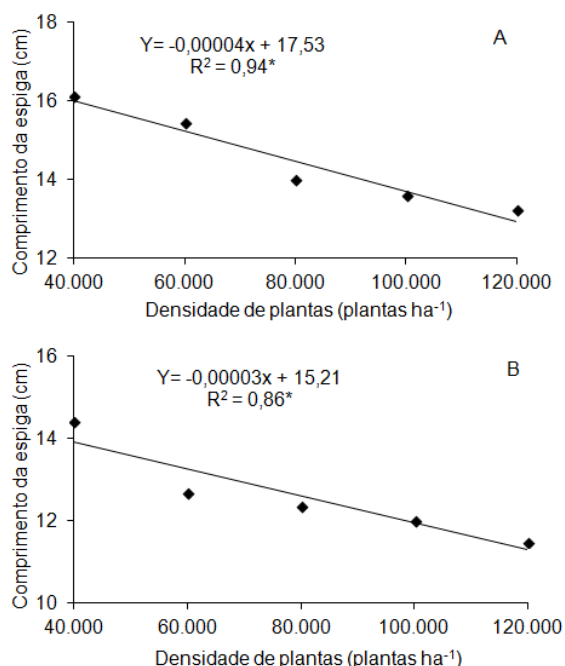


Figura 2. Altura de planta de milho em cultivo de segunda safra em 2013 (A) e em 2014 (B), em resposta a densidade de plantas. * $p < 0,05$

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de comprimento da espiga (CE) e produtividade de grãos (PG) em função da densidade de planta e épocas de aplicação de TE em milho de segunda safra.

FV	Componentes de produção				
	CE (cm)		PG (kg ha ⁻¹)		
E	2013	2014	2013	2014	
T	14,75	12,6	4058,71	3984,79 b	
V6	14,06	12,86	4226,87	4611,28 a	
V9	14,61	12,36	4285,32	3941,76 b	
	GL		Quadrado médio		
Bloco	3	0,72	0,20	264955,7	85799,6
DP	4	18,71*	14,81*	761635,8 ^{ns}	951756,9 ^{ns}
E	2	2,59 ^{ns}	1,21 ^{ns}	276825,2 ^{ns}	2808619,6*
DPxE	8	1,13 ^{ns}	0,52 ^{ns}	476121,4 ^{ns}	687265,2 ^{ns}
CV %		7,75	7,12	18,52	17,4

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo p < 0,05 pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



Aplicação de fungicida no espigamento do milho visando controle da podridão de espiga de giberela.

Maiquiel D. Fingstag⁽¹⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽²⁾; Diego Bevilaqua⁽³⁾; Paulo R. Kuhnem⁽⁴⁾; Juliana Borba Valente⁽⁵⁾; Samara Deschamps⁽³⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC ; Lages, Santa Catarina; maiquiel_diego@hotmail.com; ⁽²⁾Professor da UDESC, bolsista de produtividade do CNPq; ⁽³⁾Acadêmico do curso de Agronomia; UDESC; ⁽⁴⁾Pesquisador Biotrigo; ⁽⁵⁾ Consultora interna; BSBIOS Agroindústria.

RESUMO: A podridão de giberela (PG), reduz o rendimento e a qualidade de grãos. Espigas infectadas aumentam a presença de grãos ardidos e o potencial de produção de micotoxinas. O controle da doença é dificultado pela inexistência de híbridos resistentes e pela baixa eficácia de práticas culturais em reduzir as fontes de inóculo do fungo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fungicidas no espigamento do milho sobre a severidade da (PG), rendimento de grãos (RG) e a incidência de grãos avariados (GA). O estudo foi conduzido na Universidade do Estado de Santa Catarina, no município de Lages, SC, na safra 2014/15. Foi utilizado o híbrido simples P32R48YH. A inoculação do fungo *Fusarium graminearum* ocorreu cinco dias após emissão dos estilos-estigmas, inoculando-se quarenta espigas primárias por tratamento. Os fungicidas e doses (L ha⁻¹ do produto comercial) testados foram: pyraclostrobina + metconazole (0, 750), trifloxistrobina + protriconazol + óleo mineral (0,5 + 0,5), carbendazim (1,0). Testemunha inoculada sem aplicação de fungicida foi mantida como controle. As aplicações foram realizadas 48 horas antes (AI) e depois (DI) da inoculação do fungo. Não houve diferença estatística entre tratamentos na PG, RG e GA. Houve diferença significativa entre os momentos de aplicação dos fungicidas, o qual reduziu a severidade da doença, e aumentou o rendimento, quando aplicados 48 horas AI.

Termos de indexação: *Fusarium graminearum*, *Zea mays*, Controle químico.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é amplamente difundido e cultivado em distintas condições edafoclimáticas. É a segunda cultura em volume de produção de grãos no mundo, constituindo a alimentação básica de humanos e animais.

Por ser amplamente cultivado o cereal torna-se vulnerável em algumas situações aos fatores limitantes a expressão do potencial produtivo, dentre elas a ocorrência de doenças. O cultivo em

monocultura e plantio direto é um agrave para a ocorrência das podridões de espiga pois favorece a sobrevivência, manutenção e a multiplicação do inóculo dos agentes necrotróficos nos resíduos culturais infectados (Wordell & Casa, 2010). No sul do Brasil os fungos *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis* comumente estão associados a podridões de espiga (REIS et al., 2004).

O fungo *F. graminearum* (Schwebe) (teleomorfo *Gibberella zeae* (Schwebe) Petch), tem sido frequentemente encontrado infectando colmos e espigas de milho quando ocorrem chuvas frequentes durante o espigamento do cereal. A situação se agrava quando o milho é cultivado em sucessão aos restos culturais de cereais de inverno colonizados pelo fungo, pois nessa situação há maior garantia de manutenção do inóculo e facilidade de infecção das plantas de milho (Reis et al., 2011).

A exteriorização do estilo-estigma ou ferimentos nos grãos do milho são as principais vias de infecção do patógeno (Reid et al., 1996). Condições de temperatura de 24°C a 26°C e períodos de molhamento persistente favorecem a infecção do patógeno (Reid et al., 1996). Sintomas típicos de podridão rosada da ponta da espiga ocorrem devido a colonização dos grãos pelo crescimento do micélio do fungo de cor rosa, que pode progredir em direção a base da espiga (Casa et al., 2016).

Infecções por *F. graminearum* reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. Pode ocorrer produção de micotoxinas principalmente da classe dos tricotecenos-B (Munkvold, 2003; Desjardins et al., 2008).

Até o presente momento não se tem relatos de técnicas efetivas para o controle da PG em milho. A busca de híbridos que possam expressar resistência genética ao patógeno é explorada, mas ainda não há híbrido resistente a doença. No Brasil existem apenas algumas informações subjetivas para o complexo de doenças e qualidade de grãos (Emygdio et al., 2013).

A ampla gama de hospedeiros do patógeno cria condições para manutenção da densidade e do potencial de inóculo do fungo nas mais distintas

condições edafoclimáticas em que o milho é cultivado, o que dificulta adoção de estratégias eficientes de manejo por práticas culturais adotadas pelo produtor. O controle químico é uma estratégia a ser explorada para a doença. No entanto, neste princípio de controle, aplicações de fungicidas são em sua maioria direcionadas apenas para controle de doenças foliares (Juliati et al., 2007; Brito et al., 2012) e não para patógenos específicos que colonizam as espigas.

Considerando que um dos sítios de infecção são os estigmas, pode-se inferir que fungicidas aplicados durante o período de florescimento do milho possam ter efeito no processo de infecção e colonização do fungo *F. graminearum* nos grãos.

Na cultura do milho ainda são escassas informações sobre o momento de aplicação e os princípios ativos mais eficientes com ação preventiva ou curativa sobre *F. graminearum* infectando estilo-estigmas e grãos da espiga.

Diante do exposto o presente trabalho visou avaliar a eficiência de diferentes fungicidas aplicados de forma preventiva e curativa no espigamento do milho objetivando reduzir a severidade da doença, garantir o rendimento e a qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages, SC, localizado no Planalto Catarinense (27°50'35"S e 50°29'45"W), a 960 metros do nível do mar.

A semeadura do híbrido simples P32R48YH foi realizada no dia 22/10/2014, em área de plantio direto e monocultura de milho. As parcelas constaram de quatro linhas de semeadura contendo 4m de comprimento espaçadas entre elas 0,5m. Apenas as duas linhas centrais foram utilizadas para inoculação do fungo.

O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos casualizados com parcelas subdivididas. Na parcela principal foram alocados os momentos de aplicação de fungicida e na sub-parcela os diferentes fungicidas.

Os tratamentos e doses encontram-se descritos na tabela 1.

Tabela 1: Fungicidas e doses aplicados durante a fase de espigamento do milho, Lages, SC, 2014.

Nome técnico	Nome comercial	Ingrediente ativo (L ha ⁻¹)	Dose (L ha ⁻¹)
T1- pyraclostrobina + metconazole	Opera Ultra	0,097 + 0,060	0,75 + 0,50

T2- trifloxistrobina + protioconazol + óleo mineral	Fox + Aureo	0,075 + 0,087 + 0,360	0,50 + 0,50
T3- carbendazim	Carbendazim Nortox	0,500	1,0
T4- testemunha	-	-	-

A inoculação das espigas ocorreu pela injeção de 2 mL de suspensão de esporos no canal do estilo-estigma com o auxílio de uma seringa dosadora com alimentação automática. As inoculações foram realizadas durante as fases de polinização/pleno espigamento (quatro a sete dias após a emissão dos estigmas) (Ritchie et al., 1993; Reid et al., 1992; Reid et al. 1996). Foi utilizado o isolado de *F. graminearum* obtido de grãos naturalmente infectados pelo fungo oriundos do município de Uberlândia-MG. As suspensões de macroconídios foram produzidos no Laboratório de Fitopatologia da UDESC com metodologia semelhante à descrita por Reid et al. (1996). Por filtragem, diluição e contagem em câmara de Neubauer obteve-se concentração de 2×10^5 macroconídios ml⁻¹ (Reid et al., 1996).

As aplicações de fungicidas foram realizadas 48 horas antes da inoculação (AI) e depois da inoculação (DI) com auxílio de pulverizador costal com pressão produzido por gás CO₂, contendo bicos tipo duplo-leque e vazão de 200 L ha⁻¹. O produto foi aplicado sobre os pendões na parte aérea das plantas.

Após a colheita manual das espigas e remoção da palha foi realizado a avaliação da severidade de podridão de giberela com base na escala proposta por Reid et al., (1996).

As espigas foram trilhadas separadamente conforme cada tratamento e os grãos secos em estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de 60°C até estabilização da umidade a 13% e posterior pesagem e quantificação do rendimento de grãos.

Foram utilizados quatro repetições de 100 gramas de grãos por tratamento para análise visual e classificação em grãos sadios, mofados, ardidos e fermentados, os quais foram pesados separadamente para determinar a porcentagem de grãos avariados em cada amostra.

Os dados de severidade de doença, RG e GA foram avaliados pelo teste de comparação de médias. Os valores de F foram considerados significativos ao nível de significância de 5% (P<0.05). Quando alcançada significância estatística, comparou-se as médias de cada tratamento utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% com auxílio do programa estatístico SAS®.

Figura 1. Severidade da podridão de giberela (A), rendimento médio de grãos (B) e percentual médio de grãos avariados (C) de espigas de milho inoculadas com *Fusarium graminearum* submetidas a aplicação preventiva (48 horas antes da inoculação) e curativa (48 horas depois da inoculação) de fungicidas no espigamento do milho.

No entanto houve diferença estatística entre momentos de aplicação de fungicida na média dos tratamentos. A aplicação de fungicidas de maneira preventiva (AI) reduziu a severidade da PG quando comparada a aplicação curativa (DI) (Tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística entre tratamentos para PG (Fig. 1A), RG (Fig. 1B) e GA (Fig. 1C).

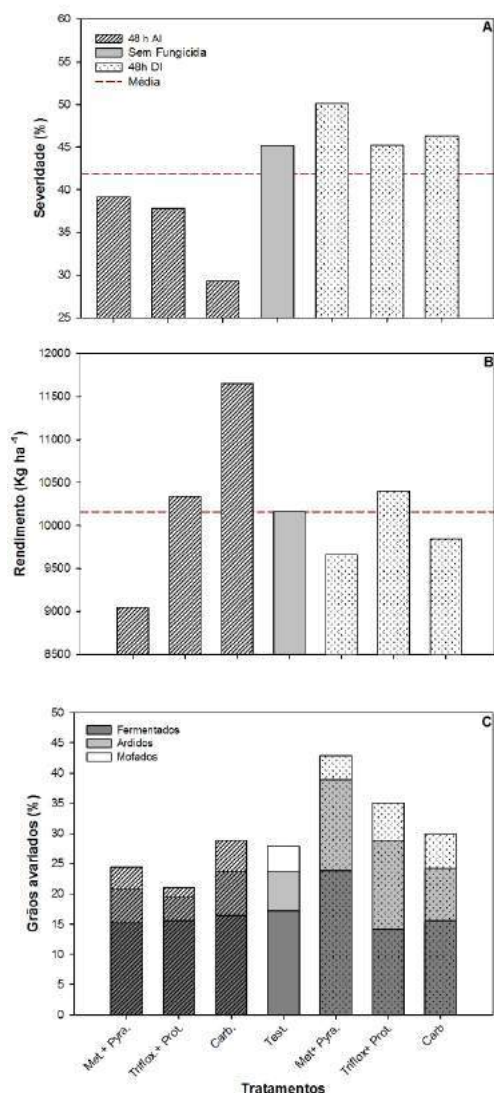


Tabela 2 - Média de severidade e rendimento de grãos nos diferentes momentos da aplicação do fungicida.

Momento da aplicação	Severidade média (%)	Rendimento médio (Kg ha ⁻¹)
48 horas AI	36,7*	10.501 n.s.
48 horas DI	48,8	9.813

* Significante P<0,05.

n.s= Não significante P<0,05.

AI= Aplicação de fungicidas antes da inoculação do fungo na espiga.

DI= Aplicação de fungicidas depois da inoculação do fungo na espiga.

Testando momentos de aplicação de mistura de fungicida para o mesmo patógeno no espigamento do milho, Andriolli (2014) não observou diferença na severidade de PG e RG com aplicações 48 horas AI ou DI, porém apresentaram controle superior em relação a aplicações 144 e 96 horas AI ou DI. Pode-se inferir que quanto mais próximos da inoculação for realizado a aplicação de fungicidas maior a eficiência de controle, e esta por sua vez quando realizada de forma preventiva apresentou em média controle de até 25% superior da severidade da PG em comparação a aplicação curativa.

Na cultura do trigo também há relatos de maior eficácia no controle da giberela quando os fungicidas são aplicados no início do florescimento (Casa et al., 2007), sendo recomendado aplicações preventivas de fungicidas quando previsto durante o período de predisposição da cultura ocorrência de ambiente favorável à infecção (Embrapa, 2014).

Espigas de milho infectadas com *F. graminearum* apresentam redução no RG em híbridos susceptíveis a podridão de espiga (Boutingny et al., 2011). No presente estudo, mesmo não observando diferença estatística no RG, com a aplicação de fungicidas houve incremento de até 688 kg ha⁻¹ na média dos fungicidas em aplicações preventivas.

Quando comparado o percentual de GA com a normativa 60/2011 (Mapa, 2015), todos os tratamentos apresentaram percentuais superiores aos níveis pré-estabelecidos de até 15% (tipo 3), sendo classificados como fora de tipo.

A aplicação de fungicida no espigamento do milho ainda deve ser estudada com alternativa na redução do percentual de GA, visando o aumento da qualidade de grãos, e consequentemente a qualidade das rações devido a menor concentração de micotoxina nas rações.

No Brasil não existem fungicidas registrados para o controle da giberela na cultura do milho (Agrofit, 2016), porém nos Estados Unidos o princípio ativo protriocanazole (Proline®) já possui registro para supressão da giberela em milho, recomendado em pulverizações aéreas no estágio de R1 (emissão do estilo-estigma) até R2 (estilo-estigma com coloração marrom).

O presente estudo mostra que aplicações entre 2 a 5 dias após emissão do estilo-estigma resulta em menor severidade da PG. Novos estudos testando princípios ativos de fungicidas e doses são importantes para o controle da giberela, que permita garantir incremento no rendimento e na qualidade de grãos.

CONCLUSÕES

O momento de aplicação de fungicidas no espigamento do milho influencia na severidade da podridão de giberela. Aplicação realizada de forma preventiva propicia redução da severidade em comparação a aplicação curativa.

Explorar outras moléculas de fungicidas, dose, número de aplicações e inoculação de diferentes isolados de *F. graminearum* são alternativas futuras que devem ser estudadas para propiciar melhoria na qualidade de grãos de milho.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina pela concessão da bolsa de pesquisa.

Aos colegas do laboratório de fitopatologia pelo auxílio prestado.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLLI, C.F. Controle químico da podridão de giberela em espigas de milho pela aplicação de fungicida no espigamento. **Dissertação de mestrado**, 72p., Lages, 2014.

BOUTIGNY, A.; WARD, T. J.; VANCOLLER, G. J.; FLETT, B.; LAMPRECHT, S. C.; O'DONNELL, L.; VILJOEN, A. Analysis of the *Fusarium graminearum* species complex from wheat, barley and maize in South Africa provides evidence of species-specific differences in host preference. **Fungal Genetics and Biology**. v. 48, n. 9, p. 914-920, 2011.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; PINHO, R. G. V.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 49-59, 2012.

CASA, R.T.; BOGO, A.; MOREIRA, É.N.; JUNIOR, P.R.K.; Época de aplicação e desempenho de fungicidas no controle da giberela em trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1558-1563, nov-dez, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; JUNIOR, P.R.K; HOFFMANN, L.L. Doenças do milho: **guia de campo para identificação e controle**. 3.ed.rev. atual. - Lages: Graphel, 86p. 2016.

DESJARDINS, A.; BUSMAN, M.; MANANDHAR, G.; JAROSZ, A.M.; MANANDHAR, H.K.; PROCTOR, R.H. Gibberella ear rot of maize (*Zea mays*) in Nepal: distribution of the mycotoxins nivalenol and deoxynivalenol in naturally and experimentally infected maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.56, n. 13, p. 5428-5436, 2008.

EMBRAPA. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2015**. Brasília, DF, 229p., 2014.

EMYGDIO B.M.; ROSA A.P.S.A.; TEIXEIRA M.C.C. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Embrapa, Brasília, DF. 124p. 2013.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C.; Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.23, n.2, p. 34-41, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa 60/2011. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1739574738> . Acesso em 20 de maio 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons . Acesso em 30 de maio de 2016.

MUNKVOLD, G.P. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. **European Journal of Plant Pathology**, v.109, p. 705-713, 2003.

REID, L. M.; BOLTON, A. T.; HAMILTON, R. I.; WOLDEMARIAN, T.; MATHER, D. E. Effect of silk age on resistance of maize to *Fusarium graminearum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 14, p. 293-298, 1992.

REID, L. M.; HAMILTON, R. Effects of inoculation position, timing, macroconidial concentration, and irrigation on resistance of maize to *Fusarium graminearum* infection through kernels. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 18, n. 3, p. 279-285, 1996.

REIS, E. M.; CASA, R.T. Sobrevivência de fitopatógenos. Vale, FXR; Jesus Junior, WC; Zambolim,

L.(Org.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte, p. 337-364, 2004.

REIS, E.M., CASA, R.T.; TONIN, R.B. O processo infeccioso. In: REIS, E.M. (Org.). **Seminário sobre Giberela em Cereais de Inverno**. Passo Fundo: Berthier, p. 55-72, 2011.

RITCHIE, S.W. HANWEY, I.I.; BERSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 26p. Special Report, 48. 1993.

WORDELL FILHO, J.; CASA, R. T. Doenças na cultura do milho. In: Wordell Filho J.A.; Elias H.T. (Eds). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis. Epagri. pp. 207-273. 2010.

Avaliação da resistência cruzada de genótipos de milho à podridão do colmo e a acumulação de fumonisinas totais nos grãos

Fabrício Eustáquio Lanza⁽¹⁾; Dagma Dionísia da Silva⁽²⁾; Luciano Viana Cota⁽²⁾; Elaine Aparecida Guimarães⁽¹⁾; Frederick Mendes Aguiar⁽¹⁾; Glaucio Reginaldo Gomes⁽³⁾, Cícero Beserra de Menezes⁽²⁾

⁽¹⁾ Pós-doutorando; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estudante; Faculdades Santo Agostinho.

RESUMO: Atualmente, as micotoxinas são o principal problema para a cultura do milho no Brasil, sendo as fumonisinas, as mais importantes. As fumonisinas são produzidas principalmente pelo fungo *Fusarium verticillioides*, causador de várias doenças em milho, como podridões de colmo e espiga. Estudos de resistência de genótipos de milho ao acúmulo de fumonisinas são considerados caros e demandam períodos relativamente longos para obtenção dos resultados finais. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre a resistência de genótipos de milho à podridão de colmo causada por *F. verticillioides* e a acumulação de fumonisinas nos grãos, com intuito de verificar o efeito da resistência cruzada ao fungo nos dois tecidos da planta. Para isso, 28 genótipos de milho, entre linhagens e híbridos comerciais, foram avaliados em experimento de campo, onde foram realizadas inoculações no colmo e espiga, separadamente, com um isolado potencialmente agressivo de *F. verticillioides*. Os resultados de severidade da podridão de colmo foram comparados aos teores de fumonisinas encontrados nos grãos. Por meio da análise dos dados foi possível concluir que os valores de severidade da podridão do colmo do milho não foram relacionados com os teores de fumonisinas nos grãos, indicando a não existência de resistência cruzada.

Palavras-chave: *Fusarium*, micotoxinas, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

O milho é o principal cereal produzido no Brasil, e as exigências comerciais no que se refere à qualidade dos grãos, não só destinados à exportação, mas também para o consumo interno, vem se tornando cada vez mais rígidas, principalmente aquelas voltadas à qualidade sanitária dos grãos e à presença de micotoxinas

(DOU, 2011). No Brasil, o milho é uma cultura amplamente cultivada sob diversas condições climáticas, estando sujeito ao ataque de vários patógenos que afetam as espigas e colmos, causando podridões que resultam na redução do peso e qualidade dos grãos e na produção de micotoxinas (Oliveira et al., 2004; Pereira et al., 2005). O fungo *Fusarium verticillioides* (Saccardo) Nirenberg é considerado o principal patógeno causador de podridões de espigas e colmos em milho, podendo causar tanto infecções sintomáticas quanto assintomáticas. Além disso, *F. verticillioides* é a espécie que apresenta maior capacidade de produção de fumonisinas, um grupo de micotoxinas tóxicas a seres humanos e animais, associadas a diversos tipos de enfermidades, como câncer, problemas hepáticos e cerebrais, além de serem consideradas as principais micotoxinas em grãos de milho (Gelderblom et al., 1988; Munkvold & Desjardins, 1997; Jackson & Jablonski, 2004). Por este motivo, nos últimos anos as agroindústrias têm adotado como padrão de qualidade, o limite máximo de tolerância de 6% de grãos ardidos em lotes comerciais de milho (Menegazzo, 2001). Além disso, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, juntamente com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabeleceu limite máximo de a de 2 $\mu\text{g.g}^{-1}$ para fumonisinas em grãos de milho (Dou, 2011).

Devido a tais problemas, recentemente houve um grande número de publicações de trabalhos que buscavam o controle de fumonisinas, na maioria das vezes sem sucesso. Adicionalmente, estudos envolvendo o controle de fumonisinas ainda são considerados caros e demandam períodos relativamente longos. Provavelmente, estudos envolvendo o controle de fumonisinas podem ser realizados mais rapidamente, se investigados por métodos menos onerosos, facilitando assim a realização destes tipos de trabalho.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre a resistência de genótipos de milho à podridão de colmo causada por *F. verticillioides* e o acúmulo de fumonisinas nos grãos, com intuito de avaliar a existência de resistência cruzada a estes dois importantes problemas em milho, e verificar a possibilidade de seleção de genótipos resistentes à acumulação de fumonisinas com base na resistência à podridão do colmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campus experimental da Embrapa Milho e Sorgo no Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Para obtenção do inóculo de *Fusarium*, primeiramente foi selecionado um isolado potencialmente agressivo segundo Lanza et al. (2014). Este foi cultivado em meio BDA durante 7 dias a 25°C, quando então foi obtida uma suspensão de conídios a uma concentração de 10⁶ esporos/ml. A inoculação dos colmos foi realizada segundo metodologia do palito estéril embebido em suspensão de conídios (Nicoli et al., 2015) e, as inoculações das espigas foram realizadas por meio da injeção da suspensão de conídios no canal dos estilo-estigmas no estágio R2, utilizando uma seringa de recarga automática ligada a uma bolsa ("Backpack") (Clements et al., 2003).

A avaliação das espigas foi realizada quando as mesmas atingiram aproximadamente 15% de umidade dos grãos, após o ponto de maturação fisiológica. Para isso, as mesmas foram colhidas, debulhadas, e a massa de grãos homogeneizada e, posteriormente, retirada uma amostra de 500g para quantificação de fumonisinas totais segundo Lanza et al. (2014).

A avaliação da podridão de colmo foi realizada 30 dias após a inoculação dos mesmos. Para isso os colmos foram cortados longitudinalmente e cada um dos entrenós inoculados, foi avaliado com auxílio de uma escala diagramática de notas variando de 1 a 8 (Nicoli et al., 2015).

Delineamento e análise estatística

As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas de cinco metros, sendo as duas linhas centrais consideradas como parcela útil. Em uma das linhas centrais foi realizada a inoculação dos colmos e na outra foi realizada a inoculação das espigas.

As plantas foram cultivadas no sistema de plantio direto com densidade populacional de 86.000 plantas por hectare e espaçamento entre linhas de 0,4 metros. Foram realizados todos os tratos culturais necessários para o desenvolvimento normal das plantas.

Todas as variáveis foram submetidas a análise de variância e teste de médias utilizando o programa "R"3.2.1. Quando necessário, os dados foram transformados para a $\arcsen \sqrt{x/100}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, houve diferença significativa ($P < 0,05$) quanto à resistência dos genótipos, tanto à podridão de colmo quanto à produção de fumonisinas nas espigas (Figura 1).

Os genótipos considerados mais resistentes à podridão do colmo do milho foram: P30F35, P3862, AG7088, L2841, DKB390, BRS1010, 2B707, Caimbé, BRS4103, BRS1055, BRS3035, L26841-1-4-1, 1F640, L531542, BRS1060 e AG9040; e os mais suscetíveis foram: BRS1030, BRS2020 e L3. Já para a acumulação de fumonisinas totais, os genótipos resistentes foram: P30F35, P3862, AG7088, L2841, DKB390, BRS1030, BRS1010, L228-3, 2B707, BRS1001, BRS2022, BRS1040, Caimbé e BRS4103; e os genótipos suscetíveis foram: L3 a mais suscetível, seguidas pelos genótipos L521237, L26841-1-8-2 e L521283.

A linhagem L531542 foi um dos genótipos que apresentou a menor média de severidade de podridão do colmo, porém, apresentou valores elevados de fumonisinas nos grãos. Resultado oposto também foi observado para genótipo BRS3025, o qual está entre os genótipos com maior média de severidade de podridão do colmo, porém, com baixos teores de fumonisinas.

Relação positiva entre níveis de severidade da podridão do colmo e teores de fumonisinas totais, somente foram detectados para as linhagens: L521237, L26841-1-8-2, L521283 e L3, quatro genótipos, os quais representam 14,28% dos materiais testados. Dentre estes, as linhagens L3 seguida pela L521283, se destacaram como a mais suscetível a ambas as enfermidades.

Segundo análise de correlação de Pearson, houve correlação positiva de 47,3% entre as variáveis: severidade de podridão do colmo e teores de fumonisinas totais, o que pode ser considerado como baixo nível de correlação.

Relato de diferentes doenças em uma mesma espécie de planta causada por um mesmo agente etiológico, são comumente descritas (Costa

et al.,2003). Neste caso, também tem sido relatada que estas, apesar de serem causadas pela mesma espécie de microrganismo, tem por parte da planta, mecanismos de resistência independentes (Costa et al.,2003), corroborando assim com o presente trabalho.

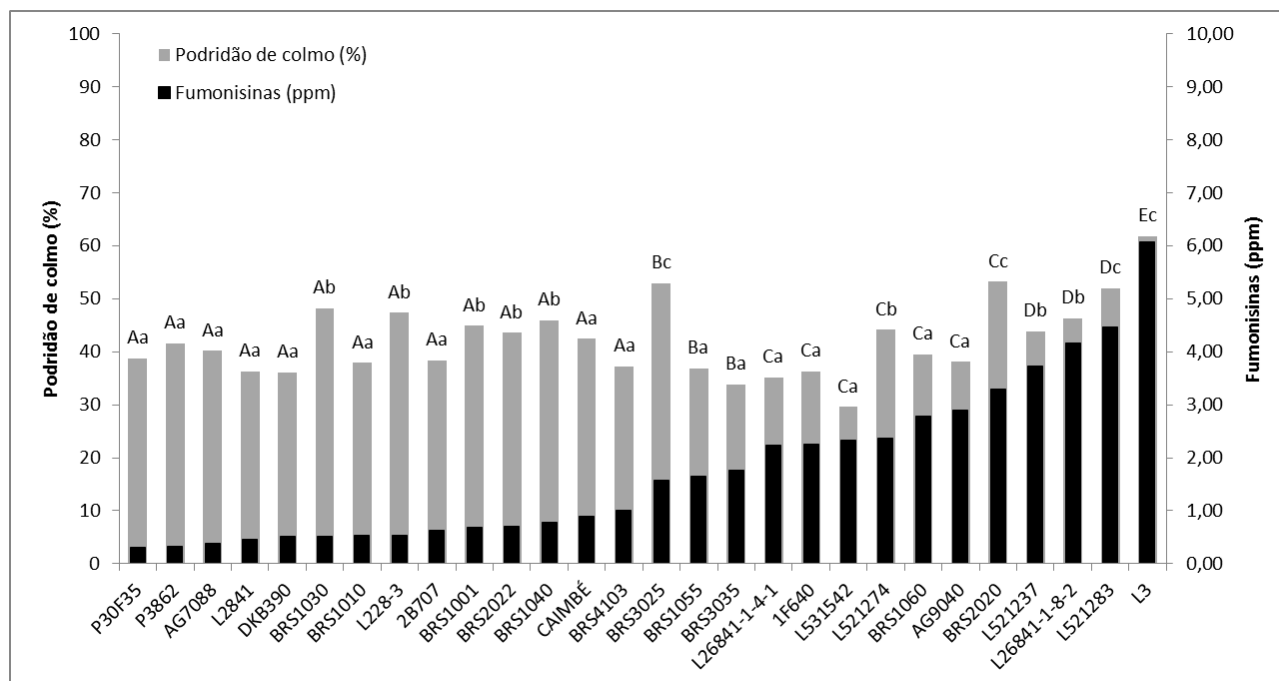


Figura 1 - Severidade da podridão do colmo e teores de fumonisinias totais de 28 genótipos de milho. Barras seguidas de mesma letra (letras maiúsculas representam as barras pretas e letras minúsculas representam as barras cinza), não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados, é possível inferir que, possivelmente, a resistência a podridão do colmo e a acumulação de fumonisinias totais possuem controle genético distinto e, provavelmente, a acumulação de fumonisinias tem controle genético quantitativo.

CONCLUSÕES

Há variabilidade quanto a resistência de genótipos de milho quanto a podridão de colmo causada por *Fusarium verticillioides* e a acumulação de fumonisinias totais, e não há correlação entre estas duas variáveis. Sendo assim, não é possível afirmar que genótipos resistentes a podridão do colmo causada por *F. verticillioides*, são também

resistentes a acumulação de fumonisinias totais nos grãos.

AGRADECIMENTOS

Embrapa Milho e Sorgo, FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A.S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p. 345-354, 2003.

GELDERBLOM W.C., SNYMAN S.D., ABEL S., LEBEPE-MAZUR S., SMUTS C.M., VAN DER WESTHUIZEN L., MARASAS W.F., VICTOR T.C.,

KNASMÜLLER S., HUBER W. Hepatotoxicity and carcinogenicity of the fumonisins in rats. A review regarding mechanistic implications for establishing risk in humans. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v.392, p.279-96, 1996.

JACKSON L., JABLONSKI J., 2004. FUMONISINS. IN: MAGAN N., OLSEN M. (eds). **Mycotoxins in food**. pp. 384-422. CRC Press, Wood-head Publishing Ltd and LLC, Cambridge, England.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V.; QUEIROZ, V. A. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; SOUZA, A. G. C.; FIGUEIREDO, J. E. F. Prevalence of fumonisin-producing *Fusarium* species in Brazilian corn grains. **Crop Protection**, v. 65, p. 232-237, 2014.

MENEGAZZO, R.; GIACOMINI, V.; TRICHEZ, M.A.; LAZZARI, F.A. Amostragem e monitoramento de micotoxinas em matérias-primas para rações. In: Simpósio em armazenagem qualitativa de grãos no MERCOSUL, v.2, **Anais...** Londrina, PR, p.161-171, 2001.

MUNKVOLD G.P., DESJARDINS A.E. Fumonisins in maize. Can we reduce their occurrence? **Plant Disease** v.81, p.556-565, 1997.

NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose do colmo do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, out, 2015.

OLIVEIRA E., FERNANDES F.T., CASELA C.R., PINTO N.F.J.A., FERREIRA A.S. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. pp. 226-267, In: Galvão J.C.C., Miranda G.V. (Eds.) **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação de fungicidas na redução da incidência de grãos ardidos em híbridos de milho

Bruno Schroeder⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Kathia Szeuczuk⁽³⁾; Jean Carlos Zocche⁽⁴⁾; Janaina Neiverth⁽⁵⁾; Alan Stadler⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava, Paraná; brunoxd1942@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Estudante – Pós-graduação Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; ⁽⁴⁾ Estudante-Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. ⁽⁵⁾ Estudante-Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. ⁽⁶⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: As aplicações foliares de fungicidas tem se tornado uma estratégia a mais no manejo da cultura do milho para garantir o rendimento esperado de cada híbrido. O objetivo foi avaliar quatro híbridos comerciais de milho, com e sem fungicida, visando a redução de grãos ardidos e seus efeitos nas características agrônômicas, no ano agrícola de 2015/2016. O trabalho foi instalado na área experimental da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, *Campus CEDETEG*. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 4x3, totalizando 48 parcelas. Foram utilizados quatro híbridos de milho sendo eles, 2A610PW, 32R48YH, AG 9025 e 30F53YH e três tratamentos. Sendo, trifloxistrobina + protioconazol e trifloxistrobina + tebuconazol + carboxamida e um tratamento testemunha (sem controle químico). As aplicações de fungicida foram realizadas quando as plantas estavam, nos estádios V8 (oito folhas) e no estádio R1 (florescimento), com o uso de um pulverizador pressurizado de CO₂, para aplicação dos produtos. Os parâmetros avaliados foram, Produtividade de grãos (PROD), peso de mil grãos (P1000) e porcentagem de grãos ardidos (GA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A aplicação foliar dos fungicidas a base de trifloxistrobina + protioconazol e trifloxistrobina + tebuconazol + carboxamida não influenciaram as características avaliadas incidência de grãos ardidos, peso de mil grãos e produtividade de grãos, sendo estas dependentes do híbrido avaliado.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Stenocarpella macrospora*, princípio ativo.

INTRODUÇÃO

As aplicações foliares de fungicidas tem se tornado uma estratégia a mais no manejo da cultura do milho para garantir o rendimento esperado de cada híbrido com a redução das perdas na comercialização pelo entrave da baixa qualidade grãos e presença de grãos ardidos acima dos tolerados. Dessa forma os fungicidas recomendados para o milho têm a função de manter a sanidade das plantas e tornar o ambiente desfavorável ao desenvolvimento dos patógenos causadores de grãos ardidos (Duarte et al., 2009).

Atualmente, a incidência e severidade das doenças da cultura do milho tem aumentado e diversos fatores que promoveram a evolução da produção e o cultivo em novas regiões explicam o aumento das doenças na cultura (Fernandes & Oliveira, 2000).

A suscetibilidade dos híbridos em conjunto com as condições climáticas favoráveis contribui para o aumento das doenças foliares que assim facilitam a incidência das podridões de espiga que dão origem aos grãos ardidos. Várias são as espécies de fungos ligadas aos grãos ardidos como *Gibberella zeae*, *Stenocarpella macrospora* (*Diplodia macrospora*), *Stenocarpella maydis*, *Fusarium verticillioides* e *Fusarium graminearum* (Mendes, 2009).

A podridão branca da espiga é provocada pelos fungos *Stenocarpella maydis* e *Stenocarpella macrospora*. As espigas que não se dobram após a maturidade fisiológica ou tem espigas mal empalhadas ou com palhas frouxas ou são as mais suscetíveis. Altos volumes pluviométricos no estádio de colheita dos grãos favorecem o surgimento desta doença. O progresso da podridão cessa quase totalmente quando o teor de umidade dos grãos

atinge 21 a 22%, em base úmida (Juliatti et al., 2007).

A utilização de fungicidas químicos em aplicações foliares para controle de doenças associadas à cultura do milho em todo território nacional é uma prática recente, tendo esse tema se tornando motivo de grande questionamento por grande parte dos produtores e técnicos da área (Barros, 2008). Segundo Veiga (2007), essa prática ainda é pouco utilizada por produtores, porém tem mostrado resultados positivos, tanto pela execução de um bom programa de controle de doenças, como pela aplicação de um produto eficiente, que traz ao produtor maiores chances de obter um melhor retorno econômico.

De acordo com Buiate et al. (2006) e Silva et al. (2006) esses resultados são fundamentais na tomada de decisão para a escolha do genótipo a ser recomendado para uma determinada região, pois mesmo apresentando altíssimo potencial produtivo, a produtividade líquida pode ser inferior, devido a sua alta susceptibilidade aos patógenos causadores do "complexo grão ardido".

Nesse sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de fungicidas em quatro híbridos comerciais de milho, visando a redução de grãos ardidos e seus efeitos nas características agrônomicas, no ano agrícola de 2015/2016.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado na área experimental da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, *Campus* CEDETEG, com latitude de 25°23'36" S, longitude de 51°27'19" W e altitude de 1.120 m, em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006) na cidade de Guarapuava, PR.

Tratamentos e amostragens

Foram utilizados quatro híbridos de milho sendo eles, 2A610PW, 32R48YH, AG 9025 e 30F53YH e três tratamentos. Os tratamentos com fungicida foram compostos de: trifloxistrobina + proclorazoxolol (0,4 L ha⁻¹) e trifloxistrobina + tebuconazol + carboxamida (0,8 L ha⁻¹) e um tratamento testemunha (sem controle químico).

As aplicações de fungicida foram realizadas quando as plantas estavam, nos estádios V8 (oito folhas) e no estágio R1 (florescimento), com o uso de um pulverizador pressurizado de CO₂, para aplicação dos tratamentos com fungicidas.

Os parâmetros avaliados foram: Porcentagem de grãos ardidos (GA); peso de mil grãos (P1000) e Produtividade de grãos (PROD).

A incidência de grãos ardidos será determinada conforme procedimento proposto por portaria nº11, de 12/04/96, Brasil (1996). O método consiste na separação visual e na determinação da porcentagem de grãos com sintomas de descoloração em mais de um quarto da sua superfície total, a partir de uma amostra de 250 g de grãos por parcela.

O peso de mil grãos foi obtido pelo cálculo da média de sub amostras de 100 grãos tomadas ao acaso dos grãos colhidos para avaliar a produtividade com uma umidade corrigida para 13% em base úmida, após foi multiplicado por 10 para obtenção da massa de 1000 grãos.

Para a determinação da produção de grãos por hectare, foi realizada a colheita manual das espigas das duas fileiras centrais de cada parcela. As espigas foram debulhadas, os grãos pesados e, posteriormente, retiradas amostras para a determinação da porcentagem de umidade. Os dados de produtividade de grãos foram corrigidos para umidade de 13% e expressos em kg ha⁻¹.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 4x3, totalizando 48 parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises serão realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos dados médios para grãos ardidos, peso de mil grãos e produtividade conforme os tratamentos com fungicidas e tratamento testemunha estão apresentados na **tabela 1**. Verificou-se que houve diferença estatística entre os híbridos avaliados, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos com fungicidas.

Na comparação entre cultivares para trifloxistrobina + tebuconazol + carboxamida, a cultivar 30F53YH responde de maneira inferior, gerando maior porcentagem de grãos ardidos, sendo o mesmo cenário observado para o tratamento controle (**Tabela 1**).

Para os valores de peso de mil grãos os híbridos 32R48YH e AG 9025 obtiveram os melhores valores diferenciando estatisticamente dos demais tanto para os tratamentos com fungicida como para o tratamento testemunha. Analisando o parâmetro produtividade o híbrido AG 9025 demonstrou o melhor rendimento sendo o mais produtivo para todos os tratamentos avaliados (**Tabela 1**).

DUARTE et al. (2009), também encontraram

diferenças nas percentagens de grãos ardidos de acordo com cada híbrido sendo o efeito da resistência de híbridos evidenciada por Pinto 2001 que comenta que dentre as diferentes estratégias no controle das podridões de espiga ou grãos ardidos em milho entre elas a resistência do genótipo. Porém, segundo Duarte et al. (2009) e Brito et al. (2012), a aplicação do fungicida (azoxystrobin + ciproconazole) via foliar assegurou o potencial produtivo e diminuiu a incidência de grãos ardidos em diferentes genótipos.

Analisando peso de mil grãos Lanza (2013), realizou dois ensaios testando diferentes princípios ativos no controle de grãos ardidos e o mesmo observou que para o ensaio 1 independente do produto utilizado, foi significativamente diferente da testemunha. No entanto para o ensaio 2 não foi observada diferença significativa quanto aos tratamentos, concordando com os dados obtidos neste trabalho.

CONCLUSÕES

A aplicação foliar dos fungicidas a base de trifloxistrobina + prothioconazol e trifloxistrobina + tebuconazol + carboxamida não influenciaram as características avaliadas incidência de grãos ardidos, peso de mil grãos e produtividade de grãos, sendo estas dependentes do híbrido avaliado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa em plantio direto - NPD, que me auxiliaram na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- BARROS, R. **Tecnologia de Produção: Milho safrinha e Culturas de Inverno**. Fundação MS,
- BENSCH, M.J., VAN STADEN, J. & RIJKENBERG, J.H.F. Time and site of inoculation of maize for optimum infection of ears by *Stenocarpella maydis*. *Journal of Phytopathology* 136:265-269. 1992.
- BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário oficial da União**, Brasília, n. 72, 1996.
- BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p.49-59, 2012.
- BUIATE, E.A.S.; SILVA, A.M.; BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; SANTANA, D.G. Reação de híbridos de milho ao complexo de patógenos causadores de "grão ardido" e levantamento dos principais fungos associados a essa doença no Brasil Central. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: EMBRAPA, 2006. 1 CD ROM.
- DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, July/Aug. 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 306p. 2006.
- FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, T. A. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS, 2000. 80p. (Circular técnica, 26).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, Apr./June 2007.
- LANZA, F. E. **Prevalência de Fusarium verticillioides e manejo de grãos ardidos e fumonisinas em milho**. 2013.64f. Tese (Doutorado em fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.
- MENDES, M. C. **Micotoxinas, aspectos químicos e bioquímicos relacionados a grãos ardidos em híbridos de milho**. 2009. 106f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.
- PINTO, N. F. J. A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 4p. (Embrapa Milho e Sorgo.Comunicado Técnico, 30).
- PINTO, N. F. J. A. Reação de cultivares em relação à produção de grãos ardidos em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26, 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte, Embrapa. 2006. 1 CD ROM.
- SILVA, A.M.; BRITO, C.H.; BUIATE, E.A.S.;



GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; SANTANA, D.G. Associação da produtividade com incidência de grãos ardidos de milho para a região de São Bento Abade, Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Embrapa, 2006. 1 CD ROM.

VEIGA, J. Obstáculos à produção. **Revista Cultivar Grandes Culturas**. n. 94, março de 2007.

Tabela 1. Resultados das características agronômicas e de grão ardido de quatro híbridos comerciais de milho submetidos ao tratamento com fungicidas com diferentes princípios ativos. UNICENTRO, Guarapuava - PR, 2015.

GRÃO ARDIDO (%)					
Tratamento	2A610PW	AG 9025VTPRO3	32R48YH	30F53YH	Média
Testemunha	6,40 a B	9,17 a B	6,59 a B	19,08 a A	10,31 a
Trifloxistrobina + Protioconazol	5,69 a A	9,93 a A	5,73 a A	11,06 a A	8,10 a
Trifloxistrobina + Tebuconazol + carboxamida	2,61 a B	11,25 a B	5,97 a B	22,57 a A	10,60 a
Média	4,90 B	10,12 B	6,10 B	17,57 A	CV 79,4%
P1000					
Tratamento	2A610PW	AG 9025 VTPRO3	32R48YH	30F53YH	Média
Testemunha	334,6 a C	453,9 a A	436,5 a A	381,8 a B	401,7 a
Trifloxistrobina + Protioconazol	336,7 a C	442,3 a A	431,1 a A	387,8 a B	399,5 a
Trifloxistrobina + Tebuconazol + carboxamida	337,2 a C	429,9 a A	445,1 a A	383,7 a B	399,0 a
Média	336,2 C	442,0 A	437,6 A	384,4 B	CV 5,1%
PROD					
Tratamento	2A610PW	AG 9025 VTPRO3	32R48YH	30F53YH	Média
Testemunha	13518 a C	17374 a A	15049 a B	15545 a B	15231 a
Trifloxistrobina + Protioconazol	13831 a B	16701 a A	14462 a B	16087 a A	15270 a
Trifloxistrobina + Tebuconazol + carboxamida	13453 a B	16056 a A	15953 a A	15460 a A	15371 a
Média	13600 C	16710 A	15155 B	15697 B	CV 7,1%

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade ($P \leq 0.05$). P1000: massa de mil grãos em gramas; PROD: produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

Avaliação de fungicidas sobre a severidade da mancha foliar de diplodia em híbridos de milho

João Vitor Finoketi⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Jean Carlos Zocche⁽³⁾; Kathia Szeuczuk⁽⁴⁾; Jhonatan Schlosser⁽⁵⁾; Bruno Schroeder⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava – PR; finoketi@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁶⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: As doenças que acometem as folhas provocam a redução da área fotossintética das plantas. O objetivo da pesquisa foi avaliar a redução de severidade da doença foliar diplodia em quatro híbridos comerciais de milho, com e sem fungicida, na safra agrícola de 2015/2016. O experimento foi conduzido no município de Guarapuava, na Fazenda Três Capões. Foram utilizados quatro híbridos de milho sendo eles, 2A610PW, 32R48YH, AG 9025 e 30F53YH e três tratamentos. Os tratamentos com fungicida foram compostos de: fungicida 1 (Trifloxistrobina + Protiocozazole – 0,4L ha⁻¹) e fungicida 2 (Trifloxistrobina + Tebuconazole + Carboxamida - 0,8L ha⁻¹) e um tratamento testemunha (sem controle químico). As aplicações de fungicida foram realizadas quando as plantas estavam, nos estádios V8 e R1, com o uso de um pulverizador pressurizado de CO₂. A avaliação da severidade da mancha foliar de diplodia ocorreu 90 dias após a semeadura e 7 dias após a segunda aplicação de fungicida. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3, totalizando 48 parcelas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O fungicida 1 (Trifloxistrobina + Protiocozazole) e o Fungicida 2 (Trifloxistrobina + Tebuconazole + Carboxamida) foram eficientes no controle de *S. macrospora* para os híbridos comerciais de milho 32R48YH e 30F53YH. O híbrido comercial de milho 2A610PW mostrou-se resistente a *S. macrospora* independente da aplicação ou não de fungicida.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Stenocarpella macrospora*, doenças foliares.

INTRODUÇÃO

O aumento de campos cultivados com milho, a ampla abrangência geográfica, utilização de cultivares precoces e a extensão da época de semeadura, tem levado a um aumento na ocorrência de doenças incluindo doenças foliares que afetam a cultura (Bortolini e Gheller, 2011; Pozar et al., 2009).

As doenças que acometem as folhas provocam a redução da área fotossintética das plantas, dessa forma, se tornam fontes de inóculo podendo contaminar espigas e colmos (Silva e Schipanski, 2006).

Os agentes infecciosos são os maiores responsáveis por essas doenças. Estes microrganismos multiplicam sua população em plantas doentes ou restos culturais podendo atingir plantas saudáveis. Vários fungos são listados, dentre eles *Phaeosphaeria maydis*, *Cesccospora zea-maydis*, *Stenocarpella macrospora*, *Puccinia sorghi*, *Exserohilum turcicum* dentre outras encontradas na cultura do milho (Scapim et al., 2002).

De acordo com Juliatti (2004) fungicidas são substâncias químicas utilizadas para conter a ação principalmente de fungos. Algumas substâncias são chamadas de fungitáticas das quais não matam o fungo apenas inibem temporariamente seu desenvolvimento. Os antiesporulantes não possuem efeito sobre o crescimento de hifas nos tecidos das plantas, porém inibem a produção de estruturas de resistência, os esporos. Os fungicidas podem ser divididos em dois grupos de acordo com seu modo de ação podendo ser erradicantes quando eliminam as estruturas dos fungos internas ao hospedeiro, e protetores quando impedem o estabelecimento do patógeno na planta.

Dentre os exemplos de sucesso no uso de fungicidas Lago e Nunes (2008), encontraram que uma aplicação de fungicida no estádio de 8 folhas (V8) foi satisfatório, obtendo incremento na ordem

917 kg ha⁻¹ em comparação com a testemunha sem aplicação.

Costa et al. (2012b), verificaram que a utilização dos fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina e azoxistrobina + ciproconazole com aplicações em V8 ou V8 + VT (pendoamento) foram eficientes em reduzir a severidade de mancha branca em comparação à testemunha não apresentando diferenças entre si.

Sendo assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar a redução de severidade da doença foliar diplodia em quatro híbridos comerciais de milho, com e sem fungicida, na safra agrícola de 2015/2016.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Guarapuava, na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006). O experimento foi instalado no sistema de plantio direto (SPD), em área onde havia a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno como cobertura do solo.

Foram utilizados quatro híbridos de milho sendo eles, 2A610PW, 32R48YH, AG 9025 e 30F53YH e três tratamentos. Os tratamentos com fungicida foram compostos de: fungicida 1 (Trifloxistrobina + Protiocanazole - 0,4L ha⁻¹) e fungicida 2 (Trifloxistrobina + Tebuconazole + Carboxamida - 0,8L ha⁻¹) e um tratamento testemunha (sem controle químico).

As aplicações de fungicida foram realizadas quando as plantas estavam, nos estádios V8 (oito folhas) e R1 (florescimento), com o uso de um pulverizador pressurizado de CO₂, para aplicação dos tratamentos com fungicidas.

A avaliação da severidade da mancha foliar de diplodia ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS) e 7 dias após a segunda aplicação de fungicida (DAA) no estágio fenológico R1, sendo realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias entre as mesmas, por três avaliadores. Foi utilizada uma escala de notas para quantificar a severidade de doença em cada parcela, com uma escala diagramática (Agrocere, 1996).

A partir da severidade da doença obtida nas avaliações, foi determinada o progresso das doenças através do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Shaner e Finney (1977).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3, totalizando 48 parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo teste de

Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** estão apresentados os dados da área abaixo da curva de progresso da doença diplodia (AAPDD) obtidos nos tratamentos com fungicidas para os híbridos avaliados, sendo que os híbridos AG 9025 e 32R48YH se apresentaram mais suscetíveis que os demais apresentando maior valor de AAPDD mesmo quando utilizado fungicida.

De acordo a **tabela 1** os tratamentos com os fungicidas 1 e 2 não apresentaram diferença significativa entre si para os híbridos avaliados exceto 32R48YH em que o fungicida 2 mostrou-se mais eficiente no controle da mancha de diplodia apresentando diferença estatística.

Para os híbridos AG9025 e 2A610PW as aplicações dos diferentes fungicidas não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha, entretanto, para o híbrido AG9025 as aplicações não apresentaram efeito no controle de *S. macrospora*.

Tabela 1. Resultados da área abaixo da curva de progresso da doença diplodia (AAPDD) para quatro híbridos comerciais de milho submetidos ao tratamento com fungicidas com diferentes princípios ativos. UNICENTRO, Guarapuava - PR, 2015.

Híbridos	AAPDD			
	Tratamentos			
	Controle	Fungicida 1	Fungicida 2	Média
2A610PW	19,1 a C	14,0 a B	9,3 a B	14,1 D
AG9025	239,9 a A	155,8 a A	188,1 a A	194,6 A
32R48YH	261,5 a A	127,5 b A	41,2 c B	143,4 B
30F53YH	114,0 a B	30,8 b B	35,8 b B	60,2 C
Média	158,6 a	82,0 b	68,1 b	CV - 51,32%

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade ($P \leq 0.05$). Fungicida 1: Trifloxistrobina + Protiocanazole; Fungicida 2: Trifloxistrobina e Tebuconazole + Carboxamida.

De acordo com Duarte et al. (2009), para a avaliação de mancha de diplodia observaram que o tratamento Tebuconazole + Trifloxistrobina 0,4 L ha⁻¹ ficou no grupo dos fungicidas que apresentaram melhor controle de *S. macrospora* na primeira e na segunda avaliação concordando com os dados obtidos para o híbrido 32R48YH.

Feksa et al. (2004) avaliando severidade da mancha de diplodia com uso de diferentes princípios ativos incluindo tebuconazole, verificaram eficiência no controle da mancha em comparação à testemunha para os dois híbridos avaliados, corroborando com os resultados da pesquisa para os híbridos 32R48YH e 30F53YH.

Segundo Uebel (2015), a utilização de carboxamida + estrubilurina + triazol foi eficiente no controle das doenças foliares cercosporiose, mancha-branca, ferrugem polissora e mancha de cabatiela sendo semelhante aos resultados obtidos para os híbridos 32R48YH e 30F53YH com utilização do fungicida 2 no controle da mancha de diplodia.

As respostas dos híbridos 2A610PW e AG 9025 são semelhantes às encontradas por Costa et al. (2012a), em que com a utilização de diferentes princípios ativos dentre eles Trifloxistrobina + Tebuconazole não apresentou diferença significativa em relação à testemunha para ferrugem polysora.

CONCLUSÕES

O fungicida 1 (Trifloxistrobina + Protiocanazole) e o Fungicida 2 (Trifloxistrobina + Tebuconazole + Carboxamida) foram eficientes no controle de *S. macrospora* para os híbridos comerciais de milho 32R48 YH e 30F53YH.

O híbrido comercial de milho 2A610PW mostrou-se resistente a *S. macrospora* independente da aplicação ou não de fungicida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa em plantio direto - NPd, que me auxiliaram na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.

BORTOLINI, A. M. M. GHELLER, J. A. Aplicação de Diferentes Fungicidas no Controle de Doenças Foliares na Cultura do Milho em relação à Produtividade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 109-121, 2012.

COSTA, D. F.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; MOREIRA, L. C. B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 98-105, 2012a.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; LANZA, F. E.; FIGUEIREDO, J. E. F. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 291-301, 2012b.

DUARTER, P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P. T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101-111, July/Aug. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 306p. 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FEKSA, H.; ANTONIAZZI, N.; DOMIT, R. P.; DUHATSCHKE, B. Avaliação agrícola com tecnologia "BVO" versus fungicida visando o controle de *Diplodia macrospora* e *Cercospora zea-maydis*, nos híbridos DKB 214/DKB215 na região de Guarapuava/PR. FAPA – Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda. Safra 2002/2003. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25, **Anais...** Cuiabá, 2004. 4p.

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. A. **Manejo integrado de doenças na soja**. Uberlândia, 2004. 327 p.

LAGO, F. L.; NUNES, J. Avaliação da produtividade de milho em relação à aplicação de fungicida em diferentes estádios. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 17- 23, 2008.

POZAR, G.; BUTRUILLE, D.; DINIZ, H. S.; VIGLIONI, J. P. Mapping and validation of quantitative trait loci for resistance to cercospora infection in tropical maize (*Zea mays* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.118, n. 3, p. 553-564, 2009.

SCAPIM, C. A. et al. Análise dialéctica e heterose de populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, v.61, p.219-230, 2002.

SHANER, G; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 70, p. 1183-1186, 1977.



SILVA, O. C; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho.** Castro: Editora Fundação ABC, 2006. 97p.

UEBEL, J. D. Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares, grãos ardidos e efeito no NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) em híbridos de milho. 119f. 2015. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2015.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Efeito de doses e fontes de nitrogênio na severidade da mancha branca do milho

Dagma Dionísia da Silva⁽¹⁾; Flávia Cristina dos Santos⁽²⁾; Manoel Ricardo de Albuquerque Filho⁽³⁾; Luciano Viana Cota⁽⁴⁾, Rodrigo Vêras da Costa⁽⁵⁾, Elaine Aparecida Guimarães⁽⁶⁾

Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; dagma.silva@embrapa.br, flavia.santos@embrapa.br, manoel.ricardo@embrapa.br, luciano.cota@embrapa.br; rodrigo.veras@embrapa.br, elaineag@yahoo.com.br

RESUMO: A mancha branca é uma das doenças mais importantes da cultura do milho no Brasil, devido à sua ampla distribuição e severidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada na severidade da mancha branca do milho. Foram realizados dois experimentos onde os cultivares AG7098 PRO2 e P3630H foram submetidos a quatro doses (0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹) e quatro diferentes fontes de N (ureia, ureia recoberta com polímero, nitrato de amônio e uran). Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso com três repetições. No experimento em que foram avaliadas as fontes de N, houve diferença significativa apenas entre cultivares. No experimento sobre doses de N, houve diferença significativa entre cultivares, doses e na interação dose x cultivar. O cultivar AG7098 PRO2 apresentou baixa severidade (média 1%) e o P3630H apresentou média de severidade de 28%. A severidade da mancha branca aumentou de forma linear com o aumento da dose de N para a cultivar P3630H.

Termos de indexação: *Pantoea ananatis*, adubação nitrogenada, manejo.

INTRODUÇÃO

A mancha branca (*Pantoea ananatis*) é uma das mais severas doenças que ocorrem em milho no Brasil devido à ampla distribuição e dificuldade em seu controle, até mesmo via aplicação de fungicidas (Bomfeti et al.; 2007; Paccola Meirelles et al., 2001; Juliatti et al.; 2004; Fernandes e Oliveira, 1997). Diante da dificuldade no manejo da mancha branca, o uso de estratégias que reduzam a severidade da doença é recomendado. Entre as estratégias viáveis, a adubação nitrogenada já foi relacionada à maior ou menor severidade de doenças em diversas

culturas, incluindo o milho (Huber & Watson, 1974; Carvalho et al.; 2013; Pegoraro et al.; 2001). Porém, para a mancha branca, poucas informações são disponíveis (Dornelas et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses e fontes de N na severidade da mancha branca em milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, um de doses e outro de fontes de N, no ano de 2016, no Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, sob irrigação. Os experimentos foram instalados em Latossolo Vermelho distroférico típico, com as seguintes características químicas e físicas (camada de 0-20 cm) antes da instalação da pesquisa: pH H₂O = 5,5, Al = 0,07; Ca = 3,7; Mg = 1,1; T = 10,2 (cmol_c dm⁻³); P = 7,7; K = 45,5 (mg dm⁻³); V = 47,9%; teor de matéria orgânica e argila = 3,8 e 76,0 (dag kg⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos do experimento com doses de N consistiram de um fatorial 4x2, envolvendo quatro doses de N (0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹), fonte ureia, e dois genótipos de milho (AG 7098 PRO2 e P3630H). Os tratamentos do experimento de fontes de N consistiram de um fatorial 4x2, envolvendo quatro fontes de N (ureia, ureia recoberta com polímero, nitrato de amônio e uran), na dose de 160 kg ha⁻¹ de N, e dois genótipos de milho (AG7098 PRO2 e P3630H).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros de comprimento e espaçadas de 0,7 m. A parcela útil foi composta pelas duas linhas

centrais de 3 m de comprimento cada, eliminando-se 1,0 m de bordadura em cada extremidade.

O plantio foi realizado em 12/02/2016, com estande de 68.000 plantas por hectare. A adubação de plantio foi composta pela dose de 400 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR12. Os tratamentos com N (doses ou fontes) foram aplicados em cobertura, superficialmente e ao lado, à distância de 20 cm das linhas de plantio, aos 20 dias após a semeadura. Foram realizados os tratos culturais indicados para o milho no controle de plantas daninhas e pragas, não sendo realizado nenhum controle para doenças.

Para este trabalho, em específico, foi avaliado apenas a severidade da mancha branca. Assim, aos 105 dias após a semeadura foi avaliada a severidade de mancha branca por meio de escala de notas (Agrocere, 1995).

As notas foram transformadas em severidade (%) e os dados submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e as médias dos tratamentos com doses e fontes de N foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o Sisvar. Foi realizada análise de correlação entre doses e severidade da mancha branca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o experimento de fontes de N, houve diferença significativa apenas entre cultivares. No experimento de doses, houve diferença significativa entre cultivares, doses e interação dose x cultivar (Figura 1).

Em ambos os experimentos, o cultivar AG7098 PRO2 apresentou baixa severidade para a mancha branca (abaixo de 2%). O cultivar P3630H apresentou maior severidade da doença, sendo que no experimento de doses, a severidade foi maior (média 28%) (Figura 1).

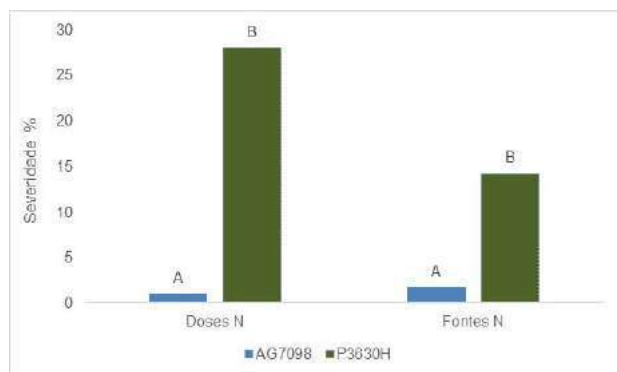


Figura 1. Média de severidade da mancha branca em dois cultivares de milho submetidos a quatro

doses e quatro fontes de N. Médias seguidas pelas mesmas nas colunas, Doses N ou Fontes N não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. Doses N CV = 28,33 e Fontes de N CV = 51

A severidade para o cultivar P3630H foi maior com o aumento da dose de N com valores de 20, 23, 33 e 36% nas doses de 0, 80, 160 e 240 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 2). Porém, não houve diferença significativa para a severidade nas doses 0 e 80 kg ha⁻¹ e entre 160 e 240 kg ha⁻¹. Para este híbrido houve correlação positiva entre a dose de N e severidade da mancha branca ($r=0,7$), o que significa que o aumento da dose de N favoreceu o aumento da doença.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com o observado por Dornelas et al. (2015), em que maiores doses de N se correlacionaram a maior severidade da doença. Segundo Dorneles et al. (2015), embora a severidade da mancha branca tenha aumentado com as doses de N, houve também aumento de produtividade.

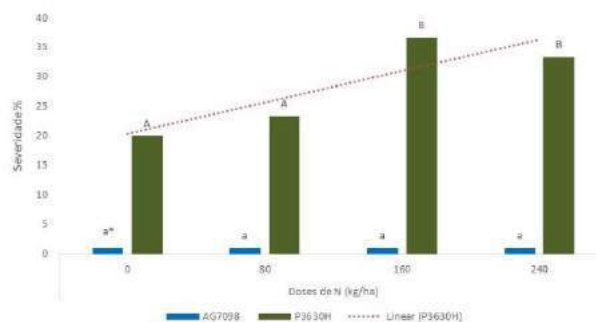


Figura 2. Severidade da mancha branca do milho em dois cultivares submetidos a quatro doses de N. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05. *não significativo.

Sabe-se que o excesso de N reduz a produção de compostos como lignina, fitoalexinas e taninos, substâncias que fazem parte do sistema de defesa das plantas (Elmer & Datnoff, 2014; Huber & Watson, 1974;). Isto ajuda a explicar a maior severidade da mancha branca nas doses mais altas de N. Segundo Dorneles et al. (2015), a nutrição mineral balanceada pode favorecer o uso de estratégias que visam o manejo integrado e redução da mancha branca.

Existem relatos de efeito do uso de N no aumento ou redução de outras doenças em milho, entre estas, a murcha bacteriana, causada por *Pantoea stewart* (Syn. *Erwinia stewart*), pode ser

favorecida, enquanto a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), as podridões de colmo causados por *Fusarium* sp. e *Stenocarpela* sp. podem aumentar ou reduzir de acordo com a fonte de N aplicada (Huber & Watson, 1974). Estes resultados mostram que o manejo da fertilização nitrogenada deve ser realizado em função das doenças prevalentes na área a ser trabalhada e que para o milho, mais informações são necessárias para que a recomendação seja baseada em dados consistentes para as doenças.

CONCLUSÕES

A severidade da mancha branca foi maior com o aumento das doses de N.

Não houve diferença entre as fontes de N avaliadas, na severidade da mancha branca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento do projeto pela Embrapa e Fapemig.

REFERÊNCIAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. 2ª ed. São Paulo, 1996, Sementes Agroceres. 72p.

BOMFETI, C.A.; MEIRELLES, W.F.; SOUZA-PACCOLA, E.A.; CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; MARRIEL, I.E.; PACCOLA-MEIRELLES, L.D. Avaliação de produtos químicos comerciais, in vitro e in vivo no controle da doença foliar, mancha branca do milho, causada por *Pantoea ananatis*. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.1, p.63-67, 2007.

CARVALHO, D.O.; POZZA EA, CASELA CR, COSTA RV, POZZA, A.A.A.; CARVALHO, C.O. Adubação nitrogenada e potássica na severidade da antracnose em dois cultivares de milho. **Revista Ceres**, v. 60, p. 380-387, 2013.

DORNELAS, G.A.; POZZA, E.A.; SOUZA, P.E.; COSTA, R.V.; POZZA, A.A.A, SANTOS, L.A. Nitrogen and potassium fertilization on the yield and intensity of the maize white spot. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 62, n.4, p. 351-359, jul-ago, 2015.

ELMER, W.H.; DATNOFF, L.E. Mineral Nutrition and Suppression of Plant Disease. In: NEAL VAN ALFEN, (Ed.). **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, Vol. 4, San Diego: Elsevier; 2014. p. 231-244.

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Circular Técnica. Embrapa-CNPMS, Sete Lagoas - MG, n. 26. p. 26- 80, 1997.

FERREIRA, D.F., 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. Agrotecnol.**, v. 35, p. 1039 - 1042, 2011.

HUBER, D.M.; WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v. 12, p.139 -165, 1974.

JULIATTI FC, APPELT CCNS, BRITO CH, GOMES LS, BRANDÃO AM, HAMAWAKI OT & MELO B Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, p. 45-54, 2004.

PACCOLA-MEIRELLES LD, FERREIRA AS, MEIRELLES WF, MARRIEL IE & CASELA CR Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 149, p.275-279, 2001.

PEGORARO, D.G.; VACARO, E., NUSS, C.N.; SOGLIO, F.K.; BARBOSA NETO, J.F. Efeito de época de semeadura e adubação na mancha foliar de *Phaeosphaeria* em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1037- 1042, 2001.

Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-methyl (ASM) associado a fungicidas no controle de doenças foliares em milho

Maurício Maraschin Neumann⁽¹⁾; Daelcio Vieira Spadotto⁽¹⁾; Natan Crestani⁽¹⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽²⁾.

⁽¹⁾ Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul; mauricioneumann66@gmail.com; daelciospadotto@gmail.com; natancrestani@hotmail.com; ⁽²⁾ Docente do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

RESUMO: O milho é uma cultura muito importante para a população mundial, sendo assim as doenças que lhe afetam o desenvolvimento são um dos principais problemas para a cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de acibenzolar-S-methyl (ASM) associado a fungicidas no controle de doenças foliares e na produtividade do milho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial “3x4”. O primeiro fator foi constituído de diferentes números de aplicações de ASM (zero, um, dois) e o segundo constituiu-se de uma aplicação de diferentes fungicidas (testemunha, tebuconazol, trifloxistrobina + prothioconazol, piraclostrobina + epoxiconazol). O híbrido utilizado foi P1630H. A primeira aplicação de ASM foi realizada via foliar em V7 e a segunda em V10. Os fungicidas foram aplicados no pendoamento. As avaliações foram realizadas semanalmente, dos 67 aos 102 dias após a semeadura (DAS), para a severidade da mancha branca e helmintosporiose. As médias de severidade e da área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) para ambas as doenças e a produtividade foram submetidas a análises de variância e ao teste de Scott-Knott. Concluiu-se que o ASM conseguiu reduzir o desenvolvimento de ambas as doenças, o que não acarretou em maior rendimento. Já os fungicidas em mistura comercial conseguiram aumentar o rendimento com relação à testemunha.

Termos de indexação: *Zea mays*, AACPD, Resistência Sistêmica Adquirida.

INTRODUÇÃO

O rendimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) está na interdependência de muitos fatores dentre os quais poderiam ser destacados os fitossanitários

(plantas daninhas, pragas e doenças). A partir da década de 90, uma série de doenças fúngicas foliares vem causando sensível redução qualitativa e quantitativa na produção de milho (Pinto, 2004).

O fungo *E. turcicum* está amplamente disseminado nas áreas de cultivo do país, podendo causar grande dano econômico à cultura, caso encontre condições propícias para o seu desenvolvimento (alta umidade, temperaturas entre 18 e 27°C, área semeada com cultivar suscetível). A sintomatologia da doença se caracteriza por lesões necróticas, elípticas, que variam de 2,5 a 15,0 cm de comprimento (Kimati et al., 1997).

A mancha branca encontra condições ideais ao seu desenvolvimento geralmente em altitudes acima de 600 metros (umidade relativa elevada e temperaturas moderadas). A doença causa lesões arredondadas, pequenas e esbranquiçadas, com bordas escuras. Há controvérsias sobre o agente etiológico desta doença, onde estudos antigos a classificavam como causada pelo fungo *Phaeosphaeria maydis* (Kimati et al., 1997), ou mais recentes, pela bactéria *Pantoea ananatis* (Gonçalves, 2012).

A resistência sistêmica adquirida (RSA) é um mecanismo de amplo espectro de defesa da planta, que pode ser induzido biologicamente pela infecção da planta com uma cepa fraca de um patógeno específico (Kuhn, 2007), ou mediante a exposição da planta a um composto natural ou sintético, como, por exemplo, o acibenzolar-S-methyl (ASM), que tenha a capacidade de levá-la a um estado induzido (Percival, 2001; Kuhn, 2007). O ASM é um análogo sintético do ácido salicílico, derivado do benzothiadiazole (BTH), mostrando-se como um dos mais efetivos ativadores de defesa das plantas, além de ter baixo efeito fitotóxico (Friedrich et al., 1996). O mecanismo de ação do ASM envolve a expressão de genes relativos à RSA, que seriam os

mesmos ativados pelo ácido salicílico (Ryals et al., 1996).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do indutor de resistência ASM associado a fungicidas no rendimento de grãos e no controle de doenças foliares da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na safra 2015/16 na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*, localizado às coordenadas 28° 2' 40.55" S e 52° 16' 9.22" W. O solo da área experimental, segundo Streck et al. (2008), é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico. O clima da região é caracterizado, segundo a classificação de Köppen, como Cfa (Moreno, 1961).

A semeadura foi realizada no dia 21/11/2015, em sistema de plantio direto, com espaçamento interlinear de 45 cm. A adubação foi realizada conforme as recomendações de Rolas (2004) para uma expectativa de rendimento de nove Mg ha⁻¹.

O híbrido utilizado foi o P1630H[®], que apresenta susceptibilidade para *E. turcicum* e mancha branca. O estande final de plantas foi de 80 mil plantas ha⁻¹.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial “3x4”, com quatro blocos. O primeiro fator constituiu-se de diferentes números de aplicações de ASM em via foliar (zero, um e dois) e o segundo da aplicação de diferentes fungicidas (testemunha – somente água, tebuconazol, mistura comercial de trifloxistrobina com protioconazol, mistura comercial de piraclostrobina com epoxiconazol). Cada parcela constituiu-se de quatro metros de comprimento por 3,15 metros de largura, sendo que as três linhas centrais foram usadas como área útil de avaliação da parcela.

O indutor de resistência ASM, cuja primeira aplicação foi realizada no dia 29/12, no estádio V7, foi aplicado na dose de 12,5 g/ha. A segunda aplicação deste produto foi realizada 15 dias após a primeira, no dia 12/01, estando a cultura no estádio V10. Os fungicidas, por sua vez, foram todos aplicados no início do período reprodutivo VT (pendoamento), no dia 02/02. Estes foram utilizados da seguinte forma: tebuconazol (200 g L⁻¹) na dose de 1 L ha⁻¹; mistura comercial de trifloxistrobina com protioconazol (150 + 175 g L⁻¹) na dose de 0,4 L ha⁻¹; e mistura comercial de piraclostrobina com epoxiconazol (133 + 50 g L⁻¹) na dose de 0,6 L ha⁻¹.

A primeira avaliação foi realizada dia 20/01, oito dias após a segunda aplicação do indutor de resistência, o que correspondeu a 60 dias após a semeadura (DAS). As avaliações posteriores foram

realizadas semanalmente, tendo acontecido aos 67, 74, 81, 88, 95 e 102 DAS, sendo que a terceira avaliação (aos 74 DAS) foi realizada um dia após a aplicação dos fungicidas. Por parcela, foram avaliadas dez folhas do terço médio de dez plantas, as quais, após seleção aleatória, foram previamente marcadas com o auxílio de uma fita azul não degradável.

As doenças avaliadas foram a helmintosporiose, utilizando-se para tal a escala diagramática proposta por Lazaroto et al. (2012), e a mancha branca, conforme a escala de Sachs et al. (2011). Os dados de severidade foliar foram utilizados para posterior cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell & Madden (1990).

Os dados foram submetidos à avaliação pelo software estatístico R (R Core Team, 2016), através da sua linguagem de programação associada, mediante estudos de análise de variância (ANOVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo cálculo da AACPD para ambas as doenças estão dispostos na **tabela 1**. Para a mancha branca, houve diferença significativa para o primeiro fator (aplicação de ASM). No caso, menor progresso deste complexo de doenças foi notado com a realização de duas aplicações do indutor de resistência. Já para o progresso da helmintosporiose, também encontrou-se diferença significativa para o primeiro fator, tendo uma ou duas aplicações reduzido o progresso da doença com relação à testemunha.

Tabela 1 – Valores médios da AACPD da mancha branca e helmintosporiose sobre o híbrido de milho P1630H[®]. IFRS, Sertão, RS, 2016.

Aplicações de ASM	AACPD (unidades de área) ¹			
	Mancha Branca	Helmintosporiose		
0	66,4	b	223,8	B
1 ²	58,3	b	196,2	A
2 ³	46,6	a	196,2	A

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Aplicação realizada no estádio V7. ³ Aplicações realizadas nos estádios V7 e V10. CVexp. = 20,14% para mancha branca. CVexp. = 13,01% para helmintosporiose.

A redução da AACPD de diversas doenças causada pelo efeito do acibenzolar-S-methyl é muito

comum nos mais variados tipos de plantas (Nojosa et al., 2009; Júnior, 2006).

Na **tabela 2** são descritos os percentuais de severidade à última avaliação (aos 102 DAS) para a mancha branca e para a helmintosporiose. Para ambas as doenças, não houve diferença significativa para o primeiro fator, senão apenas para o segundo fator em análise (fungicidas). Neste caso, todos os produtos aplicados obtiveram melhor performance de controle do que a testemunha, estatisticamente. Isto pode ser explicado pelo possível tempo de duração da resistência, pois a última aplicação de ASM havia sido realizada aos 52 DAS. Deste modo, o efeito do indutor não teria se prolongado a ponto de causar impacto ao tempo da última avaliação, realizada 50 dias depois. Contudo, ainda que pontualmente (aos 102 DAS) não se tenha detectado efeito do indutor sobre a severidade das doenças avaliadas, do ponto de vista cumulativo (progresso das epidemias), houve impacto na redução da intensidade dos doenças ao longo do tempo (**tabela 1**), ainda que as mesmas não tenham apresentado altas severidades.

Para os fungicidas, no entanto, observou-se diferença, pois, tendo sido aplicados no estádio do pendoamento (73 DAS), a sua ação ainda se percebia ao momento da última avaliação.

Tabela 2 – Valores percentuais médios de severidade de mancha branca e helmintosporiose no híbrido de milho P1630H. IFRS, Sertão, RS, 2016.

Fungicidas ¹	Severidade (%) ²			
	Mancha Branca	Helmintosporiose		
Testemunha	12,8	b	14,0	B
Tebuconazol	9,6	a	11,1	A
Trifloxistrobina + Protioconazol	9,0	a	10,4	A
Piraclostrobina + Epoconazol	7,4	a	9,9	A

¹ Fungicidas aplicados do estádio VT (Pendoamento). ² Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo de teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 25,48% para mancha branca. CVexp. = 14,76% para helmintosporiose.

Para Souza (2005), o controle da mancha branca e da cercosporiose em milho deve ser baseado no uso de fungicidas em mistura de estrubirulinas e triazóis. Jann (2004) apud Duarte (2009) constatou que o uso de uma mistura comercial de piraclostrobina com epoxiconazol, em diversas doses, foi eficiente para o controle da mancha

branca. Tais resultados foram semelhantes aos obtidos por Duarte (2009).

Os valores de rendimento de grãos dos diferentes tratamentos podem ser visualizados na **tabela 3**. Só foram detectadas diferenças significativas para o segundo fator (fungicidas), sendo que as parcelas nas quais foram aplicadas as misturas comerciais (trifloxistrobina com protioconazol e piraclostrobina com epoxiconazol) diferenciaram-se daquelas em que se aplicou o fungicida tebuconazol, bem como da testemunha.

Tabela 3 - Valores médios de rendimento do híbrido de milho P1630H. IFRS, Sertão, RS, 2016.

Fungicidas ¹	Rendimento (kg ha ⁻¹) ²	
Testemunha	6512,7	B
Tebuconazol	6901,3	B
Trifloxistrobina + Protioconazol	7145,6	A
Piraclostrobina + Epoconazol	7620,5	A

¹ Fungicidas aplicados do estádio VT (Pendoamento). ² Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente pelo de teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 8,25%.

Duarte (2009) observou diferenças de rendimento semelhantes em testes de fungicidas, nos quais o tebuconazol havia tido desempenho semelhante ao da testemunha. Por sua vez, a aplicação da mistura de piraclostrobina com epoxiconazol originou melhores resultados de rendimento com relação à testemunha. Fungicidas do grupo das estrobilurinas, segundo Costa et al. (2012), têm a capacidade de interferir em diversos processos fisiológicos das plantas, podendo impactar positivamente no rendimento das culturas. Tais possíveis efeitos poderiam explicar o porquê das misturas contendo estrobilurinas terem se mostrado superiores em termos de rendimento de grãos, ainda que não tenham causado impacto significativo no progresso das epidemias avaliadas.

Kuhn (2007) constatou, em feijão, indução de resistência devida ao uso de acibenzolar-S-methyl e *Bacillus cereus* como elicitores. Neste trabalho, o ASM havia levado a um aumento da atividade de peroxidase, quitinase, β -1,3-glucanase, proteases, da síntese de lignina, tendo também ocasionado redução no teor de fenóis. Estas alterações bioquímicas causaram impacto no metabolismo das plantas, em comparação com o indutor biótico (*B. cereus*), levando, assim, a uma realocação de fotoassimilados para a defesa da planta, o que reduziu o rendimento do feijoeiro. Observa-se, então, que o ASM conseguiu diminuir o progresso da doença sem, contudo, aumentar o rendimento de

grãos, pois, a sua utilização aumenta a síntese de proteínas (enzimas) ligadas à patogênese, como quitinases, peroxidases, etc., para além de outros compostos (Cavalcanti et al., 2006; Ishida et al., 2008). De fato, a expressão de genes de efeito indutivo, ligados à síntese e à ativação de tais proteínas, pode desencadear um processo de competição, em termos de custo energético, com as demais proteínas que são necessárias ao metabolismo primário, às atividades normais de crescimento e desenvolvimento da planta (Barros, 2011). Sendo assim, aplicações de indutores (elicitores) como o ASM, sem estudos preliminares que estimem estes efeitos, poderão acarretar perdas de produtividade, ainda que em níveis mínimos. Ademais, a expressão de outros tipos de mecanismos de defesa induzida por parte dos elicitores poderia impactar inesperadamente processos como o de expansão celular, devido ao aumento no teor de lignificação dos tecidos em nível de parede celular, o que acarretaria dificuldades ao crescimento celular (Cavalcanti et al., 2006; Ishida et al., 2008).

CONCLUSÕES

O uso de ASM deteve o progresso de ambas as doenças ao longo do tempo. Mas devido a um possível gasto energético, o menor progresso das doenças avaliadas não resultou em maiores rendimentos.

Quanto aos fungicidas, foi observado um incremento de produtividade no uso de fungicidas em mistura de triazóis e estrubirulinas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 4, p. 519-528, 2011.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.
- CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI, A. B.; JÚNIOR, P. M. R.; COSTA, J. C. B.; SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 372-380, 2006.
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; MEIRELLES, W. F.; LANZA, F. E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrubirulinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, vol. 37(4):246-254, 2012.
- DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P. T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.
- FRIEDRICH, L. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, London, v. 10, p. 61-70, 1996.
- ISHIDA, A. K. N.; SOUZA, R. M.; RESENDE, M. L. V.; CAVALCANTI, F. R.; OLIVEIRA, D. L.; POZZA, E. A. Rhizobacterium and acibenzolar-S-methyl (ASM) in resistance induction against bacterial blight and expression of defense responses in cotton. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.1, p.27-37, 2008.
- GONÇALVES, R. M. Estudos etiológicos da mancha branca do milho e identificação de hospedeiros alternativos de *Pantoea ananatis*. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina.
- JÚNIOR, P. M. R. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotécnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, 2006.
- KIMATI, H.; FILHO, A. B.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: Volume 2: Doenças de Plantas Cultivadas**. São Paulo: Ceres, 1997. 700 p.
- KUHN, O. J. Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção. 2007. 138f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, 2012.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; BARGUIL, B. M.; MORAES, S. R. G.; BOAS, C. H. V. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 60-62, 2009.
- PERCIVAL, G. C. Induction of systemic acquired disease resistance in plants: potential implications for disease management in urban forestry. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 27, n. 4, p. 181-192, 2001.
- PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical

Computing, Vienna, Austria. Disponível em:
<<http://www.R-project.org/>>. 2016.

ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.

RYALS, J. A.; NEUENSCHWANDER, U. H.; WILLITS, M. G.; MOLINA, A.; STEINER, H.; HUNT, M. D. Systemic acquired resistance. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1809-1819, 1996.

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Eficácia e praticabilidade agrônômica do fungicida Tebuconazol + Metominostrobin, no controle de *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho

Silvio Aparecido Marcussi⁽¹⁾; Ramon Voss⁽²⁾; Fábio Gonçalves Pereira⁽³⁾; Francley Mendes Gomes⁽⁴⁾; Carolina Ruv Lemes Gonçalves Mendes⁽⁵⁾;

(1) Pesquisador; Iharabras Indústrias Químicas SA; Sorocaba, SP; silvio.marcussi@ihara.com.br; (2) Pós Graduando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina Estudante; Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara; (3) Estudante; Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara; (4) Estudante; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é segunda cultura produtora de grãos mais produzida no Brasil. O aumento na incidência de doenças foliares têm afetado o rendimento das lavouras, preocupando técnicos e produtores. Dentre os patógenos que atacam a cultura, a ferrugem polissora possui destaque, sendo considerada uma das doenças mais destrutivas da parte aérea das plantas. O objetivo do trabalho foi comprovar a eficiência e funcionalidade agrônômica do produto IHF 126TB para obtenção de laudo para registro, no controle de *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho. O trabalho foi conduzido no centro de pesquisa da empresa Ihara, localizado na cidade de Sorocaba, SP. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, foram testados: 1) testemunha, 2-5) fungicida TEBUCONAZOL, 165 g.i.a. L⁻¹ + METOMINOSTROBIN, 110 g.i.a. L⁻¹ (IHF 126TB) nas doses de 290, 435, 580 e 725 ml de p.c. ha⁻¹, 6) a dose de 500 ml de p.c. ha⁻¹ do produto comercial PYRACLOSTROBINA, 130 g.i.a. L⁻¹ + METCONAZOL, 80 g.i.a. L⁻¹ (Opera Ultra). Foram avaliados fitotoxicidade, incidência e severidade da doença, controle (%) e produtividade. Nas condições em que o trabalho foi realizado e com base na interpretação dos resultados obtidos, verificou-se que o fungicida IHF 126TB foi eficiente no controle de *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho nas doses de 435, 580 e 725 ml p.c.ha⁻¹, apresentando controle similar a superior ao produto padrão utilizado.

Termos de indexação: Eficácia de controle, *Zea mays* L., *Puccinia polysora* Underw.

INTRODUÇÃO

Atualmente o milho é o cereal mais produzido no mundo, com produção aproximada de

960 milhões de toneladas. No Brasil abrange uma área cultivada de 15,12 milhões de hectares. A produção estimada para safra atual é de 80 milhões de toneladas, inferior a safra 2014/2015 (CONAB, 2016).

A ferrugem polissora é causada pelo agente causal *Puccinia polysora* Underw, sendo considerada uma das doenças mais destrutivas da cultura do milho. Caracteriza-se pela presença de pústulas circulares a ovas de coloração marrom canela clara a alaranjada, medindo de 0,2 a 2 mm de comprimento, amplamente distribuídas na planta, principalmente na superfície superior das folhas (DUDIENAS et al., 2013).

Segundo estudos de Pinto et al. (2006), a incidência e a severidade de doenças na cultura do milho têm aumentado nos últimos anos em decorrência a mudanças climáticas globais, sistemas de cultivo adotados, épocas de plantio e a extensão territorial cultivada

A ocorrência da doença é favorecida por altas temperaturas, em torno de 27 °C e alta umidade relativa. Epidemias de ferrugem polissora no campo são influenciadas por diferenças nos regimes de temperatura em diferentes locais, uma vez que o período de molhamento para se estabelecer a infecção é mínimo (2 a 4 horas) (GODOY, 2000).

Considerando a importância que o patógeno possui na cultura do milho e a importância na adoção de uma medida de controle eficaz para o patógeno, minimizando perdas no rendimento, o objetivo do presente trabalho foi comprovar a eficiência e funcionalidade agrônômica IHF 126TB (TEBUCONAZOL, 165 g.i.a. L⁻¹ + METOMINOSTROBIN, 110 g.i.a. L⁻¹) para obtenção de laudo técnico para registro do produto no controle de *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na estação experimental da IHARABRAS S.A - Indústrias Químicas, localizada no município de Sorocaba, SP, durante o ano agrícola de 2015/2016.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas, sendo composto por seis tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas quatro diferentes doses do fungicida IHF 126TB de: 290, 435, 580 e 725 ml de p.c. ha⁻¹ e em comparação a testemunha e a dose de 500 ml de p.c. ha⁻¹ do produto comercial Opera Ultra (PYRACLOSTROBINA 130 g.i.a L⁻¹ + METCONAZOL 80 g.i.a L⁻¹) (Tabela 1).

O híbrido utilizado foi o DKB390 PRO. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,7 m entre si, foram consideradas 4 m² de área útil por parcela proveniente das duas linhas centrais, descontando 1 m na extremidade de cada linha.

Foram realizadas duas aplicações, a primeira quando a cultura alcançou o estágio de desenvolvimento V7 e a segunda antecedendo o estágio VT segundo a escala fenologia de Ritchie et al. (1993).

O volume de calda utilizado foi de 200 L. ha⁻¹ cada aplicação, realizadas nos dias 03/08/2015 e 17/08/2015, respectivamente. As aplicações foram realizadas com auxílio de pulverizador costal pressurizado (CO₂), utilizando pressão constante de 45 PSI, utilizando a barra de 6 bocais com bicos tipo leque, espaçados de 50 cm entre si.

Foram realizadas avaliações prévias de incidência da doença no dia 03/08/2015, aos 7 dias após aplicação A (DAA) (18/08/2015), 7 dias após aplicação B (DAB) (26/08/2015), 14 DAB (02/09/2015) e 21 DAB (09/09/2015), atribuiu-se notas na escala percentual de 0 a 100%, onde zero consiste na ausência da doença na parcela e 100, quando todas as plantas da parcela possuem a presença da doença. A primeira aplicação foi realizada quando a doença se apresentava em início de lesão no tecido vegetal, com índice de incidência médio de 80% e severidade média de 1% sobre as folhas.

As avaliações de severidade da doença foram feitas aos 7 Dias após aplicação A (AA) (18/08/2015), 7 Dias após aplicação B (AB) (26/08/2015), 14 DAB (02/09/2015) e 21 DAB (09/09/2015), através de avaliações visuais e usando escala diagramática de severidade com valores em porcentagem da área foliar com sintomas de acordo com a área foliar afetada. Com os dados de severidade e incidência foi calculada a

área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e o percentual de controle sobre a área de projeção da doença usando fórmula proposta por Abbot (Equação 1).

$$E\% = \left(1 - \frac{n \text{ no } T \text{ após tratamento}}{n \text{ no } Co \text{ após tratamento}} \right) \times 100$$

n= População do fungo;

T= Tratamento com fungicida;

Co: Controle.

A avaliação de fitotoxicidade a 1 DAB (19/08/2015) tomando como critério a observação dos tratamentos em comparativo a testemunha quanto à presença ou ausência, estimando um valor percentual de injúria por meio de uma escala de 0 100%.

A colheita do experimento foi realizada no dia 26/10/2015, onde foram coletadas espigas de 4 m² que correspondem a área útil de cada parcela, as espigas foram submetidas a trilha utilizando uma trilhadora acoplada a um trator. Após a colheita efetuou-se a pesagem de cada parcela e estimou-se a produtividade por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado que não houve efeito fitotóxico ou qualquer anormalidade atribuível aos tratamentos com produto IHF 126TB na cultura do milho, mesmo após a segunda aplicação do produto.

Não houve diferença significativa na incidência de *Puccinia polysora* Underw entre os tratamentos na cultura do milho, entretanto o tratamento com o produto IHF 126TB na dose de 725 ml de p.c. ha⁻¹ apresentou maior eficiência que o produto comercial Opera Ultra na dose de 500 ml de p.c. ha⁻¹, reduzindo e mantendo os níveis de incidência inferiores ao observado na testemunha e tratamento com o produto padrão (Tabela 2).

Observou-se a progressão da doença para toda a área avaliada, entretanto os tratamentos de IHF 126TB nas doses de 435 a 725 ml ha⁻¹, bem como o produto utilizado como padrão Opera Ultra foram os que apresentaram menor variação e aumento nos valores de incidência.

Na Tabela 3 pode-se verificar o retardamento no avanço da severidade da doença, *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho, resultado dos tratamentos com o produto IHF 126TB. Quando comparado ao padrão comercial e a testemunha, nas doses de 435 a 725 ml de p.c. ha⁻¹,

o produto manteve a severidade em baixos níveis até 14 DAB, com leve elevação dos índices aos 21 DAB, ainda assim se mantendo abaixo dos valores encontrados na testemunha e sem diferenças significativas quando comparado ao padrão comercial.

Os resultados de controle confirmaram a viabilidade do uso do produto IHF 126TB para *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho, principalmente nas doses de 435, 580 e 725 ml de p.c. ha⁻¹, as quais apresentaram controle igual ou superior ao produto padrão (Tabela 4). O máximo (%) controle foi próximo a 80%, obtido pela dose de 725 ml de p.c. ha⁻¹.

Os dados de peso de 100 sementes determinados pela avaliação realizada nos tratamentos de IHF 126TB, Opera Ultra e na testemunha não diferiram estatisticamente entre si, porém pode-se observar um incremento na produção superior nos tratamentos com doses de 580 e 725 ml de p.c. ha⁻¹ do produto em questão (Tabela 5).

CONCLUSÃO

De acordo com as avaliações realizadas, não foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas de milho, mesmo após serem submetidas a duas aplicações do produto IHF 126TB.

Nas condições em que o trabalho foi realizado e com base na interpretação dos resultados obtidos e analisados, recomenda-se o produto IHF 126TB em 2 aplicações sequenciais com intervalo médio de 15 dias entre si, nas doses de 435 a 725 mL de p.c. ha⁻¹, no manejo de *Puccinia polysora* Underw na cultura do milho, apresentando controle similar a superior em relação ao padrão comercial Opera Ultra (PYRACLOSTROBINA 130 g.i.a L⁻¹ + METCONAZOL 80 g.i.a L⁻¹).

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of economic entomology**, v.18, p.265-267, 1925.

CONAB - **Companhia nacional de abastecimento**. Safra 2015/2016. Disponível em < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivo/s/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maio_2016_-_final.pdf>. Acesso em 27 maio de 2016.

DUDIENAS, C. et al. Avaliação de doenças em cultivares de milho. In: Duarte, A.P.; Paterniani, M.E.A.G.Z. (Coor- Summa Phytopathol., Botucatu, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013 2 3 ds.) **Cultivares de milho no Estado de São Paulo**: resultado das avaliações regionais IAC/CATI/Empresas 1996/97. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.53-65.

GODOY, C.V. O clima que traz a ferrugem. Cultivar: **Grandes Culturas**, Pelotas -RS, v.20, p.52-54, 2000.

PINTO, N. F. J. DE A.; SANTOS, M. A. DOS; WRUCK, D. S. M. Principais doenças da cultura do milho. Informe Agropecuário: **Cultivo do milho no sistema de plantio direto**, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.7-12, 03 jul. 2006.

RITCHIE, S. W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Special Report, v. 48, 1993. 26 p.

Tabela 1 – Tratamentos aplicados em forma de pulverização e suas respectivas doses, visando o controle de *Puccinia polysora* Underw. Sorocaba, 2015.

	Tratamento	Ingrediente Ativo	Doses	
			g i.a. ha ⁻¹	ml p.c. ha ⁻¹
1	Testemunha	-	-	-
2	IHF 126TB	Tebuconazol + Metominostrobin	80	290
3	IHF 126TB	Tebuconazol + Metominostrobin	120	435
4	IHI 126TB	Tebuconazol + Metominostrobin	160	580
5	IHI 126TB	Tebuconazol + Metominostrobin	200	725
6	OPERA ULTRA	Pyraclostrobin + Metconazole	105	500

i.a: ingrediente ativo
p.c.: produto comercial

(2) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Incidência de *Puccinia polysora* Underw nos tratamentos com o produto IHF 126TB em diferentes doses em comparação ao fungicida comercial Opera Ultra, na cultura do milho. Sorocaba, SP.

Tratamentos	Doses ml de p.c ha ⁻¹	Incidência da Doença ⁽¹⁾				
		PREVIA	7DAA	7DAB	14DAB	21DAB
		(03/08/15)	(18/08/15)	(26/08/15)	(02/09/15)	(09/09/15)
1 Testemunha	-	100 a ⁽²⁾	100 a	100 a	100 a	100 a
2 IHF 126TB	290	95 a	95 a	95 a	98 a	98 a
3 IHF 126TB	435	88 a	95 a	95 a	98 a	98 a
4 IHF 126TB	580	85 a	93 a	93 a	98 a	98 a
5 IHF 126TB	725	100 a	85 a	85 a	88 a	93 a
6 OPERA ULTRA	500	90 a	95 a	95 a	93 a	93 a
CV (%)		7,87	9,29	13,45	7,58	6,48

(1) Médias % de Incidência da Doença.

(2) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Severidade da doença em função das diferentes doses do produto IHF 126TB em comparativo a testemunha e ao tratamento com produto comercial Opera Ultra. Sorocaba, SP.

Tratamentos	Doses ml de p.c ha ⁻¹	Severidade da Doença ⁽¹⁾				
		PREVIA	7DAA	7DAB	14DAB	21DAB
		(03/08/15)	(18/08/15)	(26/08/15)	(02/09/15)	(09/09/15)
1 Testemunha	-	2 a ⁽²⁾	8,7 a	11,3 a	13,1 a	13,8 a
2 IHF 126TB	290	1,6 a	4,3 ab	3,7 b	7,8 b	7,8 b
3 IHF 126TB	435	1,5 a	3 b	2,2 bc	7,2 bc	7,2 b
4 IHF 126TB	580	1,6 a	1,6 b	0,9 c	3,6 cd	8 b
5 IHF 126TB	725	1,8 a	0,9 b	0,6 c	2,9 d	6,8 b
6 OPERA ULTRA	500	2,2 a	3,6 b	1,6 bc	6,4 bcd	6,4 b
CV (%)		0,54	2,06	13,45	1,83	6,48

(1) Médias % de Severidade da Doença

Tabela 4. Porcentagem de controle da doença em função das diferentes doses do produto IHF 126TB em comparativo a testemunha e ao tratamento com produto Opera Ultra. Sorocaba, SP.

Tratamentos	Doses ml de p.c ha ⁻¹	Controle
		% Controle AACPD
1 Testemunha		0 d
2 IHF 126TB	290	48 c
3 IHF 126TB	435	59 bc
4 IHF 126TB	580	73 ab
5 IHF 126TB	725	78 a
6 OPERA ULTRA	500	59 bc
CV (%)		11,71

(1) Porcentagem de Controle sobre Area Abaixo da Curva de Progresso da Doença.

(2) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Produtividade e peso de 100 sementes dos tratamentos com diferentes doses do produto IHF 126TB, em comparação a testemunha e o produto comercial Opera Ultra no controle de *Puccinia polysora* Underw no milho. Sorocaba, SP.

Tratamentos	Doses ml de p.c ha ⁻¹	Produtividade ⁽¹⁾	
		Produtividade	Peso 100 sementes
		(Kg/ha)	(g)
1 Testemunha		3,6 b	31 a
2 IHF 126TB	290	3,9 b	30 a
3 IHF 126TB	435	4,6 b	34 a
4 IHF 126TB	580	5,8 a	35 a
5 IHF 126TB	725	6,4 a	36 a
6 OPERA ULTRA	500	4,5 b	34 a
CV (%)		9,86	9,59

⁽¹⁾ Valores produtivos obtidos por tratamentos.

⁽²⁾ Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Eficiência de detecção e controle de *Fusarium verticillioides* em sementes e plântulas de milho.

Evandro Zacca Ferreira⁽¹⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽²⁾; Flavio Chupel Martins⁽³⁾; Daniel de Souza Ribeiro⁽³⁾; Guilherme Peletti Bueno⁽³⁾; Amanda de Lima⁽⁴⁾

(1) Acadêmico do curso de Doutorado em Produção Vegetal do CAV-UDESC; (2) Professor/pesquisador do CAV-UDESC; (3) Acadêmicos do curso de Agronomia do CAV-UDESC; (4) Acadêmico do curso de Mestrado em Produção Vegetal do CAV-UDESC.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas na eficiência de detecção de *Fusarium verticillioides* em teste de sanidade de sementes e de plântulas em função do tempo de avaliação. Sementes do híbrido Status TG TL infectadas com *F. verticillioides* tratadas com fungicida metalaxil-m + fludioxonil e sem tratamento foram semeadas em meio de cultura batata-dextrose-ágar para obtenção de plântulas sintomáticas (PS) e assintomáticas (PA). As plântulas foram transferidas para tubos de ensaio contendo meio de ágar-água e mantidas em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, onde permaneceram até completarem 20 dias. Obtiveram-se os tratamentos: T1 - PA sem fungicida; T2 - PS sem fungicida; T3 - PA com fungicida; T4 - PS com fungicida. Foi quantificado incidência do fungo no mesocótilo, coroa e semente remanescente das plântulas e mensurado comprimento e peso seco da parte aérea e raiz. A incidência de *F. verticillioides* em sementes remanescentes foi de 96% para T1 e T3, e 100% para T2 e T4, não diferindo os tratamentos entre si. Foi observada incidência de *F. verticillioides* de 88 e 93% para mesocótilo, e 88 e 95% para coroa em plântulas provenientes de T1 e T3, respectivamente. O tratamento de sementes com metalaxil-m + fludioxonil não foi eficiente no controle de *F. verticillioides*. A detecção de *F. verticillioides* em meio BDA aos sete dias de incubação não representou a real incidência do fungo, pois o patógeno foi recuperado de plântulas até então assintomáticas.

Termos de indexação: *Zea mays*. Fusariose. Sanidade de sementes. Fungicidas.

INTRODUÇÃO

Em milho muitos patógenos utilizam as sementes como abrigo para sobrevivência e disseminação (McGEE, 1988). Entre os patógenos que podem estar associados às sementes, os fungos são considerados os microrganismos de maior importância, podendo serem transmitidos da semente para o sistema radicular e órgãos aéreos e/ou serem levados a longas distâncias e introduzidos em áreas nunca cultivadas ou em lavouras de rotação de cultura. As sementes infectadas provocam problemas de germinação de sementes, emergência das plântulas, podridões radiculares e da base do colmo (NERBASS; CASA; ANGELO; 2008).

O fungo *F. verticillioides* é o patógeno encontrado com maior frequência associado a sementes de milho no Brasil (NERBASS et al., 2008). Este fungo pode colonizar o embrião e o endosperma, podendo causar podridão de semente e lesões nas raízes (WHITE, 1999, NERBASS et al., 2008). Outro problema causado pelo patógeno quando encontra-se infectando sementes de milho é a ocorrência da transmissão da semente para os demais órgãos da planta causando podridões da base do colmo e da espiga em plantas de milho (SARTORI; REIS; CASA, 2004).

As sementes de milho comercializadas no Brasil não trazem informações sobre a sanidade, supondo que estas sementes possuem boa qualidade sanitária. No entanto, o tratamento comercial de sementes de milho não tem sido satisfatório, considerando-se como alvo do controle

a erradicação dos principais fungos da cultura (CASA; REIS; MOREIRA, 2005; NERBASS; CASA; ANGELO, 2008).

Verifica-se a necessidade de mais estudos sobre a eficiência de detecção de *F. verticillioides* no teste de sanidade de sementes e eficiência de fungicidas no tratamento de sementes no controle do fungo e desenvolvimento inicial de plântulas.

Os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar a eficiência de detecção de *F. verticillioides* em sementes e plântulas de milho em função do tempo em teste de sanidade em meio agarizado; e 2) determinar se o tratamento de sementes com fungicida fludioxonil + metalaxil-m interfere no controle de *F. verticillioides* e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de milho do híbrido Status TG TL com incidência de 56% do fungo *F. verticillioides* foram fracionadas em duas amostras, sendo a primeira tratada com metalaxil + fludioxonil (1,5 + 3,75 g i.a./100kg de sementes) e a segunda mantida sem o tratamento de sementes.

Foram cultivadas 900 sementes por tratamento, sendo colocadas nove sementes por caixa de acrílico tipo gerbox contendo meio de cultura batata-dextrose-agar (BDA). Os recipientes com as sementes foram mantidos em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante sete dias. Em lupa estereoscópica foram identificadas as plântulas com presença do fungo *F. verticillioides*. Foi considerada infectada a semente na qual foram detectadas colônias e/ou esporos do patógeno.

Posteriormente foram separadas as plântulas infectadas (sintomáticas) e sadias (assintomáticas), obtendo-se os seguintes tratamentos: T1 - plântulas assintomáticas sem tratamento; T2 - plântulas sintomáticas sem tratamento; T3 - plântulas assintomáticas com tratamento; T4 - plântulas sintomáticas com tratamento. As plântulas isoladas foram transferidas para tubos de ensaio de vidro neutro com medida de 24 mm x 250 mm contendo meio de cultura ágar-água (AA), mantendo os tubos em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante 13 dias.

Os tratamentos constituíram um arranjo fatorial entre tratamento de sementes (TS) e plântulas sadias e infectadas por *F. verticillioides*. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito repetições, sendo cada unidade experimental constituída por 10 tubos de ensaio contendo uma plântula por tubo.

Retiraram-se as plântulas cuidadosamente de cada tubo de ensaio com auxílio de pinça de modo

a não danificar seus tecidos. Foi mensurado o comprimento da parte aérea e do sistema radicular, e posteriormente retirado mesocótilo, coroa e semente remanescente de cada plântula para plaqueamento.

A parte aérea e o sistema radicular das plantas foram cortados e colocados para secar em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 60°C, durante 48 h, com posterior pesagem para determinação da matéria seca.

A incidência do fungo foi quantificada no mesocótilo, coroa e semente remanescente de cada plântula. Estes órgãos foram removidos com auxílio de pinça e bisturi esterilizado em chama de álcool. Após procedeu-se a assepsia em hipoclorito de sódio (1%) por cinco minutos e retirado do excesso com água estéril. Os tecidos foram cultivados em caixas de acrílico tipo gerbox contendo meio de BDA. O material foi incubado durante cinco dias em câmara de crescimento com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Foi considerado infectado o órgão sobre o qual foi possível identificar a colônia e/ou estruturas do fungo *F. verticillioides*.

Os dados de incidência do fungo *F. verticillioides* em cada órgão foram transformados em $\arcsen\sqrt{(x + 1)}$, e submetidos à análise de variância com as médias comparadas segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O comprimento e peso de raiz e parte aérea foram analisados com o mesmo teste estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de *F. verticillioides* em sementes remanescentes de plântulas cultivadas 'in vitro' aos 20 dias após a incubação (7 em meio de BDA e 13 em tubo com AA) não foi significativa, demonstrando não haver efeito do tratamento de sementes (TS) com o fungicida metalaxil-m + fludioxonil no controle do fungo (Figura 1). Diversos autores também têm relatado que o tratamento de sementes de milho não tem sido satisfatório, considerando-se como objetivo do TS a erradicação dos principais fungos associados a sementes de milho (CASA; REIS; MOREIRA, 2005; NERBASS; CASA; ANGELO, 2008).

No Brasil as sementes de milho são comercializadas já tratadas com fungicida, entretanto, em relação à erradicação de *F. verticillioides* o tratamento industrial de sementes tem sido ineficaz, resultados de acordo com os obtidos neste estudo (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 1998; NERBASS, 2008; NERBASS, 2011). Também para Moraes et al. (1998; 2003) o fungicida

metalaxil-m + fludioxonil não tem obtido eficiência satisfatória no controle desse patógeno em testes de sanidade de sementes.

A não significância da incidência do fungo em sementes remanescentes de plântulas mantidas incubadas por 20 dias, demonstra que sementes sintomáticas e assintomáticas aos sete dias não diferem entre si quanto a incidência de *F. verticillioides*. Estes dados demonstram que a detecção de *F. verticillioides* no teste de sanidade de sementes de milho quando avaliado aos sete dias esta subestimada.

Plântulas oriundas de sementes com a presença de colônias do fungo aos sete dias (T2 e T4) diferiram estatisticamente de plântulas provenientes de sementes assintomáticas (T1 e T3), sendo detectada menor incidência do fungo no mesocótilo e coroa de plântulas provenientes de sementes assintomáticas. Ainda assim foi observada incidência de *F. verticillioides* de 88% e 93% para mesocótilo, e 88 e 95% para coroa nessas plântulas com e sem TS, respectivamente. Estes valores demonstram que fungicidas avaliados *in vitro*, podem ter sua eficiência superestimada.

A incidência do fungo no mesocótilo e coroa de plântulas de milho cultivadas 'in vitro' aos 20 dias, não diferiu estatisticamente em sementes assintomáticas (T1 x T3) e sintomáticas (T2 x T4) com e sem fungicida, demonstrando não haver efeito do fungicida metalaxil-m + fludioxonil no controle da transmissão de *F. verticillioides* (Figura1). Avaliando diferentes fungicidas para o tratamento de sementes de milho, entre eles metalaxil-m + fludioxonil, Sachs (2013) obteve redução de aproximadamente 90, 55 e 45% na taxa de transmissão do fungo da semente para mesocótilo, coleótilo e coroa, respectivamente. Também avaliando o controle do fungo, Nerbass (2008) detectou taxa de transmissão de *F. verticillioides* (24° C) de sementes tratadas com fungicida para mesocótilo e coroa, de 17 e 60% para mesocótilo e 20 e 27% para coroa, respectivamente para os fungicidas tolyfluanida + carbendazim e carbendazim + thiram. Estes resultados apresentam controles superiores aos resultados encontrados neste trabalho, onde o fungicida não obteve controle na transmissão para mesocótilo e coroa em plantas oriundas de sementes assintomáticas e sintomáticas aos 20 dias.

O efeito da sanidade de sementes aos sete dias foi significativo para as variáveis comprimento de raiz (CR), peso de raiz (PR), comprimento de parte aérea (CPA) e peso de parte aérea (PPA), isso demonstra que em média plantas

desenvolvidas a partir de sementes sintomáticas apresentam menor CR, CPA, PR, PPA quando comparadas a plantas formadas a partir sementes assintomáticas.

As plantas oriundas de sementes tratadas com fungicida apresentaram também maior CR, CPA, PR e PPA, em relação a plantas desenvolvidas a partir de sementes não tratadas.

Houve interação estatística entre a sanidade de sementes aos 7 dias (sintomáticas e assintomáticas) e tratamento de sementes (com e sem TS), para CR, PR. Portanto na análise destas variáveis os dados serão comparados dentro das sementes sadias (T1 x T3), sementes infectadas (T2xT4), sementes com TS (T3xT4) e sementes sem TS (T1xT2).

Figura 1- Incidência (%) de *Fusarium verticillioides* em sementes remanescentes, mesocótilo e coroa de plântulas de milho cultivadas 'in vitro', durante 20 dias.

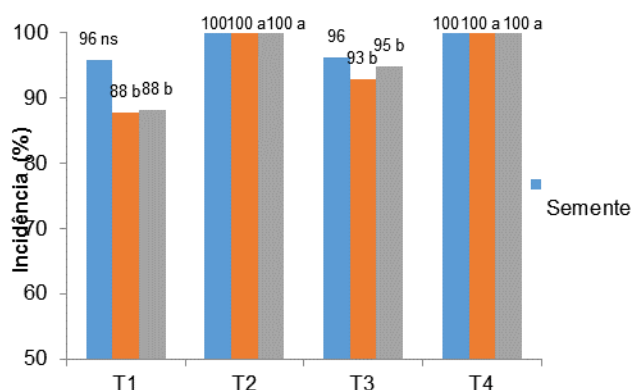
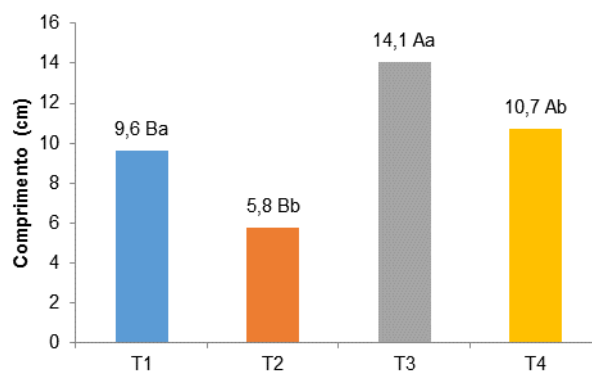
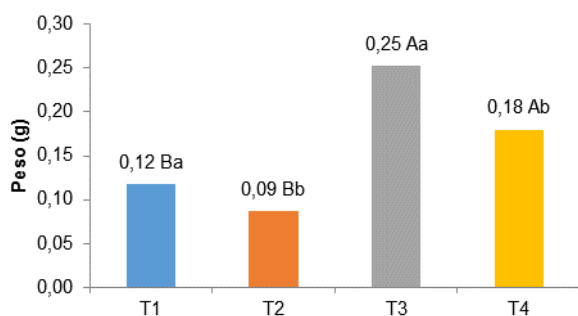


Figura 2 - Comprimento de raiz de plântulas de milho cultivadas in vitro durante 20 dias.



** Letras maiúsculas referem-se as comparações T1 x T3 e T2 x T4, e letras minúsculas referem-se a T1 x T2 e T3 x T4.

Figura 3. Peso de raiz de dez plântulas de milho cultivadas *in vitro* durante 20 dias.



** Letras maiúsculas referem-se as comparações T1 x T3 e T2 x T4, e letras minúsculas referem-se a T1 x T2 e T3 x T4.

Em média sementes sintomáticas aos sete dias desenvolveram plântulas com menor CPA, quando comparadas a a plântulas oriundas de sementes assintomáticas. Sementes tratadas com o fungicida metalaxil-m + fludioxonil desenvolveram em média plântulas com maior CPA, apresentando significância o efeito da utilização do tratamento de sementes.

O T2 (0,12 g) apresentou o menor PPA, diferindo de T3 (0,20 g) e T4 (0,17 g). O T1 (0,16 g) não apresentou diferença estatística do T2, T3 e T4 quanto ao peso de parte aérea. Isto demonstra que o tratamento de sementes com metalaxil-m + fludioxonil não apresenta efeito sobre o PPA em plantulas oriundas de sementes assintomáticas. Porém plantulas oriundas de sementes sintomáticas apresentaram maior PPA quando tratadas com fungicida.

Plantas provenientes de sementes sintomáticas não diferiram de plantas oriundas de sementes assintomáticas quanto ao PPA.

CONCLUSÕES

A detecção de *F. verticillioides* em meio BDA aos sete dias de incubação não representou a real incidência do fungo, pois o patógeno foi recuperado de plântulas até então assintomáticas quando essas foram reavaliadas aos 20 dias.

O tratamento de sementes de milho com o fungicida metalaxil-m + fludioxonil não apresentou

controle sob *F. verticillioides* em sementes e plântulas aos 20 dias.

Os valores de eficiência de fungicidas no controle de *F. verticillioides in vitro*, avaliados aos 7 dias podem estar sendo superestimados.

O tratamento de sementes com o fungicida metalaxil-m + fludioxonil proporcionou maior CR, CPA, PR e PPA em plântulas de milho aos vinte dias.

Plântulas provenientes de sementes com a presença de colônias de *F. verticillioides* aos sete dias apresentam menor CR, PR e CPA quando comparadas a plântulas oriundas de sementes assintomáticas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Fundo de Apoio a Manutenção da Educação Superior (FUMDES) pela concessão de bolsa permitindo a realização deste trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CASA, R.T.; REIS, E. M; MOREIRA, E.N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: Qualidade Fitossanitária**. Viçosa: UFV, DFP, 2005. p. 55-71.

McGEE, D.C. Maize disease: a reference source for seed technologists. St. Paul: **The American Phytopathological Society**, 1988. 165 p.

MORAES, M. H. D. et al. Avaliação do desempenho de sementes de milho tratadas com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 24, p. 79, 1998.

MORAES, M. H. D. et al. Controle químico de *F. miniliforme* em sementes de milho: metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 626 – 632, 2003.

NERBASS, F. R.; CASA, R. T.; ANGELO, H. R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n.1, p. 30 - 36, 2008.

NERBASS, F.R. et al. Qualidade do tratamento industrial de sementes de milho comercializadas em Santa Catarina na safra 2010/2011. In: **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão** 8, 2011, Chapecó. Anais...,v. 1. p.1-5.



SARTORI, A.F.; REIS, E.M.; CASA, R.T.
Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho.
Fitopatologia Brasileira, Fortaleza, v.29, p.456-458. 2004.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**.
3.ed. Saint Paul: APS press, 1999. 78p.

Eficiência de fungicidas no controle da Mancha Foliar de Diplódia na cultura do milho

Alan Junior Stadler⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Cristhian Ribas Sékula⁽³⁾; Bruno Schoroeder⁽⁴⁾; João Vitor Finoketi⁽⁵⁾; kathia Szeuczuk⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; e-mail: alan_stadler@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽³⁾ Engenheiro agrônomo – Grupo Santa Maria; Guarapuava; PR; ⁽⁴⁾ Estudante – graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁵⁾ Estudante – graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁶⁾ Estudante de pós-graduação - Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR.

RESUMO: O cultivo de milho, tem expandido em áreas de plantio direto no estado do Paraná, esse aumento, associado à falta de rotação de culturas e às condições climáticas favoráveis tem propiciado o aparecimento de doenças foliares. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de fungicidas no controle de *Stenocarpella macrospora* em milho, no ano agrícola de 2015/16 no Centro-Sul do Paraná. O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do grupo MLCV, em Guarapuava-PR, sob sistema de plantio direto e a semeadura realizada dia 17/10/2015. O delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições, um híbrido de milho (2A610 PW, classificado como tolerante à *S. macrospora*), três tratamentos com diferentes fungicidas e um tratamento testemunha, sem controle químico. A avaliação da mancha foliar de diplódia ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS) e 7 dias após a segunda aplicação (DAA) dos fungicidas no estágio fenológico R1 e realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias entre as mesmas, por três avaliadores. A colheita manual das espigas ocorreu 165 dias após a semeadura, as espigas foram trilhadas, os grãos pesados e determinado a umidade. Posteriormente foram avaliados produtividade (PROD) e massa de mil grãos (M1000). Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR. Todos os tratamentos com fungicidas foram eficientes no controle da mancha foliar de diplódia no experimento avaliado. As

aplicações de fungicidas não influenciaram nos fatores M1000 e PROD.

Termos de indexação: Doenças foliares, *Stenocarpella macrospora*, severidade.

INTRODUÇÃO

O cultivo de milho, nos últimos anos, tem sido expandido em áreas sob plantio direto no estado do Paraná, esse aumento de área associado à falta de rotação de culturas, ao monocultivo e as condições climáticas favoráveis tem propiciado o aparecimento de várias doenças foliares (Mendes et al., 2012), destacando a mancha foliar de diplódia (Kogushi, 2011).

A mancha foliar de diplódia (*Stenocarpella macrospora*), apesar de amplamente distribuída, tem ocorrido com baixa e média severidade e sua disseminação ocorre através dos esporos levados pelo vento e dos restos de cultura. Os restos de cultura são fonte de inóculo local e também contribuem para a disseminação dessa doença para outras áreas de plantio (Embrapa, 2009), que causa além de manchas foliares, podridão de colmo e espiga.

Nesse sentido, Mendes et al. (2012) trabalhando com híbridos de milho comerciais evidenciaram que a produtividade de grãos e o controle de manchas foliares foi influenciada, além da presença do patógeno, pelo tipo de híbrido e pelas safras agrícolas, sendo mais pronunciada no sistema de plantio direto.

Desta forma, com o avanço do cultivo do milho em sistema de plantio direto, tornou-se

imprescindível o uso de técnicas para o controle das principais doenças foliares no milho, visando principalmente a qualidade dos grãos. Para essa finalidade têm se utilizado o controle preventivo com associações de princípios ativos em aplicações foliares (Zanatta, 2013).

Atualmente, para o controle de doenças foliares, os penetrantes móveis pertencentes ao grupo químico dos triazóis e suas misturas com estrobilurinas são os mais utilizados em sistema de produção de média à alta tecnologia, como uma ferramenta importante na exploração do potencial produtivo de alguns híbridos e tem demonstrado ser uma prática economicamente viável (Duarte et al., 2009).

As informações de fungicidas indicados para o controle de *S. macrospora* são inexistentes e para isso pesquisas com controle químico visando esse patógeno especificamente, quantificando a eficácia dos diferentes fungicidas e suas associações devem ser exploradas para aprimorar técnicas que visem o controle dessa doença. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fungicidas no controle de *Stenocarpella macrospora* e em um híbrido comercial de milho, no ano agrícola de 2015/2016 no Centro-Sul do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do grupo MLCV, na cidade de Guarapuava-PR, sob sistema de plantio direto em resteva de aveia preta (*Avena strigosa*) e a semeadura realizada dia 17/10/2015. Para adubação de base foi utilizado 250 Kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 08-28-16, o qual sete dias antes da semeadura foi depositado no solo. Foi utilizado o híbrido 2A610 PW, da empresa Dow Agrosience®, classificado como tolerante ao fungo *S. macrospora*, baseado em dados fornecidos pela empresa produtora de sementes.

A semeadura foi realizada com o auxílio de matracas, depositando a semente na linha anteriormente sulcada pela semeadora. Após as plantas atingirem o estágio fenológico V4 (4 folhas expandidas), realizou-se um desbaste deixando 3,4 plantas por metro linear e uma população de 75.000 plantas ha⁻¹.

Foram realizadas duas aplicações dos fungicidas quando as plantas estavam no estágio de V8 (oito folhas expandidas) e R1, com o uso de um pulverizador pressurizado de CO₂, de acordo com os tratamentos especificados na **tabela 1**. O tratamento 4 recebeu apenas uma aplicação no estágio V8, com um ligeiro aumento na dose, seguindo especificações do fabricante.

Tabela 1. Tratamentos, estádios fenológicos e doses da aplicação do experimento, realizado na região Centro-Sul do Paraná.

Tratamento	Estádio	Dose	Empresa
1- Testemunha	-	-	-
2- Fungicida 1	V8 + R1	0,75 L ha ⁻¹	Basf
3- Fungicida 2	V8 + R1	0,5 L ha ⁻¹	FMC
4- Fungicida 3	V8	0,6 L ha ⁻¹	FMC

1: sem aplicação de fungicida, 2: Piraclostrobina + Metconazole, 3 e 4: Azoxistrobina + Flutriafol.

A avaliação da mancha foliar de diplódia ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS) e 7 dias após a segunda aplicação (DAA) do fungicida no estágio fenológico R1, sendo realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias entre as mesmas, por três avaliadores. Foi utilizada uma escala de notas para quantificar a severidade de doença em cada parcela, com uma escala diagramática (Agrocere, 1996). Para avaliar o progresso das doenças foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Diplódia (AACPD), seguindo a padronização de Shaner e Finney (1977).

Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: massa de mil Grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD). A colheita manual das espigas foi realizada 165 dias após a semeadura e posteriormente as espigas foram trilhadas e os grãos pesados e determinado o seu teor de água, os dados referentes ao peso de grãos foram transformados para kg ha⁻¹ e corrigidos para umidade padrão de 13%.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em faixa, com quatro repetições, sendo um híbrido de milho e três tratamentos com diferentes fungicidas e um tratamento testemunha, sem controle químico, totalizando 16 parcelas.

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR

(Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento constatou-se a ocorrência da doença *Stenocarpella macrospora* e os primeiros sintomas foram observados no estágio R1 e evoluindo lentamente até o estágio fenológico R5, com uma maior severidade no tratamento testemunha (sem aplicação).

Observou-se que para a AACPD todos os tratamentos com fungicidas não diferiram entre si mas se diferiram estatisticamente da testemunha (**Tabela 2**). Pode-se observar que os tratamentos Piraclostrobina + Metconazole (0,75 L ha⁻¹ em V8 + R1), Azoxistrobina + Flutriafol (0,5 L ha⁻¹ em V8 + R1) e Azoxistrobina + Flutriafol (0,6 L ha⁻¹ em V8) obtiveram valores de AACPD semelhantes estatisticamente, com valores 44,0425; 87,0975 e 100,4425 respectivamente, sendo eficientes no controle da severidade da mancha foliar de diplódia, os quais podem ser ilustrados na figura 1.

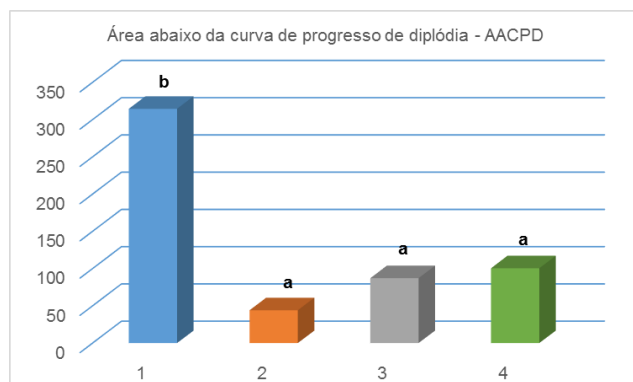


Figura 1. Área abaixo da curva de progresso de diplódia – AACPD para os quatro tratamentos avaliados.

Outro fato importante a se considerar é que o tratamento 4- Azoxistrobina + Flutriafol com uma aplicação apenas em V8, aumentando a dose, foi eficiente no controle da severidade da doença, diferindo-se da testemunha e igualando-se estatisticamente com os demais tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Koguish (2011), que ao avaliar o efeito do fungicida Azoxistrobina + Ciproconazole em diferentes estádios fenológicos de aplicação, os mesmos

foram eficientes no controle da severidade da mancha foliar de diplódia.

De acordo com Bampi et al. (2012) as misturas comerciais de estrobilurinas + triazóis devem ser preferencialmente indicadas, uma vez que, no campo, normalmente numa mesma planta e/ou folha têm-se mais de uma doença, havendo necessidade de maior espectro de ação dos fungicidas.

Tabela 2. Médias da área abaixo da curva de progresso da *Stenocarpella macrospora* (AACPS), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD), com diferentes fungicidas na região Centro-Sul do Paraná.

Tratamento	AACPD	M1000	PROD
1- Testemunha	314,49 b	364,84 a	15.769 a
2- Fungicida 1	44,04 a	379,86 a	15.789 a
3- Fungicida 2	87,10 a	362,18 a	14.871 a
4- Fungicida 3	100,44 a	383,06 a	15.743 a

CV (%)

1: sem aplicação de fungicida, 2: Piraclostrobina + Metconazole (V8+R1), 3: Azoxistrobina + Flutriafol (V8+R1) e Azoxistrobina + Flutriafol (V8).

Neste mesmo contexto, Bampi et al. (2012), avaliando o desempenho de fungicidas no controle da mancha de diplódia na cultura do milho, observaram que as misturas de triazóis + estrobilurinas controlaram em média 75% a severidade da doença, enquanto que os produtos com estrobilurinas reduziram 62%, com benzimidazóis 55% e com triazóis 38%, na ação curativa. Segundo o autor, o menor controle foi obtido na ação erradicativa com redução média de 40,1% da severidade da doença, não havendo diferença significativa entre fungicidas.

Para a variável massa de mil grãos (M1000) não houve diferença significativa entre os tratamentos, inclusive para a testemunha. Resultados similares foram encontrados por Koguish (2011) que ao avaliar o efeito da aplicação de Azoxistrobina + Ciproconazole não obteve diferença significativa para massa de mil grãos e produtividade.

Para a variável produtividade (PROD) nenhum dos tratamentos diferiu estatisticamente da testemunha, observando que o híbrido é tolerante à mancha foliar de diplódia.

Estes resultados contradizem com os resultados obtidos por Duarte et al. (2009), em que os

melhores fungicidas para o controle de ferrugem comum, mancha branca, mancha de diplódia e que refletiram maior produtividade, refere-se aos fungicidas com associação de triazóis + estrobilurinas.

Porém, Duarte et al. (2009) ao avaliarem a aplicação de fungicidas em dois estádios fenológicos, observaram que o fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina promoveram um incremento de 26,4% na produtividade, fato este que não ocorreu no presente experimento.

Estes resultados assemelham-se com os resultados de obtidos por Zanatta (2013) os quais não observaram diferença significativa para produtividade quando utilizado o híbrido P32R48H verificando que a característica do genótipo influenciou na massa de mil grãos, e variou com a safra agrícola.

Já Gonçalves et al. (2012) avaliaram três híbridos de milho no plantio de safrinha usando duas aplicações de fungicidas associados (triazol + estrobilurina) constatou o efeito benéfico para a massa de mil grãos (P1000) somente para um híbrido.

CONCLUSÕES

Todos os tratamentos com fungicidas foram eficientes no controle da mancha foliar de diplódia no experimento avaliado.

As aplicações de fungicidas não influenciaram nos fatores M1000 e produtividade.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do grupo Núcleo de Plantio Direto pelo auxílio na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

BAMPI, D., CASA, R. T., BOGO, A., SANGOI, L., BOLZAN, J. M., PILETTI, G. Desempenho de fungicidas no controle da mancha-de-macrospora na cultura do milho, **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n. 4, p. 319-322, 2012.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P. T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.101 – 111, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

GONÇALVES, M.E.M.P.; GONÇALVES JUNIOR, D.; SILVA, A.G.; CAMPOS, H. D.; SIMON, G. A.; SANTOS, C. J. L.; SOUZA, M. A. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. **Nucleus**, v.9, n.1, abr.2012.

KOGUISHI, L. **Aplicação de fungicidas em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho (Zea mays) no controle de doenças**. Dissertação (mestrado em agronomia), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 60 p. Ponta Grossa. 2011.

SHANER, G.; FINNEY, R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox Wheat. **Journal of Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

LIMA, L. G. N. V. DE, MENDES, M.C., POSSATTO JUNIOR, O., GABRIEL, A., OLIVEIRA, B. R. D. E, RIZZARDI, D.A., FARIA, M. V. NETO, F.N. Eficiência de Benzimidazol, Triazol e Estrubilurina no Controle de Doenças Foliares na Cultura do Milho. **RESUMO. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia. Anais**, 2012.

MENDES, M, C.; VON PINHO, R, G.; VON PINHO, E, V.; FARIA, M, V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos. **Ambiência Guarapuava (PR)**. V8 n.2 p.275 – 292 Mai/Ago. 2012.

ZANATTA, P. **Controle preventivo de doenças foliares em híbridos comerciais de milho com fungicidas em espaçamento reduzido**. 2013. 64f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Eficiência do tratamento de sementes de milho com fungicidas no controle de *Fusarium verticillioides in vitro*

Evandro Zacca Ferreira⁽¹⁾; Flavio Chupel Martins⁽²⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽³⁾; Amanda de Lima⁽⁴⁾; Flavia Januario Steckert⁽²⁾; Otavio Ajala Fiorentin⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Doutorado em Produção Vegetal do CAV-UDESC; ⁽²⁾ Acadêmicos do curso de Agronomia do CAV-UDESC; ⁽³⁾ Professor/pesquisador do CAV-UDESC; ⁽⁴⁾ Acadêmico do curso de Mestrado em Produção Vegetal do CAV-UDESC.

RESUMO: O fungo *Fusarium verticillioides* é o principal patógeno associado a sementes de milho no Brasil. Este patógeno quando associado a sementes de milho pode ocasionar deterioração de sementes, mortes de plântulas e podridão da base do colmo, ocasionando problemas de emergência e stand inicial de plântulas bem como redução no rendimento e qualidade dos grãos de milho. O transporte de sementes infectadas constitui-se na principal forma de disseminação de *F. verticillioides* a longa distância, e o tratamento de sementes na principal estratégia de controle do patógeno quando o mesmo encontra-se associado a sementes de milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas utilizados no tratamento de sementes (TS) no controle de *F. verticillioides*. Foram conduzidos dois experimentos em laboratório, onde sementes naturalmente infectadas dos híbridos Status Viptera 3 e Ferroz Viptera foram tratadas com fungicidas. As sementes tratadas foram semeadas em caixas de acrílico tipo gerbox contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), e armazenadas em câmara de crescimento a 25 °C e 12 h de fotoperíodo durante dez dias. No décimo dia foi avaliada a incidência do patógeno *in vitro*. Testaram-se fungicidas pertencentes aos grupos químicos dos benzimidazóis, tiofanatos, estrobilurinas, ditiocarbamatos, fenilamidas, fenilpirois e dinitroanilinas presentes em produtos comerciais. Os ingredientes ativos metalaxil + fludioxonil não diferiram estatisticamente da testemunha na incidência de *F. verticillioides*. O TS com os fungicidas fludioxonil + metalaxil + carbendazim + tiram e fluazinam + tiofanato metílico obtiveram as menores incidências do patógeno. O fungicida metalaxil + fludioxonil + tiabendazole apresentou controle de 59,5%. Os maiores controles do patógeno foram verificados para os fungicidas fluazinam + tiofanato metílico, fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram e piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil. Os tratamentos com a

presença dos ingredientes ativos carbendazim e tiofanato metílico obtiveram controle superior a 80%.

Termos de indexação: *Zea mays*. Sementes infectadas. Benzimidazóis. Tiofanatos.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta baixa plasticidade vegetativa e reprodutiva, sendo o principal componente de rendimento o número de espigas por unidade de área (Sangoi et al., 2010). Patógenos associados a sementes podem causar deterioração de sementes e morte de plântulas, reduzindo a população de plantas e consequentemente o número de espigas por unidade de área (Reis et al., 2004; Sangoi et al., 2010). Em sementes infectadas por fungos patogênicos, também pode ocorrer a transmissão para os órgãos aéreos da planta de milho causando podridões da base do colmo e da espiga (Sartori et al. 2004; Wilke et al., 2007). Os fungos são considerados os principais microrganismos associados e transmitidos pela semente, podendo ser levados a longas distâncias e introduzidos em áreas nunca cultivadas ou em lavouras de rotação de cultura (Casa; Zambolim; Reis, 1998).

O fungo *F. verticillioides* é o patógeno encontrado com maior frequência associado a sementes de milho no Brasil (Nerbass et al., 2008). Quando presente em sementes de milho o patógeno pode colonizar o embrião e o endosperma, podendo causar podridão de semente e lesões em raízes (Reis & Casa, 1996; White, 1999). Também pode ocorrer a transmissão da semente para a parte aérea da planta causando podridões da base do colmo e da espiga em plantas de milho (Sartori; Reis; Casa, 2004).

O tratamento de sementes com fungicidas visa reduzir e/ou erradicar o inóculo dos patógenos presentes na semente e protegê-las durante a

germinação dos fungos de solo, proporcionando que a semente expresse seu potencial de germinação e vigor mesmo em condições adversas de semeadura. Outra finalidade do controle dos fungos associados à semente é evitar a transmissão da semente para a plântula. Assim, o tratamento de sementes deve apresentar uma eficiência tal que erradique ou reduza, abaixo do limiar de transmissão, os fungos na semente, evitando a introdução ou aumento da intensidade de algumas doenças no campo (Casa et al., 2006).

A possibilidade do uso de novas misturas de fungicidas em tratamento de sementes de milho torna-se fundamental dentro de um programa de manejo integrado de doenças. São escassos os trabalhos científicos recentes publicados a respeito da utilização de fungicidas em tratamento de sementes de milho no Brasil para o controle de *F. verticillioides*. Em virtude disto foi realizado o presente trabalho com o objetivo de quantificar a eficiência de fungicidas em sementes milho visando o controle de *Fusarium verticillioides in vitro*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, em Lages, no ano de 2015. Os testes de fungicidas, misturas e doses, foram realizados em lotes de sementes de milho dos híbridos Status Viptera 3 e Ferroz Viptera com 66 e 73,5 % de incidência do fungo *F. verticillioides*. O tratamento das sementes foi realizado via úmida (2%). Os fungicidas utilizados constam na **Tabela 1**. O tratamento foi feito em sacos plásticos, com capacidade para cinco Kg, utilizando 500g de sementes por tratamento, agitando as sementes durante 5 minutos. Após tratadas as sementes foram plaqueadas em caixas de acrílico tipo gerbox contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-água). Foram cultivadas 200 sementes por tratamento, sendo 8 repetições de 25 sementes. Os recipientes com as sementes foram mantidos em câmara de crescimento, marca EletroLab com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante dez dias. As unidades amostrais foram distribuídas nas prateleiras da câmara de crescimento num arranjo de tratamentos completamente casualizados.

Tabela 1 - Produtos e doses utilizados no tratamento de sementes de milho, Lages/SC 2015.

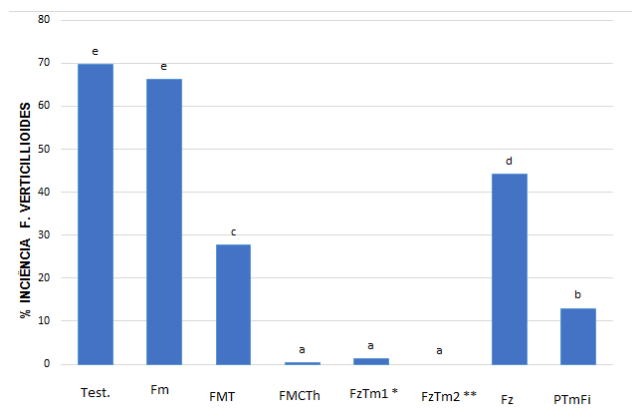
Tratamentos		Dose (100 Kg de sementes)	
Produto Técnico	Produto Comercial	p.c.(mL)	g.i.a.
Testemunha	-		
Fludioxonil + metalaxil	Maxim XL	150	3,75 + 1,5
Fludioxonil + metalaxil + tiabendazole	Maxim Advanced	150	3,75 + 3 + 22,5
Fludioxonil + metalaxil + carbendazim + Tiram	Maxim XL + Derosal Plus	150 + 300	3,75 + 1,5 + 45 + 105
Fluazinam + Tiofanato metílico	Certeza	145	7,6 + 50,75
Fluazinam + Tiofanato metílico	Certeza	180	9,45 + 63
Fluazinam	Frownside	18,9	9,45
Piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil	Standak Top	250	6,25 + 56,25 + 62,5

Sob lupa estereoscópica e microscópio ótico foi quantificado e identificado o fungo *F. verticillioides* em cada parcela. Foi considerada infectada a semente na qual foram detectadas colônias e/ou esporos do patógeno. Os dados obtidos de incidência do fungo foram transformados em $\sqrt{(x + 1)}$ e submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados foram expressos em incidência de fungos por tratamento e percentagem de controle, comparando os fungicidas com a testemunha

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação estatística entre os híbridos de milho avaliados, portanto, os dados serão analisados com base na média dos dois experimentos. O fungicida fludioxonil + metalaxil-m não diferiu da testemunha quanto a incidência de *F. verticillioides* (**figura 1**).

Figura 1 - Incidência (%) de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho avaliadas aos 10 dias *in vitro*.



* Dose de 140 mL p.c./100 kg de sementes
** Dose de 180 mL p.c./100 kg de sementes.
***Medias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

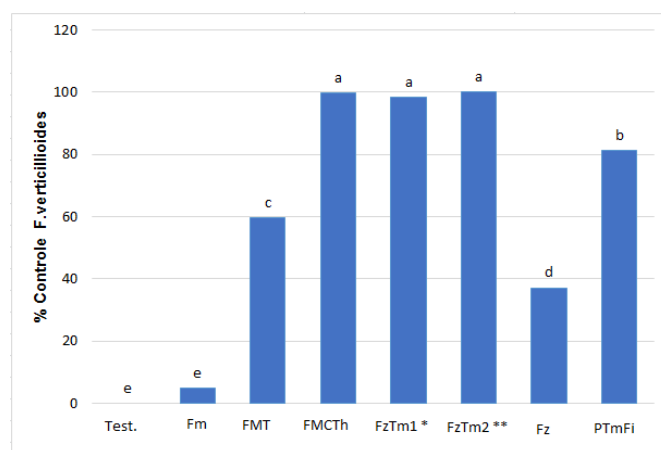
A incidência de *F. verticillioides* verificada no tratamento fludioxonil +metalaxil-m + tiabendazole foi de 27,7%, valor este inferior aos fungicidas fludioxonil + metalaxil-m, fluazinam e testemunha, porém superior aos demais tratamentos. Os tratamentos com os fungicidas fluazinam + tiofanato metílico nas duas doses testadas e fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram apresentaram incidências inferiores do patógeno a 1,25%.

O controle de *F. verticillioides* foi superior para os tratamentos fluazinam + tiofanato metílico nas duas doses testadas, e fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Avaliando o tratamento de sementes em milho Casa et al., (1998) obteve a erradicação do patógeno com a aplicação de benzimidazóis em TS. Contudo o fungicida fludioxonil + metalaxil-m + tiabendazole no presente estudo, mesmo contendo uma molécula do grupo químico dos benzimidazóis, só obteve controle superior a testemunha, fludioxonil + metalaxil-m e fluazinam. Isto pode ter ocorrido pela dose de ingrediente ativo utilizado, a qual é inferior aos valores de 40 g.i.a./100 Kg de sementes de milho recomendados para outros fungicidas do mesmo grupo. A dose de tiabendazole recomendada no produto comercial fludioxonil + metalaxil-m + tiabendazole é de 22,5 g.i.a./100 Kg de sementes, valor este inferior aos 40 g.i.a. /100 Kg utilizado Casa et al. (2012) quando obteve controle do

patógeno avaliando diferentes profundidades de semeadura e temperatura na emergência de plantas de milho.

Também avaliando o controle de *F. verticillioides* em TS, Pinto (1997) utilizando dose de 20 g.i.a./100 Kg de sementes não obteve controle satisfatório do patógeno (**Figura 2**).

Figura 2 - Eficiência de controle (%) de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho avaliadas aos 10 dias *in vitro*.



* Dose de 140 mL p.c./100 kg de sementes
** Dose de 180 mL p.c./100 kg de sementes.
***Medias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

A mistura das moléculas de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil não diferiu estatisticamente dos maiores valores absolutos de controle obtidos neste trabalho, porém seu controle e de 81%, e os fungicidas com fluazinam + tiofanato metílico e fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram apresentam controle superior a 98 %.

O ingrediente ativo fluazinam quando utilizado de maneira isolado apresenta eficiência de controle de 37%, mas quando o fluazinam é aplicado em mistura com tiofanato metílico o controle ultrapassa 98%, demonstrando que a eficiência da mistura se deve principalmente ao fungicida do grupo químico dos tiofanatos.

Porém o aumento de dose do fungicida fluazinam + tiofanato metílico não resultou no aumento significativo de controle de *F. verticillioides*.

O tratamento com o fungicida fludioxonil + metalaxil-m, não controlou eficientemente *F. verticillioides* em sementes de milho, controlando apenas 4,8% do patógeno presente. Esses dados diferem dos encontrados por Luz (2003) que encontrou controle satisfatório do patógeno nas sementes utilizando esse fungicida.

Fungicidas com moléculas dos grupos químicos dos benzimidazóis ou tiofanatos com dose igual ou superior a 45 g.i.a./100 Kg apresentam controle de *F. verticillioides* superior a 80%. Avaliando a eficiência de fungicidas em tratamento de sementes no controle do mesmo patógeno Casa et al. (1998; 2012) encontraram resultados semelhantes.

CONCLUSÕES

Os fungicidas fluazinam + tiofanato metílico, fludioxonil + metalaxil-m + carbendazim + tiram e piraclostrobina + tiofanato metílico+fipronil foram eficientes no controle *F.verticillioides in vitro*.

Os fungicidas fludioxonil + metalaxil, fludioxonil + metalaxil-m + tiabendazole e fluazinam não apresentam controle satisfatório do patógeno.

As maiores eficiências de controle do patógeno foram verificadas nos tratamentos em que estavam presentes fungicidas dos grupos químicos dos benzimidazóis ou tiofanatos em doses igual ou maior a 45 g.i.a./100 Kg de sementes.

REFERÊNCIAS

- Avaliação do desempenho de sementes de milho tratadas com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 24:79. 1998. (Resumo)
- CASA, R. T. et al. Interação entre temperatura do solo, profundidade de semeadura e tratamento de sementes com fungicida na emergência de plantas de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n.1, p. 90 - 92, 2012.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; NERBASS, F.R. Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho. In: **Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo**. Lavras: UFV, 2006. p. 202–212.
- Casa, R.T.; Reis, E.M.; Zambolim, L. Fungos associados à semente de milho produzida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 370-373, 1998.
- LUZ, W.C. da. Combinação dos tratamentos biológico e químico de semente de milho. **Fitopatologia Brasileira** 28:037-040. 2003.
- NERBASS, F. R.; CASA, R. T.; ANGELO, H. R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n.1, p. 30 - 36, 2008a.
- NERBASS, F. R. **Tratamento de sementes de milho: qualidade comercial, erradicação e transmissão de *Fusarium verticillioides***. Lages, 2008, p. 79. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2008.
- REIS, E.; REIS, A.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas - Guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6 ed., Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010. 226 p.
- Pinto, N.F.J. Eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de milho visando o controle de *Fusarium moniliforme* e *Pythium* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 797- 801, 1997.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996, p. 635–639.
- REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144p.
- SANGOI, L. et al. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. v.1, 84 p.
- SARTORI, A.F.; REIS, E.M.; CASA, R.T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29. p. 456 - 458, 2004.
- WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. 3.ed. Saint Paul: APS press, 1999. 78p.
- WILKE, A. L. et al. Seed transmission of *Fusarium verticillioides* in maize plants grown under three different temperature regimes. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, p. 1109 -1115, 2007. MORAES, M.H.D., ALMEIDA, R.R., SOUZA, L., MENTEN, J.O.M. & CASTRO, R.M.

Efeitos de fungicidas em características fisiológicas e produtividade na cultura do milho

Nayara Lima Baute⁽¹⁾; Viviane Moreira Alves⁽²⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽¹⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); nayarabaute@hotmail.com; ⁽²⁾ Diretora de Pesquisa; UDI Pesquisa e Desenvolvimento; Uberlândia; Minas Gerais; ⁽³⁾ Doutorando; ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Pesquisador; UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: Nos últimos anos, a produção da cultura do milho no Brasil vem apresentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, genótipos mais produtivos e adaptáveis a diferentes ambientes, mecanização e aumento na área de plantio. Paralelamente a esta evolução, tem-se ocasionado um aumento considerado nas aplicações de fungicidas de forma a manejar as principais doenças incidentes nesta cultura. Por fim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de fungicidas de diferentes grupos químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições. Os fungicidas foram aplicados em duas épocas, nos estádios fenológicos V9 e R1. As variáveis analisadas foram: clorofila total, carotenoides, peso de mil grãos e produtividade final do híbrido DKB 340 VTPRO2. Quanto à concentração de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados, enquanto que para a produtividade, os maiores valores foram obtidos em tratamentos com adição do fungicida protetor, Unizeb Gold.

Termos de indexação: *Zea mays*, fungicidas protetores e produtividade.

INTRODUÇÃO

O manejo das doenças na cultura do milho (*Zea mays*) tem sido realizado através da utilização de híbridos resistentes associados a medidas culturais. Contudo, nos últimos anos, grande ênfase tem sido dada ao controle de doenças através da aplicação de fungicidas, e conseqüentemente tem-se verificado um aumento acentuado da utilização

destes produtos nas principais áreas produtora desta gramínea.

Além do controle de doenças, alguns fungicidas apresentam alguns efeitos fisiológicos. Dentre esses efeitos, estão maior resistência a vários tipos de estresses como seca e nutricional, aumento da capacidade fotossintética, redução da respiração foliar e maior eficiência do uso da água (Costa & Cota, 2009). Os estudos destes produtos na cultura do milho ainda se encontram em fases iniciais, necessitando pesquisas mais aprofundadas no que tange estas variáveis. Por fim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fungicidas químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Uberlândia, MG, Brasil, de abril a agosto de 2015.

Instalação e condução do experimento

As parcelas experimentais constituíram-se de seis linhas de plantio, espaçadas em 0,5 m e com 6,0 m de comprimento cada, totalizando área de 18 m². Para as avaliações foram utilizadas somente as quatro linhas centrais da parcela, descartando 0,5 m no início e final de cada linha, considerando, portanto, 10 m² de área útil em cada parcela.

Utilizou-se o híbrido de milho DKB 340 VTPRO2, semeado no dia 3 de fevereiro de 2015 e seguindo todas as práticas de manejo no controle de insetos e plantas daninhas, incluindo irrigação constante via aspersores, de modo a suprir a quantidade de água necessária para o pleno desenvolvimento da cultura.

Tratamentos e amostragens

Os produtos químicos utilizados para pulverização foliar estão descritos na **tabela 1**, adicionalmente a dose do p.c (produto comercial). Além disso, foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira em estágio fenológico V9 (9 folhas totalmente expandidas) e a segunda em R1.

Tabela 1 - Tratamentos químicos aplicados para análise fisiológica e produtividade de híbrido de milho.

#N	TRATAMENTOS	DOSE (ml-g/ha)
1	Testemunha	-
2	Abacus HC ¹	380
3	Aproach Prima ²	450
4	Azimut ²	500
5	Nativo ³	750
6	Unizeb Gold ²	1500
7	Helmstar Plus + Prisma ²	400 + 300
8	Helmstar Plus + Prisma + Prevenil ²	400 + 300 + 2000
9	Abacus HC + Unizeb Gold ¹	380 + 1500
10	Aproach Prima + Unizeb Gold ²	450 + 1500
11	Azimut + Unizeb Gold ²	500 + 1500
12	Nativo + Unizeb Gold ³	750 + 1500
13	Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold ²	400 + 300 + 1500
14	Abacus HC + Prevenil ¹	380 + 2000

¹ adição de Break-Thru a 0,3% v/v

² adição de Nimbus a 0,5% v/v

³ adição de Áureo a 0,25% v/v

Concentração de pigmentos fotossintetizados

A avaliação da quantificação de clorofilas a e b, e de carotenoides foi realizada coletando 10 folhas de milho, na 1ª folha abaixo e oposta da espiga, nas 2ª e 4ª linhas da área experimental. Essas folhas foram acondicionadas em sacos plásticos cobertos com papel laminado, dentro de caixa de isopor com gelo para evitar fotodegradação. Em seguida, as amostras foram levadas para laboratório. Das folhas amostradas retira-se 2 amostras de 0,07 g cada, do meio do limbo foliar. Essas duas amostras, separadas, foram acondicionadas em tubos plásticos graduados, com 5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) em banho-maria a 65°C por 30 minutos até o branqueamento das folhas, os tubos foram vedados para evitar evaporação. Depois de retirados do banho-maria o volume foi completado para 7 mL de DMSO. O sobrenadante transferido para espectrofotômetro e a leitura procedeu-se nos comprimentos de onda 645, 663 e 471 nm. Os teores de clorofilas e carotenóides foram

mensurados a partir das seguintes fórmulas:

A) clorofila a (mg/g FW) = $((11,75 \times A663 - 2,35 \times A645) \times 50)/500$

B) clorofila b (mg/g FW) = $((18,61 \times A645 - 3,96 \times A663) \times 50)/500$

C) carotenoides (mg/g FW) = $((1000 \times A471 - 2,27 \times \text{conc. clor. a} - 81,4 \times \text{conc. clor. b}) / 227 \times 50)/500$

As avaliações foram realizadas aos 2, 10, 15, 20 e 30 dias após a segunda aplicação dos tratamentos.

Produtividade e peso de mil grãos

Para avaliar a produtividade da cultura, realizou-se a colheita manual das plantas localizadas dentro de cada parcela útil, em estágio fenológico R8. A produtividade obtida para a parcela útil foi estimada em quilogramas por hectare, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%. Além disso, o peso de mil grãos foi contabilizado para efeitos de comparação entre os tratamentos.

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão (AAP) da concentração de clorofila total e de carotenoides foi calculada segundo Campbell e Madden, (1990). A AAP é um modelo matemático que sumarizar os dados registrados em diferentes épocas em um único valor, a AAP, o que possibilita uma melhor avaliação conjunta dos dados, e permite observar as tendências de resposta dos diferentes tratamentos estudados.

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizado com 4 repetições. Os dados obtidos para AAP foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008), e nenhuma transformação matemática dos dados foi necessária. Após o atendimento das pressuposições, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O híbrido de milho DKB 340 VTPRO2 obteve variação de produtividade entre 4733,55 e 6827,51 kg/ha, conforme o tratamento químico através da aplicação foliar de fungicida. Os efeitos dos produtos sob a produtividade foi analisada, havendo diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. Os maiores índices de produtividade foram obtidos nos tratamentos 8, 10, 11, 12 e 13, sendo que na sua

maioria produto a mistura com produto a base de cobre (**tabela 2**).

Em relação ao peso de mil grãos, houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott, sendo que os maiores valores desta variável foram obtidas nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 (**tabela 2**).

No que tange os valores de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. Entretanto, os maiores valores de clorofila total foram observados nos tratamentos Azimut + Unizeb Gold e Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold com 44.350 e 44.381 mg/g, respectivamente. Por outro lado, o menor valor de clorofila total foi 37.258 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Prevenil (Figura 1).

Tabela 2 – Valores médios de peso de mil grãos e produtividade (Kg/ha) sobre tratamento fungicida foliar aplicado na cultura do milho.

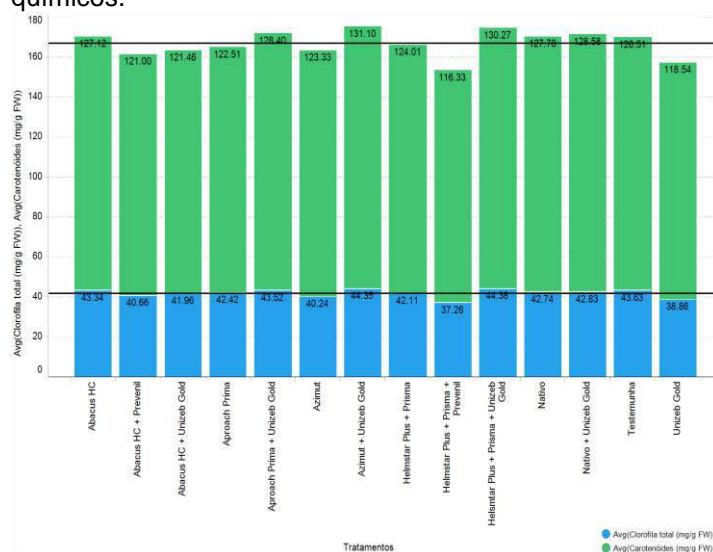
Tratamentos	M1000G (g)	Produtividade (kg/ha)
1. Testemunha	227.27	b 4733.55
2. Abacus HC	266.83	a 5450.49
3. Aproxima Prima	268.21	a 5140.73
4. Azimut	253.73	a 5399.69
5. Nativo	271.35	a 5500.53
6. Unizeb Gold	232.40	b 4843.36
7. Helmstar Plus + Prisma	260.27	a 5204.10
8. Helmstar Plus + Prisma + Prevenil	246.73	b 5733.77
9. Abacus HC + Unizeb Gold	262.92	a 5509.35
10. Aproxima Prima + Unizeb Gold	264.81	a 5957.43
11. Azimut + Unizeb Gold	274.45	a 6827.51
12. Nativo + Unizeb Gold	265.00	a 5836.60
13. Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold	272.34	a 6131.64
14. Abacus HC + Prevenil	256.95	a 4947.72
Médias	258.80	5515.46 3
CV (%)	8.19	12.64

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância;

ns: médias não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância;

Quanto a variável carotenoides, o maior valor foi 131,096 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold, enquanto que o menor foi 121.004 mg/g no Abacus HC + Prevenil (**Figura 1**).

Figura 1. Valores de AACPD para concentração de clorofila total (mg/g) e de carotenoides (mg/g) associado com os respectivos tratamentos químicos.



CONCLUSÕES

Todos os fungicidas aplicados obtiveram índices maiores de produtividade quando comparado com a testemunha, sendo que o maior valor foi obtido no tratamento Azimut + Unizeb Gold.

Não houve diferença entre os tratamentos no que tange à variável clorofila e carotenoides.

REFERÊNCIAS

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COSTA, R. V.; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. **Circular Técnica 125**. Sete Lagoas:Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.



SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

Fungicidas protetores no manejo da mancha branca e efeitos na produtividade de milho

Viviane Moreira Alves⁽¹⁾; Nayara Lima Baute⁽²⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽²⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Diretora de Pesquisa; UDI Pesquisa e Desenvolvimento; Uberlândia; Minas Gerais; viviane.moreira@udipesquisa.com; ⁽²⁾ Mestranda; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); ⁽³⁾ Doutorando; ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Pesquisador; UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: A mancha branca é uma doença de grande importância em todas as regiões de cultivo de milho em função das elevadas perdas que ocasiona à cultura, caso não seja adequadamente manejada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de fungicidas protetores, em especial o mancozebe, aos fungicidas dos grupos das estrobilurinas e triazóis no controle da mancha branca no milho e seus reflexos sobre a produtividade da cultura. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG, no período de abril a agosto de 2015, em lavoura de milho do híbrido DKB 340 VTPRO2. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos avaliados consistiram de fungicidas dos grupos químicos das estrobilurinas e/ou triazóis sem e com a adição de fungicidas protetores. Os tratamentos foram pulverizados nos estádios fenológicos V9 e R1, com volume de calda equivalente a 200 L/ha. As variáveis analisadas foram: severidade de mancha branca, massa de mil grãos e produtividade. Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições da ANAVA e, quando necessário, foram transformados em $\sqrt{(x+1,0)}$. As médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$). A adição de mancozebe e/ou de clorotalonil aos fungicidas à base de estrobilurinas e/ou triazóis potencializa a ação destes no controle da mancha branca. A adição de mancozebe aos fungicidas Aproach Prima e à associação Helmstar Plus + Prisma incrementa a produtividade da cultura.

Termos de indexação: mancozebe, clorotalonil, *Phaeosphaeria maydis*.

INTRODUÇÃO

No passado, a ocorrência de mancha branca na cultura do milho (*Zea mays*), se limitava ao final do ciclo e não chegava a causar danos à cultura. Atualmente, essa é uma doença de ocorrência generalizada nas áreas de cultivo e que causa grandes perdas se não for controlada adequadamente (Uebel, 2015). Para Juliatti et al. (2004) e Souza et al. (2013), os fungicidas à base de triazóis e estrobilurinas não apresentam eficiência no controle dessa doença. No entanto, a aplicação de fungicidas com o princípio ativo mancozebe têm se mostrado eficiente no manejo da mancha branca (Da Costa et al., 2011; Da Costa et al., 2012; Souza et al., 2013).

Na cultura da soja, a adição de mancozebe aos fungicidas dos grupos químicos das estrobilurinas e dos triazóis protege essas moléculas do desenvolvimento de resistência pelos principais fungos que incidem sobre a cultura, além de potencializar o efeito fungicida dessas moléculas (Juliatti et al., 2014).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de fungicidas protetores, em especial o mancozebe, aos fungicidas dos grupos das estrobilurinas e triazóis no controle da mancha branca no milho e seus reflexos sobre a produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Uberlândia, MG, Brasil, de abril a agosto de 2015.

Instalação e condução do experimento

As parcelas experimentais constituíram-se de seis linhas de plantio, espaçadas em 0,5 m e com 6,0 m de comprimento cada, totalizando área de 18

m². Para as avaliações foram utilizadas somente as quatro linhas centrais da parcela, descartando 0,5 m no início e final de cada linha, considerando como parcela útil, portanto, 10 m².

Utilizou-se o híbrido de milho DKB 340 VTPRO2, semeado no dia 3 de fevereiro de 2015 e seguindo todas as práticas de manejo no controle de insetos e plantas daninhas, incluindo irrigação constante via aspersores, de modo a suprir a quantidade de água necessária para o pleno desenvolvimento da cultura.

Tratamentos e amostragens

Os produtos químicos utilizados para pulverização foliar, bem como suas doses e ingredientes ativos, estão descritos na **tabela 1**, adicionalmente a dose de produto comercial. Foram realizadas duas aplicações foliares dos tratamentos, sendo a primeira no estágio fenológico V9 e a segunda em R1. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pressão constante de 30 PSI, e volume de calda equivalente a 200 L/ha.

Tabela 1 - Tratamentos químicos aplicados para controle de mancha branca na cultura do milho.

# N	Tratamentos	Ingredientes ativos	Dose (mL - g p.c./ha)
1	Testemunha	-	-
2	Abacus HC ¹	piraclostrobina + epoxiconazol	380
3	Aproach Prima ²	picoxistrobina + ciproconazol	450
4	Azimut ²	azoxistrobina + tebuconazol	500
5	Nativo ³	trifloxistrobina + tebuconazol	750
6	Unizeb Gold ²	mancozebe	1500
7	Helmstar Plus + Prisma ²	(azoxistrobina + tebuconazole) + difenoconazol	400 + 300
8	Helmstar Plus + Prisma + Prevenil ²	azo + tebu + difeno + clorotalonil	400 + 300 + 2000
9	Abacus HC + Unizeb Gold ¹	pira + epoxi + mancozebe	380 + 1500
10	Aproach Prima + Unizeb Gold ²	pixo + cipro + mancozebe	450 + 1500
11	Azimut + Unizeb Gold ²	azo + tebu + mancozebe	500 + 1500
12	Nativo + Unizeb Gold ³	triflo + tebu + mancozebe	750 + 1500
13	Helsmtar Plus + Prisma + Unizeb Gold ²	azo + tebu + difeno + mancozebe	400 + 300 + 1500

1	Abacus HC +	pira + epoxi +	380 +
4	Prevenil ¹	clorotalonil	2000

Severidade de mancha branca

A severidade da doença foi estimada atribuindo-se notas de 0 a 100%, com base na escala diagramática proposta por Cota et al. (2010). Para tanto foram avaliadas as primeiras folhas abaixo da espiga de 10 plantas por parcela útil, aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a segunda aplicação dos tratamentos (DAA²).

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão da doença (AACPD) foi calculada segundo Campbell e Madden (1990).

Produtividade e massa de mil grãos

A produtividade da cultura foi estimada em quilogramas por hectare a partir da colheita de cada parcela útil, no estágio fenológico R8. Os grãos foram trilhados e pesados e a umidade ajustada para 13%. Também a massa de mil grãos foi contabilizada para efeitos de comparação entre os tratamentos.

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008). Quando necessário, os dados foram transformados em $\sqrt{(x+1,0)}$. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À exceção do fungicida Aproach Prima, a adição do ingrediente ativo mancozebe (Unizeb Gold) aos demais fungicidas utilizados, potencializou o controle da doença obtido pela aplicação desses fungicidas de forma isolada no híbrido de milho DKB 340 VTPRO2, proporcionando menor AACPD. Para o fungicida Aproach Prima a adição de Unizeb Gold não alterou a ação do produto no controle da mancha branca. Apesar disto, a adição de Unizeb Gold à esse fungicida proporcionou incremento na produtividade da cultura, com ganho de 1795,35 kg/ha. Efeito semelhante foi observado para adição deste protetor aos fungicidas Helmstar Plus + Prisma, registrando incremento de 1471,15 kg/ha (**tabela 2**).

Também a adição do fungicida protetor Prevenil, cujo ingrediente ativo é o clorotalonil, potencializou a ação dos fungicidas utilizados na base, Abacus

HC e Helmstar Plus + Prisma, sendo registradas AACPDs inferiores as observadas com a aplicação dos fungicidas de base puros. No entanto, seus reflexos não foram observados sobre a produtividade da cultura (**tabela 2**).

A massa de mil grãos não sofreu alteração em função da adição de fungicidas protetores aos fungicidas de base aplicados de forma isolada (**tabela 2**).

Tabela 2 – AACPD, massa de mil grãos e produtividade de milho (kg/ha) em função dos tratamentos aplicados para controle de mancha branca.

#N	AACPD - Mancha branca	M1000G (g)	Produtividade (kg/ha)
1	70,79	d	227,27
2	18,73	b	266,83
3	15,05	b	268,21
4	32,73	c	253,73
5	17,41	b	271,35
6	20,56	b	232,40
7	37,45	c	260,27
8	9,63	a	246,73
9	9,10	a	262,92
10	14,33	b	264,81
11	13,48	a	274,45
12	12,37	a	265,00
13	12,51	a	272,34
14	31,33	c	256,95
Médias	22,53		258,80
CV (%)	12,71		8,19

CONCLUSÕES

A adição de mancozebe e/ou de clorotalonil aos fungicidas dos grupos químicos estrobilurinas e/ou triazóis potencializa a ação destes no controle da mancha branca em milho.

A adição de mancozebe aos fungicidas Approach Prima e à associação Helmstar Plus + Prisma incrementa a produtividade da cultura.

A adição dos fungicidas protetores estudados não influencia a massa de mil grãos de milho, híbrido DKB 340 VTPRO2.

REFERÊNCIAS

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COTA, L. V. et al. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação da mancha branca do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

DA COSTA, R. V. et al. **Recomendações para o Controle Químico da Mancha branca do milho**. Circular Técnica, 167. Sete Lagoas: Embrapa, dez. 2011.

DA COSTA, R. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 291-301, 2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

JULIATTI, F.C.; BELOTTI, I.F.; JULIATTI, B.C.M. Mancozeb associado a triazóis e estrobilurinas no manejo da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34, **Resumos...**Londrina: Embrapa, 2014. 292p.

JULIATTI, F. C.; POLIEZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. A. **Manejo integrado de doenças na soja**. Uberlândia, 2004. 327 p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SOUZA, L. T.; PEREIRA, J. L. A. R.; SOUZA, T. T.; BATISTA, E. C. Controle químico de *Phaeosphaeria maydis* na cultura do milho. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 36, São Paulo, **Resumos...**São Paulo: Instituto Biológico, 2013.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

UEBEL, J. D. **Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares, grãos ardidos e efeito no NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) em híbridos de milho**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 119 p. Dissertação.

Identificação de fonte de resistência à ferrugem polissora em milho para desenvolvimento de população de mapeamento e estudo de herança genética

Cynthia Maria Borges Damasceno⁽¹⁾; Maria Marta Pastina⁽²⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽²⁾; Luciano Viana Cota⁽²⁾; Rodrigo Veras da Costa⁽²⁾; Dagma Dionísia da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; cynthia.damasceno@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo;

RESUMO: A ferrugem polissora, causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underwood, é uma importante doença do milho devido à sua agressividade e difícil controle. O desenvolvimento de híbridos resistentes é um método eficaz e sustentável para o controle da doença, porém é dificultado pela variabilidade genética do patógeno e adaptação às condições brasileiras. Assim, o presente trabalho visou a identificação de fontes de resistência e o desenvolvimento de populações segregantes adequadas para estudos de herança genética da resistência e para mapeamento de QTLs associados à doença. Uma fonte de resistência e três populações F₂ oriundas de pais contrastantes foram identificadas após a avaliação de 490 materiais. A população 5110699 (530850 x 371081-4) foi escolhida por apresentar a distribuição de classes mais próxima da distribuição normal, o que condiz com uma resistência de base poligênica, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares com resistência duradoura à ferrugem polissora.

Termos de indexação: *Puccinia polysora*, *Zea mays*, QTL

INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil tem apresentado aumento significativo de intensidade de doenças na última década, principalmente em relação a doenças foliares, o que gera preocupações sobre o perdas e danos na falta de controle efetivo das doenças (Costa et al., 2013). Dentre as estratégias de controle mais utilizadas está o uso de produtos químicos (principalmente fungicidas) e variedades resistentes. Uma das doenças mais importantes hoje para cultura do milho no Brasil é a ferrugem-polissora, causada pelo fungo *Puccinia polysora* Underwood, a qual pode causar perdas de produtividade superiores a 50%, o que tem sido relatado com frequência nas principais regiões produtoras (Jines et al., 2007; Costa et al., 2010).

Vários genes de resistência para controle de *P.*

polysora em milho são raça-específicos e geralmente são dominantes ou dominantes incompletos (Storey; Howland, 1957; Ullstrup, 1965). Recentemente, Wu et al. (2015) identificaram uma região no braço curto do cromossomo 10 rica em genes para resistência à ferrugem polissora (Chen et al., 2004; Zhou et al., 2007; Zhang et al., 2010, Zhao et al. 2013), sendo essa região denominada “Rpp cluster”. A identificação de genótipos resistentes tem sido um dos principais gargalos dos programas de melhoramento, sendo seu uso uma importante medida para o manejo da doença. Uma das dificuldades para a seleção de genótipos resistentes à ferrugem-polissora é a inconsistência da ocorrência da doença nos ambientes de seleção (enquanto um ano pode apresentar altíssima severidade, no seguinte pode ocorrer ausência da doença) (Brewbaker et al., 2011). Outro fator é a alta variabilidade genética do fungo *P. polysora*, o que permite rápida adaptação aos materiais resistentes disponíveis no mercado. Assim, é imprescindível um trabalho contínuo de identificação de novas fontes de resistência, mais efetivas no controle da doença e de maior durabilidade, bem como o estudo de herança da mesma. Para isso, o programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo tem investido na fenotipagem de um grande número de genótipos para identificação de materiais resistentes e desenvolvimento de populações segregantes para melhor entender a base genética da resistência à ferrugem polissora.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético

Foram selecionados 490 materiais do programa de melhoramento para avaliação da reação quanto à resistência à ferrugem-polissora, dentre híbridos e linhagens.

Avaliação fenotípica da reação à ferrugem-polissora

A avaliação de genótipos quanto a reação (resistência ou suscetibilidade) à ferrugem-polissora para identificação de matérias resistentes foi realizada em casa de vegetação. As inoculações foram feitas nas plantas aos 15 dias após o plantio (DAP), utilizando-se como inóculo os uredósporos do isolado monopustular de *P. polysora* obtidos em Rio Verde-GO, a uma concentração de 100 uredósporos/mL. As plantas inoculadas foram mantidas em câmara úmida sob condição de temperatura entre 25 e 30 °C e umidade relativa de, aproximadamente, 90% durante 12 horas. Após esse período as plantas foram mantidas em casa de vegetação, com temperatura de 25 a 30 °C. As avaliações foram realizadas aos 30 DAP, utilizando-se uma escala de probabilidades para cada classe de reação à ferrugem-polissora (R0, R1, R2, S-, S, S+), a qual foi convertida em uma escala de números, variando de 1 a 6 para realização do cálculo dos parâmetros avaliados. Após as avaliações, as plantas que foram utilizadas para produção de sementes da população seguinte foram transplantadas em campo, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo.

Identificação de fontes de resistência e seleção de população biparental base para estudos de mapeamento

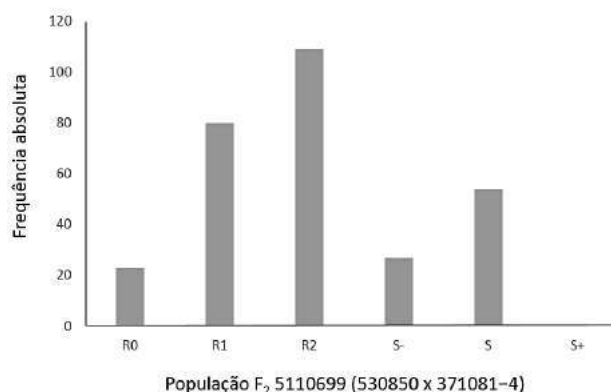
Com base na avaliação dos materiais quanto sua reação ao patógeno, foram selecionados os 10 híbridos simples mais resistentes e as respectivas linhagens parentais contrastantes. Estes híbridos (F_1) foram autofecundados para obtenção da geração F_2 , que foi então avaliada em casa de vegetação para resistência à ferrugem-polissora, juntamente com as linhagens parentais e gerações F_1 . Para a escolha de uma população F_2 ideal, os seguintes parâmetros foram seguidos: 1) presença de distribuição de classes de reação mais próxima de uma distribuição normal, 2) pais contrastantes e 3) geração F_1 mais resistente. Para cada população avaliada, foram obtidas estimativas para os seguintes parâmetros: média, variância (fenotípica, genética e residual), desvio padrão, intervalo de confiança para a média (95%), coeficiente de variação, e probabilidades para cada classe de reação à ferrugem-polissora, utilizando-se o programa R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2012, 490 materiais foram fenotipados pela Embrapa Milho e Sorgo quanto à reação à ferrugem polissora: 91 linhagens elites, 164 híbridos simples entre linhagens de diferentes grupos heteróticos e

235 híbridos entre linhagens do mesmo grupo heterótico. Uma fonte de resistência demonstrando reação do tipo R0 e R1, 371081-4, foi identificada e utilizada para geração de populações F_1 e F_2 que foram avaliadas fenotipicamente. Após a seleção dos 10 híbridos simples mais resistentes, e avaliação fenotípica para resistência das gerações de interesse (parentais, F_1 e F_2), foi possível identificar as três populações F_2 que apresentaram menor média para a reação à doença, ou seja, populações que apresentaram maior frequência de indivíduos resistentes à ferrugem-polissora (5110658, 5110699, 5110704) (**Tabela 1 e Figura 1**).

Com base nos dados apresentados, a população 5110699 (530850 x 371081-4) foi escolhida, sendo então (novamente avaliada com um maior número de plantas, confirmando a distribuição de classes mais próxima da distribuição normal, o que condiz



com uma resistência de base poligênica (**Figura 2**). Acredita-se que esse tipo de resistência possa apresentar maior durabilidade para patógenos de alta adaptabilidade, como é o caso da ferrugem-polissora.

Figura 2: Frequência absoluta das classes de reação à ferrugem-polissora na população F_2 5110699 (530850 x 371081-4). Foram avaliadas 293 plantas F_2 .

Assim, a população F_2 , 5110699 (530850 x 371081-4) foi escolhida para o mapeamento de QTLs para a resistência à ferrugem polissora. Além da geração das populações F_2 e $F_{2:3}$ para os estudos de mapeamento, retrocruzamentos com ambos parentais como genitores recorrentes (RC_1 e RC_2) foram também desenvolvidos a fim de realizar futuramente estudo de herança da base genética para resistência à ferrugem-polissora em milho, pela análise de média de gerações.

Esses novos estudos permitirão o melhor entendimento do tipo de resistência apresentada no germoplasma disponível no programa de melhoramento da Embrapa, bem como a identificação de QTLs associados à resistência à doença, para que cultivares de milho com níveis mais elevados de resistência à ferrugem-polissora sejam mais facilmente obtidos.

CONCLUSÕES

Uma fonte de resistência à ferrugem polissora identificada (linhagem 371081-4) é de grande importância para desenvolvimento e introgressão de resistência em novas linhagens de milho.

Uma população F_2 , 5110699 (530850 x 371081-4), segregante para resistência à ferrugem polissora, será a base para nossos estudos de mapeamento de QTLs e médias de gerações para melhor entendimento da resistência à ferrugem polissora.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à Embrapa Milho e Sorgo pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

BREWBAKER, J. L.; KIM, S. K.; SO, Y. S.; LOGROÑO, M.; MOON, H. G.; MING, R.; LU, X. W.; JOSUE, A. D. General resistance in maize to southern rust (*Puccinia polysora* Underw.). **Crop Science**, Madison, v. 51, p. 1393-1409, 2011.

CHEN, C. X.; WANG, Z. L.; YANG, D. E.; YE, C. J.; ZHAO, Y. B.; JIN, D. M.; WENG, M. L.; WANG, B. Molecular tagging and genetic mapping of the disease resistance gene *RppQ* to southern corn rust. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 108, p. 945-950, 2004.

COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; COTA, L. V. **Efeito protetor de fungicidas no controle da ferrugem**

Polissora (*Puccinia polysora*) do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 22 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; PARREIRA, D. F.; ROCHA, I. M. P. da; GUIMARAES, L. J. M.; GUIMARAES, P. E.; PARENTONI, S. N.; MACHADO, J. R. de A. **Epidemias severas da Ferrugem Polissora do milho na Região Sul do Brasil na safra 2009/2010**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 138).

JINES, M. P.; BALINT-KURTI, P.; ROBERTSON-HOYT, L. A.; MOLNAR, T.; HOLLAND, J. B.; GOODMAN, M.M. Mapping resistance to Southern rust in a tropical by temperate maize recombinant inbred topcross population. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 114, p. 659-667, 2007.

STOREY, H. H.; HOWLAND, A. K. Resistance in maize to the tropical American rust fungus, *Puccinia polysora* Underw., I. Genes *Rpp1* and *Rpp2*. **Heredity**, v. Edinburg, v. 11, p. 289-301, 1957.

ULLSTRUP, A. J. Inheritance and linkage of a gene determining resistance in maize to an American race of *Puccinia polysora*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 55, p. 425-428, 1965.

WU, X.; LI, N.; ZHAO, P.; HE, Y.; WANG, S. Geographic and genetic identification of *RppS*, a novel locus conferring broad resistance to southern corn rust disease in China. **Euphytica**, Wageningen, v. 205, n. 1, p. 17-23, 2015.

ZHANG, Y.; XU, L.; ZHANG, D.; DAI, J.; WANG, S. Mapping of southern corn rust-resistant genes in the W2D inbred line of maize (*Zea mays* L.). **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 25, n. 3, p. 433-439, 2010.

ZHAO, P.; ZHANG, G.; WU, X.; LI, N.; SHI, D.; ZHANG, D.; JI, C.; XU, M.; WANG, S. Fine Mapping of *RppP25*, a Southern Rust Resistance Gene in Maize. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 55, n. 5, p. 462-472, 2013.

ZHOU, C. J.; CHEN, C. X.; CAO, P. X. Characterization and fine mapping of *RppQ*, a resistance gene to southern corn rust in maize. **Molecular Genetics and Genomics**, Berlin, v. 278, p. 723-728, 2007.

Tabela 1: Estimativas de média, variância (fenotípica, genética e residual), desvio padrão, intervalo de confiança para a média (95%), coeficiente de variação nas linhagens, progênies F_1 e F_2 . Abreviações: G1, Genitor 1; G2, Genitor 2; TP, Total de plantas; Var. Fen.: Variância Fenotípica; DP, Desvio Padrão; CV, Coeficiente de Variação; Var. Gen.: Variância Genética; Var. Res.: Variância Residual.

Geração	G1	G2	Número de Plantas por Classe de Reação					TP	Média	Var. Fen.	DP	CV (%)	Var. Gen.	Var. Res.	Intervalo de Confiança para a Média (95%)
			R0	R1	R2	S-	S+								

Geração	G1	G2	Número de Plantas por Classe de Reação						TP	Média	Var. Fen.	DP	CV (%)	Var. Gen.	Var. Res.	Intervalo de Confiança para a Média (95%)
			R0	R1	R2	S-	S	S+								
Linhagem																
L3	-	-	0	0	0	6	3	0	9	4,33	0,25	0,50	11,54	0,00	0,25	3,95 – 4,72
371081-4	-	-	4	6	0	0	0	0	10	1,60	0,27	0,52	32,27	0,00	0,27	1,23 – 1,97
530850	-	-	0	0	0	5	9	0	14	4,64	0,25	0,50	10,71	0,00	0,25	4,36 – 4,93
521162	-	-	0	0	0	7	5	0	12	4,42	0,27	0,51	11,66	0,00	0,27	4,09 – 4,74
F₁																
L3	371081-4	8	1	0	0	0	0	0	9	1,11	0,11	0,33	30,00	0,00	0,11	0,85 – 1,37
530850	371081-4	3	5	0	0	0	0	0	8	1,63	0,27	0,52	31,85	0,00	0,27	1,19 – 2,06
521162	371081-4	1	9	0	0	0	0	0	10	1,90	0,10	0,32	16,64	0,00	0,10	1,67 – 2,13
F₂																
5110658	L3	371081-4	0	38	1	3	6	0	48	2,52	1,15	1,07	42,51	0,92	0,23	2,22 – 2,82
5110699	530850	371081-4	2	27	0	0	17	0	46	3,07	2,28	1,51	49,31	2,06	0,23	2,63 – 3,50
5110704	521162	371081-4	5	35	0	0	10	0	50	2,50	1,68	1,30	51,90	1,45	0,23	2,14 – 2,86

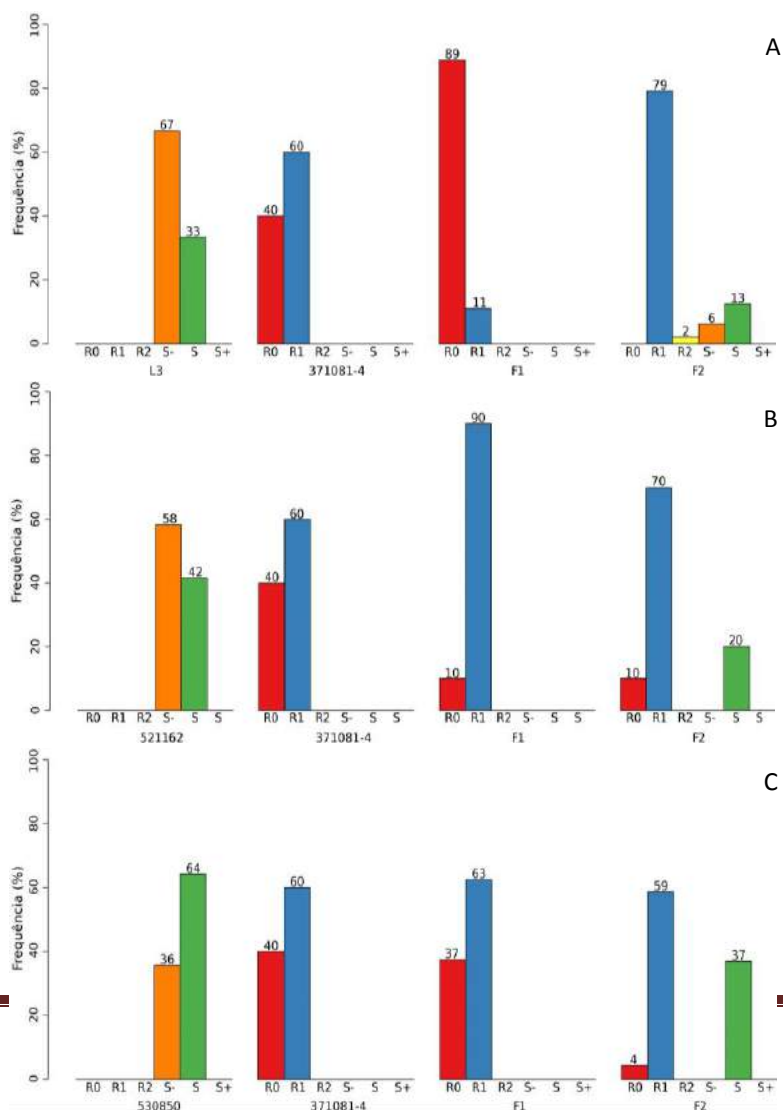


Figura 1. Frequência (%) das classes de reação à ferrugem-polissora em quatro populações F2 e seus respectivos genitores e geração F1: A) População 5110658 (L3 x 371081-4); B) População 5110704 (521162 x 371081-4); C) População 5110699 (530850 x 371081-4).

INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE SORGO BIOMASSA EM PÓS-COLHEITA

Taiana Paula Streck Vendruscolo⁽¹⁾; Gustavo Igor dos Santos Delforno⁽²⁾; Marcilene Alves de Souza Castrillon⁽³⁾; Raiane Scandian da Silva⁽⁴⁾; Carla Lima Corrêa⁽⁵⁾; Marco Antonio Aparecido Barelli⁽⁶⁾.

(1, 3,4) Mestranda do Programa em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade do estado de Mato Grosso, Cáceres, Mato Grosso (taianapaula_abv@hotmail.com); (2) Graduando em Agronomia - Universidade do estado de Mato Grosso, Cáceres, Mato Grosso; (5) PNPD/CAPES em Genética e Melhoramento de Plantas; (6) Professor Dr. Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade do estado de Mato Grosso – Cáceres/MT.

RESUMO: As sementes de sorgo são altamente passíveis de infecção no campo, por estarem expostas e agrupadas em panículas, criando condições ideais para crescimento de fungos, causando perdas na qualidade fisiológica das sementes, desuniformidade de germinação e gerando sérios problemas no estande final. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade sanitária de sementes de sorgo biomassa. Sementes de nove híbridos foram coletadas em campo e analisadas no Laboratório de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) campus Cáceres – MT. As sementes foram analisadas pelo método “blotter test” com determinação do percentual individual de gêneros fúngicos associados às sementes. Diversos fungos foram detectados associados às sementes, pertencentes a classe de fungos de armazenamento e de campo. Os fungos de armazenamento *Aspergillus flavus*, e *Penicillium* sp., e os fungos de *Phoma* sp., *Colletotrichum* spp., *Fusarium* sp. *Cladosporium* sp., e *Curvularia* sp., foram detectados associados às sementes dos diferentes híbridos.

Palavras-chave: Sorghum bicolor, blotter test, fungo.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de doenças em sementes é um importante veículo disseminador de fitopatógenos, interferindo negativamente no rendimento, qualidade da colheita, implantação de uma nova lavoura, morte de

plântulas pré e pós-emergência, podridões radiculares, infecção da parte aérea com reflexos sobre a qualidade das sementes, o que pode gerar perda de vigor, germinação e apodrecimento (Talamini, et al., 2012). Segundo Burroughs & Sauer (1971), as sementes de sorgo são altamente passíveis de infecção no campo, por estarem expostas e agrupadas em panículas, criando condições ideais para o crescimento de fungos, principalmente em regiões onde a umidade e temperaturas sejam elevadas por ocasião da maturação fisiológica da semente.

A presença de patógenos após o ponto da maturidade fisiológico ou no armazenamento de sementes é uma ameaça séria a perda de vigor, poder germinativo e emergência, com decréscimo do estande de plantas na lavoura. Os fungos mais frequentes em sementes de sorgo são: *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium*, *Phoma sorghina*, *Cladosporium* spp., *Drechslera turcica*, *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Curvularia luneta* (Pinto, 1999).

As sementes de sorgo destinadas à comercialização normalmente não são submetidas à análise de sanidade para detecção dos microrganismos que as infectam, podendo assim transmitir novos patógenos em áreas isentas, causando sérias epidemias nas lavouras (Torres et al., 2005).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência de fungos associados a sementes de sorgo biomassa, provenientes da colheita em campo de um plantio experimental na região de Cáceres-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) campus Cáceres – MT, com sementes de nove híbridos de sorgo biomassa da safra 2014/2015, sendo eles: 201429B009; 201429B011; 201429B029; 201429B022; 201429B025; 201429B030; 201429B021; 201429B018; 201429B001, provenientes de um plantio experimental da Unemat em parceria com a Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. A colheita das sementes foi realizada pelo corte de dez panículas, ao acaso, por parcela, na maturação fisiológica da semente, ou seja, quando esta se apresentava no estágio farináceo. As sementes foram colhidas e armazenadas em câmara fria e seca até o momento das análises de sanidade.

Para avaliação da qualidade sanitária, as sementes foram desinfestadas em água sanitária 1% durante 1 minuto, enxaguadas em água destilada e incubadas em substrato de papel ou “blotter test”. Para tanto uma amostra de 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25, e distribuídas em caixas tipo “gerbox” contendo duas folhas de papel germitest previamente esterilizado e umedecido com meio ágar-água a 1 % com adição de manitol para impedir a germinação das sementes. Logo após, foram colocadas para incubar em um regime de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, a uma temperatura de 25°C, durante o período de 7 dias para o desenvolvimento dos fungos.

A avaliação da incidência de fungos foi realizada com auxílio de microscópio ótico, sendo que a confirmação de cada gênero fúngico seguiu o Manual de Análise Sanitária de Sementes (2009). O resultado do teste foi expresso em porcentagem de incidência de cada fungo detectado nos híbridos avaliados.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de sanidade dos nove genótipos avaliados, observou-se a presença de diferentes fungos, entre os quais estão alguns de armazenamento e outros de campo (**Tabela 1**). Observou-se que houve diferença significativa para os diferentes híbridos avaliados e os coeficientes de variação experimental apresentou amplitude de 12,57% para o fungo *Phoma* sp. e 20,93% para *Aspergillus flavus*.

O fungo *Phoma* foi detectado em todas as amostras de sorgo analisados, sendo o híbrido 201429B018 o de maior infestação (34%) enquanto o 201429B001 apresentou a menor média com 4,5%.

Com relação ao *Penicillium* sp., e *Colletotrichum* spp., o híbrido 201429B011 não apresentou incidência desses fungos, indicando algum tipo de resistência ao patógeno em sua semente. Já os híbridos 201429B001, 201429B021 e 201429B018 apresentaram as maiores médias de infestação para o fungo *Penicillium*. O fungo *Colletotrichum* spp., leva ao amadurecimento precoce e redução de peso das sementes que acarreta na não germinação ou que origina plântulas doentes. (Casela e Ferreira, 1998).

O fungo *Aspergillus flavus* foi detectado em sete dos nove híbridos, com percentual máximo de 9,5% para o híbrido 201429B001. Os híbridos 201429B022 e 201429b009 não apresentaram infestação deste fungo. Reverberti et al., (2010), alertam que além de deteriorarem grãos e sementes, o fungo *Aspergillus*, são produtores de micotoxinas que são altamente tóxicos para os seres humanos, animais e plantas.

Os híbridos 201429B009, 201429B025, , 201429B029, 201429b022 e 201429B011 apresentaram as piores médias para incidência de *Fusarium*, indicando algum tipo de suscetibilidade a este fungo. Brancão et al. (2002) avaliando a incidência de fungos em sementes de sorgo encontraram valores máximos de 21% para o fungo *Fusarium*, valores esses inferiores aos encontrados neste trabalho.

Os fungos *Cladosporium* sp., e *Curvularia* sp., foram os de menor ocorrência nas sementes de sorgo biomassa, com

porcentagens máximas de 14,5% e 26%, respectivamente.

O híbrido 201429B011 foi o que apresentou o melhor desempenho em relação a incidência de *Penicillium sp.*, e *Colletotrichum spp.*, com baixas porcentagens também para os fungos *Aspergillus flavus*, *Cladosporium sp.*, e *Curvularia sp.*, de maneira simultânea, em sementes pós-colheita.

CONCLUSÕES

Dentre os genótipos avaliados em Cáceres, foram observados sete gêneros de fungos, sendo *Colletotrichum graminicola* e *Fusarium sp.* os de maior importância para a cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a EMBRAPA e a FAPEMAT pelo apoio financeiro deste estudo (pós-graduação), que promove incentivo e apoio tecnológico das atividades de investigação e a Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

ALFREDO, M. M.; SEDIYAMA, da; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; GOMES, J. L. L.; SANTOS, F. G. dos. Incidência dos principais fungos fitopatogênicos em sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em duas épocas de colheita. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.244, p.621-625, 1995.

BURROUGHS, R.; SAVER, D. B. Growth of fungi in sorghum grain stored at high moisture contents. **Phytopathology**, Manhattan, v.61, n.767-772.

Tabela 1. Valores médios de porcentagem de incidência de fungos em sementes de nove genótipos de sorgo biomassa. Cáceres. 2015.

Genótipos	Phoma sp.	Penicillium sp.	Colletotrichum spp.	Aspergillus flavus	Fusarium	Cladosporium sp.	Curvularia sp.
201429B009	10,0 b	0,5 a	9,0 b	0,0 a	27,0 b	2,0 a	7,5 a
201429B011	18,5 c	0,0 a	0,0 a	1,5 a	16,5 b	1,5 a	3,0 a

BRANÇÃO, N.; NUNES, C. D. M.; GASTAL, M. F. C.; RAUPP, A. A. A.; PORTO, M. P.; WENDT, W. Ocorrência de fungo

s em sementes de sorgo, milho, soja e trigo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002

CHOUHDURY, M. M. Testes de sanidade de sementes de caupi. In: SOAVE, Y.; WETZEL, M. M. V. da S. **Patologia de sementes**, Campinas, p.371-385, 1987.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Antracnose no sorgo (*Colletotrichum graminicola*). Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 19p. (Circular Técnica, 28).

DESMUKH, R. N.; RAUT, J. G. Sites of *Curvularia lunata* infection in sorghum seed. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.46, n.3, p.251-252, 1993.

LUCCA-FILHO, O. A. **Curso de tecnologia de sementes**. Brasília: ABEAS, 1995. 53 p.

TALAMINI, V.; CARVALHO, H. W.; OLIVEIRA, I. R. Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidos para o cultivo em Sergipe. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2012.16 p.

TORRES, S. B.; BRINGEL, J. M. M. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-macassar. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.18, n. 2, p.88-92, 2005.

PINTO, N. F. J. A. **Patologia de Sementes de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 62p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 32).

201429B029	16,0 c	1,5 a	2,0 a	2,0 a	18,0 b	1,5 a	0,0 a
201429B022	7,0 b	2,0 a	1,5 a	0,0 a	17,0 b	2,0 a	26,0 b
201429B025	16,0 c	1,0 a	6,0 b	2,0 a	24,0 b	14,5 c	2,0 a
201429B030	12,0 c	2,0 a	4,5 b	1,0 a	5,5 a	5,0 b	7,5 a
201429B021	19,5 c	20,0 c	9,5 b	7,5 b	8,5 a	0,0 a	6,0 a
201429B018	34,0 d	17,0 c	2,5 a	0,5 a	5,0 a	0,5 a	0,5 a
201429B001	4,5 a	30,5 d	6,0 b	9,5 b	3,5 a	3,0 b	1,5 a
C.V	12,57	19,28	16,00	20,93	15,88	16,28	18,49

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Incidência de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho comercializadas no planalto serrano gaúcho e catarinense

Amanda de Lima⁽¹⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽²⁾; Evandro Zacca⁽³⁾; Otavio Ajala Fiorentin⁽¹⁾; Pâmella Soldatelli⁽¹⁾; Yasmin Caroline Klockner⁽⁴⁾

⁽¹⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC ; Lages, Santa Catarina; lima_amd@hotmail.com; ⁽²⁾Professor da UDESC, bolsista de produtividade do CNPq; ⁽³⁾Doutorando em Produção Vegetal; UDESC; ⁽⁴⁾Acadêmico do curso de Agronomia; UDESC.

RESUMO: As sementes de milho infectadas por *Fusarium verticillioides* constituem importante fonte de inoculo, cujo patógeno pode causar podridão de semente, morte de plântulas, podridão radicular e podridão de colmo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sanidade de sementes de híbridos de milho comercializadas nas regiões dos municípios de Vacaria, RS, e Campos Novos, SC, na safra agrícola 2015/16. Quarenta e quatro amostras de sementes, tratadas na indústria, foram coletadas em produtores antes da semeadura e submetidas ao teste de sanidade em meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA) + antibiótico (A) contido em caixa de acrílico tipo gerbox. Foram semeadas 25 sementes por gerbox de um total de 200 sementes analisadas por amostra. O material foi incubado em câmara de crescimento durante sete dias com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. *Fusarium verticillioides* foi detectado com frequência de 31,8% e incidência média de 0,75% (variação de 0% a 8,5%). Os resultados demonstram que atualmente as sementes de híbridos de milho tratadas na indústria com misturas de fungicidas envolvendo adição de tiabendazole e carbendazim tem apresentado eficiência no controle de *F. verticillioides*.

Termos de indexação: *Zea mays*, tratamento de sementes, controle químico.

INTRODUÇÃO

Sementes de milho são comercializadas usualmente tratadas com fungicidas para proteger a semente de infecções fúngicas após a semeadura ou reduzir a transmissão de fungos da semente para planta. Sementes infectadas e sintomáticas com fungos podem ser removidas pelos processos de triagem industrial. No entanto, sementes

assintomáticas podem passar despercebidas (Dood & White, 1999). Nas safras agrícolas de 94/95 e 95/96 Casa et al. (1998) detectaram que os fungicidas predominantes no tratamento de sementes eram a base de captan e captan + tiabendazole, apresentando 94,4% de prevalência do patógeno *Fusarium verticillioides*. [Sin. *Fusarium moniliforme* J. Sheld. Em levantamento realizado na safra de 2003/04 em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Casa et al. (2004), verificaram que o fungicida predominante utilizado no tratamento de sementes foi fludioxonil+metalaxil-m. Em levantamento realizado por Nerbass et al. (2008) em 224 amostras de semente de milho, 70,5% eram tratadas com fludioxonil+metalaxil-m, 28,2% tratadas com fludioxonil+metalaxil-m + mistura e 1,4% das sementes tratadas apenas com captan. Nerbass et al. (2011) avaliando 95 amostras de sementes de milho verificou que 36,8% foram tratadas com os fungicidas fludioxonil+metalaxil-m, 31,6% com fludioxonil+metalaxil-m + carbendazim, 22,1% com fludioxonil+metalaxil-m + captan, 6,3% com captan, 2,1% com captan + tiram e 1,1% com fludioxonil+ metalaxil-m+ carboxina+tiram.

Segundo Reis et al. (2007), misturas de fungicida envolvendo os benzimidazóis, tem apresentado resultados promissores no controle de patógenos do gênero *Fusarium*. Neste grupo bioquímico estão enquadrados os compostos carbendazim, tiabendazole e tiofanato metílico. O fungicida carbendazim constitui o ingrediente ativo mais utilizado do grupo dos fungicidas benzimidazóis (Boudina et al., 2003).

Goulart et al. (1999) sugerem que existe a necessidade de ampliar o espectro de ação fungicida através do uso de misturas. Uma eficiente formulação para tratamento de sementes de milho deveria incluir um fungicida protetor, associado a outro fungicida sistêmico de amplo espectro, como

por exemplo, algum dos pertencentes ao grupo dos benzimidazóis.

De modo geral, os produtores adquirem a semente de milho sem informações sobre a sanidade, supondo que estão adquirindo semente de qualidade. No entanto, o tratamento comercial de sementes de milho não tem sido satisfatório, considerando-se como alvo do controle a erradicação dos principais fungos da cultura (Casa, 1997; Casa et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sanidade de sementes de milho, determinando a frequência de ocorrência e a incidência do fungo *F. verticillioides* em sementes previamente tratadas e comercializadas no planalto serrano gaúcho e catarinense, na safra agrícola de 2015/16.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UDESC, Lages, no ano de 2015.

Foram submetidos ao teste de sanidade quarenta e quatro amostras de sementes de milho, tratadas na indústria com diferentes ingredientes ativos, sendo predominante metalaxil-M+tiabendazole+fludioxonil (Maxim Advanced), seguidos de carbendazim+tiram (Derosal Plus) e metalaxil-M+fludioxonil (Maxim XL). Cada amostra foi identificada com o fungicida utilizado e a respectiva dose determinada pela empresa detentora: Maxim XI, 150ml para 100kg de semente; Maxim Advanced, 150ml para 100kg de semente e Derosal Plus 300ml para 100kg de semente.

O teste de sanidade foi realizado em meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA) + antibiótico (A) contido em caixa de acrílico tipo gerbox. Foram semeadas 25 sementes por gerbox de um total de 200 sementes analisadas por amostra. O material foi incubado em câmara de crescimento durante sete dias com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h.

O fungo foi identificado e quantificado com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio ótico. Foi considerada infectada a semente sobre a qual foram detectadas colônias, esporos do fungo.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, os dados foram expressos em frequência e incidência para o fungo *F. verticillioides*. As médias para a diferença entre fungicidas foram comparadas pelo Teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de amostras analisadas, 25% foram tratadas com fludioxonil+metalaxil, 50% com fludioxonil+metalaxil+tiabendazol e 25% (fludioxonil+metalaxil) + (carbendazim+tiram). Observa-se que o fungicida metalaxil+fludioxonil+tiabendazole predominou no tratamento de sementes de milho na safra 2015/16.

O fungicida carbendazim+tiram (30+105 g.i/100kg de sementes) em mistura com fludioxonil+metalaxil-M (3,75+1,5 g.i/100kg de sementes) foram os mais eficientes no controle de *Fusarium verticillioides* não havendo diferença estatística para metalaxil-M+tiabendazole+ fludioxonil (3+22,5+3,75 g.i/100kg de sementes) (Tabela 1). Isso ocorre pela eficiência dos benzimidazóis no controle fungos do gênero *Fusarium*. Pinto (2003) verificou redução de 74,9 para 2,7% na incidência de *F. subglutinans* quando tratou as sementes com carbendazim+tiram (30 + 70 g.i.a/100 kg de sementes).

Estes dados reforçam o fato de que quando se tem elevada incidência de fungos do gênero *Fusarium* deve-se utilizar na mistura um fungicida do grupo dos benzimidazóis.

Tabela 1. Incidência de *Fusarium verticillioides* em quarenta e quatro amostras de sementes de milho tratadas com diferentes fungicidas.

Ingrediente Ativo	Nome Técnico	Incidência de <i>Fusarium verticillioides</i>
Metalaxyl+ Fludioxonil	Maxim XL	1,71 a
Metalaxyl+Fludioxonil+ Tiabendazole	Maxim Advanced	0,65 b
Carbendazim+Tiram+ Metalaxyl+Fludioxonil	Derosal Plus + Maxim XL	0,00 b
	CV (%)	3,14

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A maior incidência média do fungo *F. verticillioides* foi detectada em sementes tratadas com metalaxil+fludioxonil. O ingrediente ativo fludioxonil, presente no Maxim XL, é específico para o controle de *Fusarium* (Munkvold; O'Mara, 2002). No entanto, sua eficiência não tem sido satisfatória no controle desse patógeno em testes de sanidade de sementes.

A diferença na dose dos ingredientes ativos tiabendazole (22,5 g.i.a/ 100kg de semente) e

carbendazim (45 g.i.a/100kg de semente) pode justificar o fato de o tiabendazole não ter erradicado o patógeno de *F. verticillioides*. Recomenda-se a utilização de 45 g.i.a/100kg de semente de tiabendazole no tratamento de semente de milho.

Analisando os dados relativos à frequência de ocorrência de *F. verticillioides* (**Tabela 2**), as amostras apresentaram frequência de 31,8% e incidência média de 0,75% (variação de 0% a 8,5%). Em relação ao levantamento realizado por Gelsleichter et al., (2015) observa-se uma menor incidência e prevalência de *F. verticillioides* em sementes de milho no tratamento industrial na safra 2015/16. Isto decorre da maior disponibilidade de sementes de híbrido tratadas com a adição de tiabendazole e carbendazim.

CONCLUSÕES

Adição de tiabendazole e carbendazim ao tratamento de sementes mostraram-se eficazes no controle de *Fusarium verticillioides*.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio a Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior - FUMDES pela concessão da bolsa, aos colegas do Laboratório de Fitopatologia pela colaboração na condução e avaliação do experimento.

REFERÊNCIAS

Agarwal, V.K.; Sinclair, J.B. **Principles of seed pathology**. 2 ed. CRC Press. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida, 1997.

BOUDINA, A. et al. Photochemical behavior of carbendazim in aqueous solution. **Chemosphere**, Philadelphia, v. 50, n. 5, p. 649 -655, 2003.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Fungos associados a sementes de milho produzidas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 370 - 373, 1998.

CASA, R. T. et al. Eficácia do tratamento de sementes de milho com fungicidas comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra de 2003/04. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 209, 2004.

DODD, J.L; WHITE, D.G. Seed rot, seedling blight, and damping-off. In: WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. 78p.

Gelsleichter, S. D. et al. Detecção de *Fusarium verticillioides* em sementes de híbridos de milho. **Tropical Plant Pathology**. V. 40, 2015.

GOULART, A. C. P., FIALHO, W. F. B. Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* Sheldon em sementes de milho. **Revista Brasileira de sementes**, Pelotas, v. 21, n.1, p. 216 – 221,1999.

MUNKVOLD, G.P., O'MARA, J.K. Laboratory and Growth Chamber Evaluation of Fungicidal Seed Treatments for Maize Seedling Blight Caused by *Fusarium* Species. **Plant Disease**, v.86, n.2, p.143 - 150, 2002

NERBASS, F. R. Qualidade do tratamento industrial de sementes de milho comercializadas em Santa Catarina na safra 2010/2011. **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. n. 8, 2011, Chapecó, v. 1. p.1-5. 2011.

NERBASS, F. R., CASA, R. T., ANGELO, H. R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n.1, p. 30 - 36, 2008

REIS, E.M., CASA,R.T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemiologia e controle**. 2 ed. Lages: Graphel, 2007. 176 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Tabela 2. Híbridos e incidência (%) de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho comercializadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul na safra agrícola de 2015/16.

Híbrido	I (%)	Híbrido	I (%)	Híbrido	I (%)
1. Ag8780 Pro3 ¹	5	16. As1656 Pro3 ²	0	30. Ag9025 Pro3 ¹	0,5
2. Ag8780 Pro3 ¹	0,5	17. DKB 240 Pro2 ²	0	31. P32R22 ³	0
3. Ag8780 Pro3 ¹	1,5	18. DKB 290 ²	2,5	32. Suprema Syn ¹	0
4. Ag9030 Pro2 ¹	3,5	19. DKB 240 ²	0	33. Ag8041 Pro ²	0
5. Ag8690 Pro3 ¹	0	20. DKB 177 Pro2 ²	4	34. AS1515 Pro3 ³	0,5
6. Ag8690 Pro3 ¹	0	21. AS1551 Pro ¹	1	35. AS1555 RR2 ¹	0
7. As1666 ²	2	22. DKB240 Pro3 ¹	8,5	36. AS1677 Pro3 ²	0
8. As1666 Pro3 ²	3	23. DKB240 Pro3 ¹	0,5	37. 32R48YH ¹	0
9. P2530 ²	0	24. DKB240 Pro3 ¹	0	38. P32R48YH ¹	0
10. P2530R2 ³	0	25. DKB230 Pro3 ¹	0	39. 30P53YH ¹	0
11. P3456H ³	0	26. P3456H ³	0	40. Ag9025 Pro3 ¹	0
12. P30F53YHR ³	0	27. Syn 7617Vip ¹	0	41. Formula ¹	0
13. P1630H ³	0	28. P1630H ³	0	42. BB9318YH ¹	0
14. P2550 ³	0	29. Ag 9045 Pro2 ¹	0	43. As1656 Pro3 ³	0
15. DKB290 Pro3 ²	0			44. NS 50RR2 ³	0
Frequência: 31,8%		Incidência média: 0,75% (variação de 0% a 8,5%)			

¹ Maxim Advanced (metalaxyl+fludioxonil+ tiabendazole)

² Maxim XL (metalaxyl+ fludioxonil)

³ Derosal Plus + Maxim XL (carbendazim+tiram+ metalaxyl+fludioxonil)

Incremento de produtividade de híbridos de milho com a aplicação de fungicidas em Mato Grosso do Sul.

José Fernando Jurca Grigolli⁽¹⁾; Mirian Maristela Kubota Grigolli^(2,3); André Luís Faleiros Lourenção⁽³⁾; Douglas de Castilho Gitti⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador de Proteção de Plantas; Fundação MS; Maracaju, MS; fernando@fundacaoms.org.br; ⁽²⁾ Estudante de Pós-graduação; Universidade Estadual Paulista; Jaboticabal, SP; ⁽³⁾ Fundação MS; Maracaju, MS.

RESUMO: O cultivo de milho de segunda safra é comumente utilizado no cerrado brasileiro, como forma de sucessão de culturas após o cultivo da soja. Nestas condições, existem muitas dúvidas sobre a utilização de fungicidas para o controle de doenças e seu impacto na produtividade das plantas de milho. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o possível incremento de produtividade de diferentes híbridos de milho semeados na segunda safra (safrinha) em diferentes regiões de Mato Grosso do Sul com a utilização de fungicidas. Os experimentos foram conduzidos em quatro municípios, com diversos híbridos de milho, em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial duplo (híbridos x uso de fungicida) e cinco repetições. Foram realizadas duas aplicações de fungicidas, a primeira em V8 e a segunda em pré-plantio. Foi observado que no geral, o uso de fungicidas resultou em incremento significativo de rendimento de grãos das plantas de milho. Entretanto, houve interação entre os fatores, indicando que alguns materiais não respondem ao uso de fungicidas com incrementos na produtividade, o que pode tornar esta técnica de cultivo inviável em algumas situações. Além disso, houve variação entre os locais de execução do ensaio, indicando que o mesmo híbrido apresenta resultados variáveis para cada situação e cada município. Assim, fica evidente que o monitoramento da lavoura e ensaios nos locais tradicionais de cultivo de milho de segunda safra são essenciais para a tomada de decisão mais assertiva dos produtores, além do conhecimento das doenças predominantes em cada região e das características genéticas dos materiais de milho cultivados.

Termos de indexação: Helmintosporiose, Mancha Branca, Ferrugem Polisora.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho de segunda safra é uma alternativa para sucessão de cultura em áreas cultivadas com a soja. Esse sistema possibilita utilização de plantas de diferentes famílias botânicas e com doenças incomuns, o que auxilia a quebrar o ciclo de doenças de grande importância econômica. Além disso, é uma possibilidade economicamente viável para os produtores e vêm sendo bastante adotada no cerrado brasileiro.

A partir da década de 1990, o estreitamento das relações patógeno-hospedeiro-ambiente pode estar relacionado à redução na qualidade e na produtividade do milho (Costa, 2001). A utilização de fungicidas químicos em aplicações foliares vem sendo uma alternativa utilizada pelos produtores em algumas regiões do país para controlar os patógenos que atacam a cultura do milho.

Diversos resultados de pesquisa no Brasil e no exterior têm confirmado os efeitos positivos da aplicação de fungicidas na redução de perdas na produtividade ocasionadas pelo ataque de diversos patógenos (Harlapur et al., 2009; Juliatti et al., 2007; Pinto et al., 2004). No entanto, deve-se considerar a instabilidade na obtenção dos aumentos de produtividade pela utilização dos fungicidas, ou seja, não há repetibilidade desses ganhos quando são consideradas variações em fatores como híbridos, intensidade de doença, sistema de produção e nível tecnológico empregado (Costa & Cota, 2009). Além disso, segundo os mesmos autores, mesmo havendo uma resposta positiva em aumento de produtividade, esses podem não ser suficientes para garantir retorno econômico ao produtor.

O conhecimento da dinâmica de doenças em cada região produtora de milho de segunda safra e das características genéticas dos híbridos utilizados são fundamentais para a determinação do uso de fungicidas na cultura. Assim, o objetivo deste

trabalho foi avaliar o possível incremento de produtividade de diferentes híbridos de milho em diferentes regiões com a utilização de fungicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados em esquema fatorial com dois fatores (híbridos x fungicida), e com cinco repetições. Híbridos de milho foram semeados na Estação Experimental da Fundação MS em Amambaí, Maracaju, Naviraí e São Gabriel do Oeste, MS. Cada parcela foi constituída de cinco linhas de 10 metros de comprimento.

Em todos os locais de cultivo, a semeadura foi realizada com o auxílio de uma semeadeira hidráulica, com 50 cm de espaçamento entre linhas e com a adubação na linha de plantio com 420 kg ha⁻¹ de 12-15-15 (N-P-K). As semeaduras foram realizadas em 07 de fevereiro de 2015 (Amambaí), 11 de fevereiro de 2015 (Maracaju), 09 de fevereiro de 2015 (Naviraí) e 16 de fevereiro de 2016 (São Gabriel do Oeste), datas consideradas adequadas para cada região do experimento.

Em Amambaí, Maracaju e Naviraí, foram utilizados os híbridos de milho AG 8061 Pro2, DKB 285 Pro, RB 9110 Pro, DKB 177 Pro, STATUS Vip3, CD 384 PW, BG 7061 H, DKB 350 Pro, FORMULA VIP, FORMULA TL, FERROZ Vip, AS 1660 Pro, AG 9040 YG, AG 9030 Pro2, AG 9010 Pro e AS 1590 Pro. Em São Gabriel do Oeste, foram utilizados os híbridos AG 8061 Pro2, DKB 285 Pro, RB 9110 Pro, DKB 177 Pro, STATUS Vip3, CD 384 PW, BG 7061 H, DKB 350 Pro, FORMULA VIP e FORMULA TL. As populações de milho utilizadas variaram de acordo com a recomendação de cada material em cada região de execução do trabalho

O fungicida utilizado foi a base de azoxistrobina + ciproconazol, na dosagem de 60,0 + 24,0 gi.a. ha⁻¹ respectivamente, com a adição de óleo mineral (600 mL.p.c. ha⁻¹). Foram realizadas duas aplicações do fungicida, sendo a primeira com os materiais em V8 e a segunda no pré-pendoamento das plantas de milho.

A colheita foi realizada com o auxílio de uma colhedoura de parcelas e foram colhidas as três linhas centrais, desconsiderando-se um metro de cada extremidade da parcela. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% de umidade e em sacas de 60 kg por hectare (sc ha⁻¹). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Amambaí, MS, verificou-se que todos os híbridos de milho apresentaram

incrementos significativos quando o fungicida foi utilizado em relação a não aplicação do mesmo (Tabela 1). Durante a execução do experimento, a doença predominante foi ferrugem polissora *Puccinia polysora*, com média de 46% de severidade nos materiais sem aplicação de fungicida, de acordo com escala proposta por Fantin (1997).

No município de Maracaju, MS, verificou-se que os híbridos AG 8061 Pro2, DKB 177 Pro, STATUS Vip3, BG 7061 H, DKB 350 Pro, DEFENDER Vip e AG 9010 Pro não apresentaram incrementos significativos no rendimento de grãos com a aplicação de fungicidas. Os híbridos DKB 285 Pro, RB 9110 Pro, CD 384 PW, FORMULA TL, FERROZ Vip, AS 1660 Pro, AG 9040 YG, AG 9030 Pro2 e AS 1590 Pro apresentaram incrementos significativos no rendimento de grãos com a aplicação de fungicidas (Tabela 2). Durante a condução do ensaio, verificou-se severidade média nos híbridos sem a aplicação de fungicidas de 28% de ferrugem polissora, segundo escala proposta por Fantin (1997) e de 13% de severidade de helmintosporiose *Exserohilum turcicum*, segundo escala de Lazaroto et al. (2012).

Em Naviraí, verificou-se que apenas dois híbridos de milho não apresentaram incrementos significativos de produtividade (DEFENDER Vip e AG 9010 Pro), enquanto todos os outros híbridos apresentaram incrementos significativos de rendimento de grãos com a aplicação de fungicidas (Tabela 3). Neste município, notou-se ocorrência de ferrugem polissora com severidade média de 17% e de helmintosporiose com severidade média de 8% nos híbridos sem a aplicação de fungicidas.

Em São Gabriel do Oeste, MS, verificou-se que os híbridos de milho RB 9110 Pro, DKB 177 Pro, DKB 350 Pro, DEFENDER Vip e FÓRMULA TL apresentaram incrementos significativos no rendimento de grãos, enquanto os outros híbridos de milho não apresentaram tal incremento significativo (Tabela 4). Durante a condução do ensaio, verificou-se severidade média nos híbridos sem a aplicação de fungicidas de 19% de mancha-branca (complexo de patógenos) nas plantas de milho, segundo escala proposta por Sachs et al. (2011).

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a resposta dos híbridos de milho à aplicação de fungicidas varia de acordo com a região e de acordo com a severidade das doenças que ocorrem na área. Assim, o monitoramento adequado das lavouras é essencial para determinar a necessidade ou não da aplicação de fungicida nas plantas de milho a fim de se obter altas produtividades.

Além disso, novos estudos com outros materiais de milho e em outras regiões e condições climáticas é essencial para proporcionar informações acerca

dos híbridos de milho para os produtores brasileiros.

CONCLUSÕES

O uso de fungicida incrementa o rendimento de grãos de plantas de milho;

O incremento de produtividade dos híbridos de milho em função da aplicação de fungicidas varia em cada região e em função do híbrido utilizado.

AGRADECIMENTOS

À Fundação MS pela infraestrutura fornecida e aos colaboradores Aldo Araújo da Silva, Laércio Barbosa Trindade, Felipe Celso Silveira Santos, Eulógio Silva Lemes, Rodrigo Silva Alem, Josué Samuel de Souza, Jonas Amarilha Bueno Schinaider, Adir Saggin e Tiago Cristian Correia pelo auxílio na instalação e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- COSTA, R. V.; COTA, L. V. **Controle químico de doenças na cultura do milho**: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11p. (Circular Técnica 125).
- COSTA, F. M. P. **Severidade de *Phaeosphaeria maydis* e rendimento de grãos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes ambientes e doses de nitrogênio**. 2001. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- FANTIN, G. M. **Avaliação de resistência do milho a ferrugem causada por *Puccinia polysora* UNDERW.** 1997. 136 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- HARLAPUR, S. I.; KULKARNI, M. S.; SRIKANT KULKARNI PATIL, B. C. Assessment of crop loss due to turicum leaf blight caused by *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard and Suggs in maize. **Indian Phytopathology**, v. 62, n. 2, p. 144-154, 2009.
- JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.
- LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. B. Escala diagramática para avaliação de severidade de helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.
- PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 139- 145, 2004.
- SACHS, P. J. D.; NEVES, C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Escala diagramática para avaliação de

severidade de mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.

Tabela 1 – Rendimento (sc ha⁻¹) de grãos de diferentes híbridos de milho sem e com o uso de fungicidas. Amambai, MS, Safrinha 2015.

Híbrido (Fator A)	Fungicida (Fator B)		Média
	Sem	Com	
AG 8061 Pro2	67,7 bB	105,3 bA	86,5 b
DKB 285 Pro	54,8 cB	102,0 bA	78,4 b
RB 9110 Pro	60,4 cB	133,3 aA	96,9 a
DKB 177 Pro	75,9 bB	133,3 aA	104,6 a
STATUS Vip3	70,9 bB	92,6 cA	81,8 b
CD 384 PW	92,6 aB	123,6 aA	108,1 a
BG 7061 H	62,0 bB	125,2 aA	93,6 a
DKB 350 Pro	84,9 aB	119,0 aA	102,0 a
DEFENDER Vip	45,5 dB	95,8 cA	70,7 b
FORMULA TL	68,6 bB	124,6 aA	96,6 a
FEROZ Vip	53,2 cB	108,7 bA	81,0 b
AS 1660 Pro	48,3 dB	104,6 bA	76,5 b
AG 9040 YG	38,8 dB	101,6 bA	70,2 b
AG 9030 Pro2	85,5 aB	130,9 aA	108,2 a
AG 9010 Pro	65,9 bB	118,5 aA	92,2 a
AS 1590 Pro	50,7 cB	119,5 aA	85,1 b
Média	64,1 B	114,9 A	

Teste F (Híbrido) = 3,99**

Teste F (Fungicida) = 269,22**

Teste F (Híbrido*Fungicida) = 7,44**

CV(%) = 16,61

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Tabela 2 – Rendimento (sc ha⁻¹) de grãos de diferentes híbridos de milho sem e com o uso de fungicidas. Maracaju, MS, Safrinha 2015.

Híbrido (Fator A)	Fungicida (Fator B)		Média
	Sem	Com	
AG 8061 Pro2	145,8 bA	150,9 bA	148,3 a
DKB 285 Pro	76,7 fB	126,3 dA	101,5 d
RB 9110 Pro	153,9 aB	161,9 aA	157,9 a
DKB 177 Pro	149,4 bA	148,0 bA	148,7 a
STATUS Vip3	158,4 aA	155,1 aA	156,8 a
CD 384 PW	137,2 cB	150,6 bA	143,9 b
BG 7061 H	119,8 dA	119,9 dA	119,8 c
DKB 350 Pro	131,1 cA	137,2 cA	134,1 b
DEFENDER Vip	138,7 cA	140,4 cA	139,5 b
FORMULA TL	111,3 dB	119,1 dA	115,2 c
FEROZ Vip	141,0 bB	147,1 bA	144,1 b
AS 1660 Pro	134,3 cB	141,6 cA	137,9 b
AG 9040 YG	106,3 eB	123,9 dA	115,1 c

AG 9030 Pro2	118,4 dB	137,3 cA	127,9 c
AG 9010 Pro	132,4 cA	134,4 cA	133,4 b
AS 1590 Pro	130,7 cB	138,5 cA	134,6 b
Média	133,4 B	136,2 A	

Teste F (Híbrido) = 6,67**

Teste F (Fungicida) = 0,85^{ns}

Teste F (Híbrido*Fungicida) = 3,83*

CV(%) = 12,73%

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Tabela 3 – Rendimento (sc ha⁻¹) de grãos de diferentes híbridos de milho sem e com o uso de fungicidas. Naviraí, MS, Safrinha 2015.

Híbrido (Fator A)	Fungicida (Fator B)		Média
	Sem	Com	
AG 8061 Pro2	93,2 dB	110,9 cA	102,1 d
DKB 285 Pro	103,2 cB	139,8 aA	121,5 b
RB 9110 Pro	117,1 bB	146,0 aA	131,6 a
DKB 177 Pro	99,3 cB	117,9 bA	108,6 c
STATUS Vip3	105,8 cB	121,3 bA	113,6 c
CD 384 PW	86,8 eB	100,7 dA	93,8 d
BG 7061 H	93,1 dB	110,7 bA	101,9 d
DKB 350 Pro	90,7 dB	103,7 cA	97,2 d
DEFENDER Vip	96,4 dA	95,3 dA	95,8 d
FORMULA TL	123,3 bB	135,9 aA	129,6 a
FEROZ Vip	95,4 dB	116,4 bA	105,9 c
AS 1660 Pro	115,9 bB	126,5 bA	121,2 b
AG 9040 YG	88,4 eB	111,7 cA	100,1 d
AG 9030 Pro2	138,2 aB	143,4 aA	140,8 a
AG 9010 Pro	106,0 cA	106,7 cA	106,4 c
AS 1590 Pro	105,2 cB	121,7 bA	113,5 c
Média	104,0 B	119,0 A	

Teste F (Híbrido) = 8,51**

Teste F (Fungicida) = 39,14**

Teste F (Híbrido*Fungicida) = 4,23*

CV(%) = 12,17

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Tabela 4 – Rendimento (sc ha⁻¹) de grãos de diferentes híbridos de milho sem e com o uso de fungicidas. São Gabriel do Oeste, MS, Safrinha 2015.

Híbrido (Fator A)	Fungicida (Fator B)		Média
	Sem	Com	
AG 8061 Pro2	130,0 aA	124,1 bA	127,0 a
DKB 285 Pro	118,5 bA	115,5 cA	117,0 b
RB 9110 Pro	129,5 aB	139,0 aA	134,2 a
DKB 177 Pro	127,1 aB	135,0 aA	131,1 a
STATUS Vip3	121,5 bA	121,3 bA	121,4 b
CD 384 PW	126,1 aA	127,3 bA	126,7 a
BG 7061 H	114,0 bA	118,4 cA	116,2 b
DKB 350 Pro	106,2 cB	124,4 bA	115,3 b
DEFENDER Vip	110,9 cB	120,5 bA	115,7 b
FORMULA TL	101,9 cB	126,7 bA	114,3 b
Média	118,6 B	125,2 A	

Teste F (Híbrido) = 2,04^{ns}

Teste F (Fungicida) = 4,19*

Teste F (Híbrido*Fungicida) = 4,86*

CV(%) = 11,90

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Influência da aplicação de fungicida em híbridos de milho sobre a severidade da ferrugem comum

Alan Stadler⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Cristhian Ribas Sékula⁽³⁾; Bruno Schroeder⁽⁴⁾; Janaína Neiverth⁽⁵⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava, PR; alan_stadler@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Engº Agrônomo; Grupo – MLCV; ⁽⁴⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: As doenças fúngicas na cultura do milho têm causado danos significativos e a mais importante é a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*). Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de trifloxostrobina + protioconazol sobre a severidade da ferrugem comum em dois híbridos de milho na região Centro-Sul do Paraná. O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do grupo MLCV, na cidade de Guarapuava-PR, sob sistema de plantio direto. Foram utilizados dois híbridos comerciais de milho, indicados para a região de estudo, DKB 240 PRO e AS 1572 PRO. A avaliação da ferrugem comum ocorreu 90 dias após a semeadura e 7 dias após a segunda aplicação do fungicida no estádio fenológico R1, sendo realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias, por três avaliadores. Foi utilizada uma escala de notas para quantificar a severidade de doença, com uma escala diagramática. Para avaliar o progresso das doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, dois híbridos de milho e dois tratamentos (com e sem aplicação de fungicida). Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR. A aplicação de fungicida em V8 + R1 foi eficiente no controle da ferrugem comum no híbrido AS 1572PRO. O híbrido DKB 240PRO não respondeu significativamente às aplicações e seu desempenho foi independente do controle químico.

Termos de indexação: *Puccinia sorghi*, *Zea mays*, controle químico.

INTRODUÇÃO

A exposição da cultura do milho aos diversos estresses bióticos e abióticos, dificultam a exploração do máximo potencial genético dos híbridos para a produtividade de grãos, independente do sistema de produção adotado. A cultura do milho, pela sua ampla abrangência geográfica, desenvolve-se nas mais diversas condições edafoclimáticas, sendo comum a ocorrência de elevado número de doenças fúngicas (Brito et al., 2013).

As doenças fúngicas na cultura do milho têm causado danos significativos e uma das mais importantes é a ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schw.), responsável por reduções significativas no rendimento dessa cultura (Brito et al., 2012). A severidade dessa doença na cultura se deve ao fato dos patógenos colonizarem grande parte da folha, diminuindo a área fotossintética, levando à redução da produtividade de grãos (Faria et al., 2015).

Neste contexto faz-se necessário o uso de técnicas que visem o controle dessa doença, dentre elas está a aplicação foliar de fungicida que pode diminuir a severidade e aumentar a produtividade de híbridos em condições de alta ocorrência de doenças (Bonaldo, et al., 2010), principalmente em híbridos mais suscetíveis. Resultados de pesquisa têm confirmado os efeitos positivos da aplicação de fungicidas do grupo triazol e estrobilurina na redução da severidade das doenças (Juliatti et al., 2007), visualizados, normalmente, como incremento de produtividade em relação a áreas não pulverizadas (Ribeiro et al., 2014).

A aplicação de fungicidas triazóis e estrobilurinas via foliar (piraclostrobina + epoxiconazole, azoxystrobin + ciproconazole e trifloxostrobina + protioconazol) resultam em efeitos positivos na cultura do milho (Ecco et al., 2014). Nesse mesmo contexto, Brito et al. (2012) com o uso de triazol + estrobilurina, em aplicação foliar em pré-

pendoamento em diferentes híbridos cultivados sob alta severidade de doenças, obteve também resultados positivos na severidade das principais doenças e redução na incidência de grãos ardidos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de trifloxostrobina + protioconazol sobre a severidade da ferrugem comum em dois híbridos comerciais de milho na região centro sul do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do grupo MLCV, na cidade de Guarapuava-PR, sob sistema de plantio direto em resteva de aveia preta (*Avena strigosa*) e a semeadura foi realizada dia 17/10/2015. Para adubação de base foi utilizado 250 Kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 08-28-16, o qual sete dias antes da semeadura foi depositado no solo. Foram utilizados dois híbridos comerciais de milho, indicados para a região de estudo, DKB 240 PRO (superprecoce) e, AS 1572 PRO (precoce).

A semeadura foi realizada com o auxílio de matracas, depositando a semente na linha anteriormente sulcada pela semeadora. Após as plantas atingirem o estágio fenológico V4 (4 folhas expandidas), realizou-se um desbaste deixando 3,4 plantas por metro linear e uma população de 75.000 plantas ha⁻¹.

Para o controle químico das doenças foliares foi utilizado o fungicida Trifloxostrobina + Protioconazol (Fox[®]) na dose de 0,4 L ha⁻¹ + Áureo na dose de 0,25% v/v. Sendo realizados dois tratamentos (com e sem fungicida) com dois híbridos e 4 repetições.

Foram realizadas duas aplicações do fungicida Trifloxostrobina + Protioconazol (Fox[®]) na dose de 0,4 L ha⁻¹ + Áureo na dose de 0,25% v/v, nos estádios fenológicos V8 e R1 com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado de CO₂.

A avaliação da ferrugem comum ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS) e 7 dias após a segunda aplicação (DAA) do fungicida no estágio fenológico R1, sendo realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias entre as mesmas, por três avaliadores. Foi utilizada uma escala de notas para quantificar a severidade de doença em cada parcela, com uma escala diagramática (Agrocere, 1996). Para avaliar o progresso das doenças foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem (AACPF), seguindo a padronização de Shaner e Finney (1977).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2, sendo dois híbridos de milho e dois tratamentos (com e sem aplicação de fungicida), estes com quatro repetições, totalizando 16 parcelas.

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente experimento constatou-se a ocorrência da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) e os primeiros inóculos observados a partir do estágio reprodutivo R1, evoluindo gradativamente até R5 com maior severidade no tratamento sem aplicação de fungicida.

Observou-se que não houve diferença significativa para o híbrido DKB 240 PRO para ambos os tratamentos (**Tabela 1**). Já para o híbrido AS 1572 PRO, pode-se observar que o fungicida (trifloxostrobina + protioconazol) foi eficiente no controle da ferrugem comum, diferindo-se estatisticamente do tratamento sem aplicação de fungicida, com um valor elevado de AACPF.

Tabela 1. Médias da área abaixo da curva de progresso da doença ferrugem comum (AACPF) com e sem aplicação de fungicida, na região Centro-Sul do Paraná. Guarapuava, PR. 2016.

Tratamento	Híbrido		Média
	DKB 240PRO	AS 1572 PRO	
Com fungicida	44 aA	53 bA	48 b
Sem fungicida	133 aA	184 aA	158 a
Média	88 A	118 A	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Duarte et al. (2009) que ao avaliar a eficácia de fungicidas do grupo triazol e estrobilurina, isolados ou em associação, observou-se que houve efeito da aplicação dos fungicidas em relação à testemunha no controle da ferrugem.

Brito et al. (2013) afirmam que a eficiência do fungicida utilizado para controlar as principais doenças, permite que, nas parcelas com controle químico das doenças, os híbridos podem expressar melhor seu potencial genético para a produção de grãos.

Um fato importante a ser considerado é que o híbrido DKB 240PRO foi menos suscetível à ferrugem comum, não respondendo significativamente com as aplicações de fungicida (**Tabela 1**). Ecco et al. (2014), ao avaliarem a influência da aplicação do mesmo grupo químico em dois híbridos de milho, também observaram que não

houve interação significativa entre os híbridos de milho e a aplicação de fungicida, indicando que o desempenho dos híbridos foi independente da ação dos fungicidas.

Esses resultados mostram a eficiência de duas aplicações, na fase vegetativa e reprodutiva, corroborando com Henriques et al. (2014), os quais concluíram que a menor severidade das doenças ocorreu devido à aplicação em V8 e R2, utilizando a associação de triazol + estrobilurina, visto que, desencadearam uma importante ação preventiva na cultura.

CONCLUSÕES

A aplicação de fungicida em V8 + R1 foi eficiente no controle da ferrugem comum no híbrido AS 1572PRO.

O híbrido DKB 240PRO não respondeu significativamente às aplicações e seu desempenho foi independente do controle químico.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do grupo de pesquisa Núcleo de Plantio Direto e à Capes e Fundação Araucária pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.

BONALDO, S.M.; PAULA, D.L.; CARRÉ- MISSIO, V. Avaliação da aplicação de fungicida em milho “safrinha” no município de Boa Esperança Paraná. **Campo Digital**, v.5, n.1, p.1-7, 2010.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L.A. R.; BALESTRE, M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.5, p. 629-635, set/out, 2013.

BRITO, A.H.; PEREIRA, J.L.A.R.; VON PINHO, R.G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 49-59, 2012.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, jul./ago. 2009.

ECCO, M.; ROSSET, J. S.; RAMPIM, L.; COSTA, A. C. T.; LANA, M. C.; STANGARLIN, J. R.; SARTO, M. V. M. Características agronômicas de híbridos de milho segunda safra submetidos à aplicação de fungicida. **Revista Agrarian**, v.7, n.26, p.504-510, 2014.

FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D. A.; GRALAK, E.; SILVA, C. A.; FARIA, C. M. D. R. Análise dialéctica da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 123-134, jan./fev. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

HENRIQUES, M. J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; OLIVEIRA, N. C.; CAMACHO, L. R. S.; GONZATTO JUNIOR, O. A. Controle de helmintosporiose em milho pipoca com a aplicação de fungicidas em diferentes épocas. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 45-57, dez, 2014.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, 23:34-41. (2007).

RIBEIRO, L. M.; PRATA, J. J. T. M.; MAKINO, P. A.; GOULART, A. C. P.; CECCON, G. Desempenho de híbridos de milho safrinha com e sem pulverização de fungicida na parte aérea. **RESUMO - XII Seminário Nacional de Milho Safrinha**, Dourados, 2014.

SHANER, G.; FINNEY, R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox Wheat. **Journal of Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Influência da aplicação de fungicida na severidade da ferrugem comum em híbridos de milho

João Vitor Finoketi⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Elizandro Ricardo Kluge⁽³⁾; Alan Junior Stadler⁽⁴⁾; Kathia Szeuczuk⁽⁵⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante - graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; e-mail: finoketi@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽³⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁴⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁵⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR.

RESUMO: O milho é uma cultura cultivada em ampla abrangência geográfica, desenvolvendo-se nas mais diversas condições edafoclimáticas, sendo comum a ocorrência de elevado número de doenças foliares. Objetivou-se avaliar a severidade da doença foliar ferrugem comum em híbridos de milho cultivados em sistema de semeadura direta com aplicações de fungicida (Trifloxostrobin + proticonazol) em V8 e pendoamento. Foram instalados experimentos em dois ambientes: no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO e na Fazenda Três Capões. Ambos os ambientes no município de Guarapuava, PR. O experimento foi constituído por dois tratamentos: duas aplicações de fungicida (Trifloxostrobin + Protioconazol), a primeira no estádio V8 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e segunda aplicação em fase VT na dose de 0,5 L ha⁻¹, mais um tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida). Foram utilizados oito híbridos de milho (AG 9045PRO, AG 8041PRO, DKB 245PRO2, 2B707PW, P32R48H, DKB 390PRO, P 30F53H e P 30R50H). Para a severidade da doença realizou-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF). Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. A aplicação de fungicida Trifloxostrobin + Protioconazol foi eficiente no controle da ferrugem comum em ambos os ambientes, especialmente no ambiente 2, independente dos grupos avaliados.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Puccinia sorghi*, controle químico.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho está exposta aos mais variados estresses bióticos e abióticos, dificultando a exploração do máximo potencial genético para a produtividade de grãos em qualquer sistema de produção adotado. O milho é uma cultura cujo cultivo tem ampla abrangência geográfica, desenvolvendo-se nas mais diversas condições edafoclimáticas, sendo assim, é comum a ocorrência de elevado número de doenças foliares (Brito et al., 2013).

A produtividade da cultura do milho é ameaçada por inúmeras doenças, principalmente a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) em final de ciclo, que exerce impacto sobre o rendimento de grãos, dependendo, das condições ambientais durante o ciclo da cultura, do genótipo cultivado e do manejo dessa doença (Barros, 2011; Ecco et al., 2014).

Segundo Ecco et al. (2014), um dos mecanismos para o manejo das principais doenças foliares é o controle químico com aplicação foliar de fungicidas, o qual tem se mostrado economicamente viável. Com relação ao controle químico da doença, diversos trabalhos têm relatado a eficácia de fungicidas dos grupos triazóis associados à estrobilurinas sobre a produtividade de milho, com a crescente redução na severidade da doença das principais doenças (Brito et al., 2007; Costa, 2007; Brito et al., 2014).

Objetivou-se avaliar a severidade da doença foliar ferrugem comum em híbridos de milho cultivados em sistema de semeadura direta com aplicações de fungicida (Trifloxostrobina + proticonazol) em V8 e pendoamento em diferentes ambientes de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos, na safra agrícola 2013/14. O primeiro experimento (ambiente 1) instalado no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, *Campus CEDETEG*, com latitude de 25°23'36" S, longitude de 51°27'19" W e altitude de 1.120 m, utilizando espaçamento convencional (0,70m).

O segundo experimento (ambiente 2), foi instalado na Fazenda Três Capões em espaçamento reduzido (0,45m), com altitude de 980 m, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W, ambos implantados em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006) na cidade de Guarapuava, PR.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi constituído por dois tratamentos, sendo duas aplicações de fungicida (Trifloxistrobina + Protioconazol), a primeira no estágio fenológico V8 (oito folhas expandidas) primeira na dose de 0,4 L ha⁻¹ e segunda aplicação em fase VT (pendoamento) na dose de 0,5 L ha⁻¹, seguindo a escala fenológica proposta por Ritchie (1993) mais um tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida). Foram utilizados oito híbridos de milho, divididos em dois grupos, de acordo com a sua reação aos fungos causadores do complexo de grão ardido, tolerantes (AG 9045PRO, AG 8041PRO, DKB 245PRO2 e 2B707PW) e suscetíveis (P 32R48H, DKB 390PRO, P 30F53H e P 30R50H), totalizando 72 parcelas em cada local (ambiente), na safra agrícola 2013/2014.

Para avaliar o comportamento dos híbridos em relação à severidade da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), realizaram se cinco avaliações com intervalos de sete dias, a primeira realizada aos 90 dias após a semeadura (DAS), utilizando a escala diagramática elaborada pela Agrocerec (1996). A partir da intensidade das doenças obtidas nas avaliações, foi determinado o progresso da severidade da doença através do cálculo da área

abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF), proposto por Shaner e Finney (1977).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 3 x 8, totalizando 24 tratamentos.

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de AACPF, para a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), frente aos tratamentos avaliados com fungicida obtidos em dois ambientes de cultivo, na safra agrícola 2013/14, encontram-se representadas na **tabela 1**.

Tabela 1- Médias da área abaixo da curva de progresso da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) (AACPF) obtidos para os diferentes híbridos e tratamentos com fungicida (T-testemunha, V8-oito folhas expandidas e VT-pendoamento), em dois ambientes no município de Guarapuava-PR, na safra agrícola 2013/14. UNICENTRO. 2016.

HÍBRIDOS	Ambiente 1*			
	T	V8	V8 + VT	Média
AG 9045	121,7 bA	141,9 bA	111,6 bA	124,9 bA
DKB 245	182,9 bA	121,0 bA	104,2 bA	136,0 bA
AG 8041	130,5 bA	120,4 bA	81,9 bA	110,9 bA
2B 707 PW	102,5 bA	57,0 bA	48,3 bA	69,3 bA
Grupo 1*	134,3 bA	110,1 bA	86,4 bA	
P32R48H	326,7 aB	469,6 aA	418,2 aA	404,8 aA
DKB 390	180,9 bA	85,7 bA	86,2 bA	117,6 bB
P30F53H	167,6 bA	130,9 bA	86,6 bA	128,4 bA
P30R50H	138,1 bA	96,0 bA	45,3 bA	93,1 bA
Grupo 2*	203,3 aA	195,5 aA	159,0aA	
HÍBRIDOS	Ambiente 2*			
	T	V8	V8 + VT	Média
AG 9045	76,4 cA	45,9 bA	45,9 bA	56,1 bB
DKB 245	167,7 cA	70,4 bB	42,5 bB	93,5 bA
AG 8041	224,4 cA	129,9 bB	62,4 bB	138,9 bA
2B 707 PW	118,4 cA	44,6 bA	65,8 bA	76,2 bA

Grupo 1*	146,7 bA	72,7 bB	54,2 aB	
P32R48H	187,8 cA	276,3 aA	225,3 aA	229,8 aB
DKB 390	511,5 aA	124,8 bB	61,4 bB	232,6 aA
P30F53H	366,2 bA	143,7 bB	65,2 bB	191,7 aA
P30R50H	199,8 cA	64,2 bB	24,1 bB	96,0 bA
Grupo 2*	316,3 aA	152,3 aB	94,0aC	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de fungicida e letras maiúsculas na linha para os tratamentos com fungicida e média de cada ambiente não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

*Ambiente 1- Unicentro - (espaçamento convencional – 0,70 m) e Ambiente 2- Fazenda Três Capões - (espaçamento reduzido - 0,45 m), ambos no município de Guarapuava, PR.

** Grupo 1: Híbridos considerados tolerantes a grãos ardidos; e Grupo 2: Híbridos considerados suscetíveis a grãos ardidos.

Para o ambiente 1, considerando o grupo 1, verificou-se que não houve diferença estatística entre tratamentos testemunha, V8 e V8+VT e também para os híbridos. Para a AACPF, houve maior incidência de ferrugem comum para o híbrido P32R48H, pertencente ao grupo 2, diferindo estatisticamente dos demais híbridos avaliados e dos tratamentos, cujos valores da AACPF foram de 326,7, 469,6 e 418,2 respectivamente (**Tabela 1**).

Considerando o grupo 2, no ambiente 1, o mesmo apresentou maior incidência de ferrugem, cujos valores da AACPF foram de 203,3, 195,5 e 159,0, respectivamente (**Tabela1**).

Para o ambiente 2, verificou-se que houve diferença estatística entre tratamentos, analisando se os híbridos, no tratamento testemunha, para a AACPF, houve maior incidência de ferrugem para o híbrido DKB 390PRO, pertencente ao grupo 2, diferindo estatisticamente dos demais híbridos avaliados, cujo valor da AACPF foi de 511,5.

Neste sentido, Duarte et al. (2009) verificaram a interação significativa entre híbridos e aplicações de fungicida. Jardine e Laca-Buendia (2009) afirmam que em muitos casos os danos causados pelas doenças foliares no milho são considerados indiretos, por meio da redução da área foliar, deixando a planta debilitada e, com isso, vulnerável à entrada de patógenos.

Nos tratamentos V8 e V8+VT, para a AACPF, houve maior incidência de ferrugem para o híbrido

P32R48H, pertencente ao grupo 2, diferindo estatisticamente dos demais híbridos avaliados, cujo valor da AACPF foi de 276,3e 225,3 respectivamente. Neste contexto, Brito et al. (2013) avaliando a aplicação de fungicida, em relação à severidade das doenças ocorridas, em vários locais, observou menos de dez por cento de área foliar lesionada, evidenciando a eficiência do fungicida (estrobilurina + triazol) no controle químico das doenças e na expressão do potencial genético para a produção de grãos.

No ambiente 2, avaliando os tratamentos utilizados perante os grupos de híbridos, no grupo 1 houve diferença significativa entre os tratamentos, para a AACPF, o tratamento testemunha apresentou o maior valor que foi de 146,7. Para o tratamento V8 e V8+VT, o valor da AACPF foi de 72,7 e 54,2, respectivamente, corroborando com Zanatta (2013) que ao utilizar o mesmo fungicida (Trifloxistrobina + Protiocanazol), de forma preventiva (V8 – oito folhas), relatam que houve redução na AACPF, dependente do híbrido de milho avaliado e da safra agrícola avaliada.

Para os grupos de híbridos avaliados com os diferentes tratamentos com fungicida, no grupo 2 houve diferença significativa entre os tratamentos, para a AACPF, o tratamento testemunha apresentou o maior valor que foi de 316,3. Para o tratamento V8 e V8+VT o valor da AACPF foi de 152,3 e 94,0, respectivamente (**Tabela 1**).

Estes resultados comprovam a eficiência da mistura de princípios ativos, como Trifloxistrobina (estrobilurina) + protioconazol (triazol) para o manejo da ferrugem comum nos híbridos de milho utilizados. Duarte et al. (2009), relatam que os melhores fungicidas para o controle da ferrugem comum foram as misturas de triazóis + estrobilurinas e triazol isolado.

Na **tabela 1** quando ao comparar os grupos de híbridos em cada tratamento nota-se que nos tratamentos testemunha e V8, o grupo 2 apresentou maior incidência de ferrugem. Já no tratamento V8+VT, não houve diferença estatística para a AACPF, comparando se os grupos de híbridos.

CONCLUSÕES

Os híbridos AG 9045PRO e P32R48H, no ambiente 1, apresentaram os maiores valores de

severidade da ferrugem comum. No ambiente 2 ocorreu maior incidência de ferrugem comum no híbrido DKB 390PRO, apresentando o maior valor de AACPF.

A aplicação de fungicida Trifloxistrobina + Protopiconazol foi eficiente no controle da ferrugem comum em ambas os ambientes, especialmente no ambiente 2, independente dos grupos avaliados.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do grupo de pesquisa Núcleo de Plantio Direto e ao CNPq pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.
- BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.4, p.519-528, 2011.
- BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L.A. R.; BALESTRE, M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.5, p. 629-635, set/out, 2013.
- BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; POZZA, E. A.; PEREIRA, J. L. A. R.; FARIA FILHO, E. M. Efeito da Cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras v. 32, n. 6, p. 472-479, 2007.
- COSTA, F. M. **Análise da curva de progresso temporal de doenças foliares na cultura do milho (*Zea mays* L.), sob a aplicação da mistura de fungicidas triazóis e estrobirulinas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal. 56p. 2007.
- DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, jul./ago. 2009.
- ECCO, M.; ROSSET, J. S.; RAMPIM, L.; COSTA, A. C. T.; LANA, M. C.; STANGARLIN, J. R.; SARTO, M. V. M. Características agrônomicas de híbridos de milho segunda safra submetidos à aplicação de fungicida. **Revista Agrarian**, v.7, n.26, p.504-510, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 306p. 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- JARDINE, D. F.; LACA-BUENDÍA, J. P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Fazu em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.
- MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E. V. R.; FARIA, M. V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos, 2012. **Ambiência**, Guarapuava (PR) v.8 n.2 p. 277-279, Maio/Ago. 2012.
- RITCHIE, S. W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).
- SHANER, G.; FINNEY, R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox Wheat. **Journal of Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.
- SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 21-26, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Influência da posição da mancha de macrospora na folha da espiga do milho sobre o rendimento e qualidade de grãos.

Maiquiel Diego Fingstag⁽¹⁾; Flávio Chupel Martins⁽²⁾; Diego Bevilaqua⁽²⁾; Ricardo Trezzi Casa⁽³⁾; Juliana Borba Valente⁽⁴⁾; Otávio Fiorentin⁽¹⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC; Lages, Santa Catarina; maiquiel_diego@hotmail.com; ⁽²⁾Acadêmico do curso de Agronomia; UDESC; ⁽³⁾Professor da UDESC, bolsista de produtividade do CNPq; ⁽⁴⁾Consultora interna; BSBIOS Agroindústria.

RESUMO: A mancha de macrospora, causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora*, é frequente em áreas de plantio direto e monocultura de milho. O objetivo deste trabalho foi quantificar a influência da posição da mancha de macrospora (MM) na folha da espiga sobre podridão de diplodia (PD), grãos avariados (GA) e rendimento de grãos (RG). Foram marcadas aleatoriamente plantas com a presença da mancha no mediano inferior e superior da folha e plantas sem a mancha. Utilizou-se o híbrido simples P32R48YH, semeado em área de 1.500 m² em sistema de monocultura e plantio direto, nas safras agrícolas de 2014/15 e 2015/16. Foram identificadas e marcadas 40 plantas de cada tratamento, considerando parcela pareada, no estágio R3 (grão leitoso). Após a maturação fisiológica as espigas foram colhidas manualmente. Nas duas safras a presença da mancha de macrospora na folha da espiga proporcionou incremento significativo na incidência de PD e GA e redução significativa no RG, com maior efeito quando a mancha localiza-se no mediano inferior da folha.

Termos de indexação: Diplodia. *Stenocarpella macrospora*. Dano.

INTRODUÇÃO

As manchas foliares e as podridões de colmo e da espiga, causadas por agentes necrotróficos, são doenças frequentes em milho no sul do Brasil nas áreas de monocultura e plantio direto devido manutenção do inóculo nos restos culturais infectados (Casa et al., 2003; Wordell et al., 2010).

A mancha de macrospora, causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora* (Earle), é uma das doenças prevalentes em áreas de monocultura. O milho é considerado o único hospedeiro de *S. macrospora*. As principais fontes de inóculo primário são as sementes (Mcgee, 1988; Rheeder et al.,

1990) e os restos culturais (palha infectada) (Casa et al., 2003). Nos restos culturais o fungo produz picnídios de onde liberam conídios que se constituem em inóculo para folha, colmo e espiga (Shurtleff, 1992; Casa et al., 2006). Na África do Sul, Flett et al. (1998) relataram relação linear positiva entre a incidência da podridão branca da espiga (diplodia) e a quantidade de resíduo infectado por *S. macrospora*.

A infecção da espiga causada por *S. macrospora* pode ser proveniente de inóculo produzido sobre as lesões foliares (mancha foliar) (Bampi et al., 2011; Fingstag et al., 2013). Os conídios do fungo removidos dos picnídios e transportados pela água (chuva ou irrigação) até a base da espiga podem germinar e iniciar o processo de penetração e colonização dos grãos e do sabugo (podridão branca da base da espiga) (Reis et al., 2004; Bampi et al., 2011).

O presente trabalho teve como objetivo quantificar a influência da presença e da posição da MM na folha da espiga sobre a PD e efeito quantitativo e qualitativo de grãos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Lages-SC, na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, que se situa no Planalto Catarinense, altitude de 960 metros e solo tipo Cambissolo Húmico aluminico Leptico, franco argilo-siltoso, derivado de rochas sedimentares, siltito da formação Rio-do-Rastro (EMBRAPA, 2006).

Foi utilizado o híbrido de milho P32R48YH semeado em sistema de semeadura direta em monocultura, com população final de 75.000 plantas ha⁻¹, espaçamento de 50 cm entre linhas.

Foram conduzidas avaliações em duas safras agrícolas, sendo o híbrido semeado em 01/12/2014 (safra 2014/15) e em 18/12/15 (safra 2015/16). A adubação de base no momento da semeadura foi realizada com 400 kg ha⁻¹ do adubo N-P₂O₅-K₂O (5-20-10), e adubação de cobertura com 300 kg ha⁻¹ ureia aplicados nos estádios fenológicos de V3 e V6. O controle químico de plantas daninhas foi feito com três aplicações de herbicidas sendo a primeira 15 dias antes da semeadura com glifosato (2 L ha⁻¹) e mais duas pós emergente no estágio fenológico de V2 e V5 utilizando herbicida mesotriona (0,4 L ha⁻¹) + óleo mineral (0,3 L ha⁻¹). Para o controle de insetos pragas foram realizadas três aplicações de inseticida: a primeira com lambda-cialotrina (0,1 L ha⁻¹) e as demais com lambda-cialotrina + clorantraniliprole (0,15 L ha⁻¹) associado com lufenurom (0,3 L ha⁻¹).

Quando as plantas estavam em estágio fenológico R3 (grão leitoso), foram identificadas e marcadas 40 plantas de cada tratamento, sendo: T1- folha da espiga com MM no mediano inferior da folha; T2- folha da espiga com MM no mediano superior da folha; e T3- folha da espiga sem MM. Procurou-se identificar os tratamentos considerando método de planta individual com plantas pareadas para análise do dano.

Após a maturação fisiológica do milho foi realizada a colheita manual das 40 espigas de cada tratamento para quantificação da incidência PD ou podridão branca da espiga. Em seguida, todas as espigas foram trilhadas, com os grãos secos e limpos para posterior quantificação de grãos avariados (GA), segundo a classificação proposta na Instrução Normativa MAPA nº 60 (2011), e rendimento de grãos estimado pela população final de plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença da MM na folha da espiga (mediano inferior e superior) reduziu o RG em ambas as safras, diferindo ($p < 0,05$) da testemunha sem mancha na folha (Tabela 1). Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Bampi et al. (2011) e Fingstag et al. (2013) que também detectaram redução no RG com a presença da MM na folha da espiga do milho.

Quando detectada MM na folha da espiga do milho, reduções no RG de até 3.928 kg ha⁻¹ (28,7%) foram encontradas em comparações ao RG em plantas sem lesão na folha. Em trabalhos semelhantes, reduções de 13,28% e 31% no RG foram detectadas comparando-se o rendimento de plantas sadias e de plantas com MM na folha da

espiga (Bampi et al., 2011; Fingstag et al., 2013).

A incidência de PD foi maior quando MM foi detectada no mediano inferior da folha, apenas na primeira safra e não diferiu do mediano superior (Tabela 1). Os picnídios nos restos culturais infectados por *S. macrospora* que persistem na entressafra, são considerados a principal fonte de inóculo primário para podridão de colmo, espiga e mancha foliar (Casa et al., 2006).

A disseminação dos esporos a partir de picnídios produzidos sobre as lesões foliares de *S. macrospora* são disseminados por respingos de chuva (Reis & Mario, 2003). A maior incidência de PD em espigas que apresentavam lesão na folha ocorrido devido a presença dos picnídios liberados do cirro de conídios sobre as lesões.

O tratamento testemunha, que não tinha MM na folha da espiga, apresentou incidências de 5 e 27,5% de PD na safras 14/15 e 15/16, respectivamente. Mesmo sem MM na folha da espiga houve PD. Os conídios presentes nos restos culturais infectados podem ter atingido as espigas através dos respingos de chuva, como comprovado por Casa et al., (2004) que verificou dispersão vertical e horizontal de inóculo. Nemeč (1992) e Scott (1993) também verificaram conídios de *S. macrospora* capturado em alturas acima de 50 cm.

Na primeira safra, o percentual de GA foi maior no tratamento com mancha no mediano inferior, diferindo ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. O mesmo tratamento, na segunda safra, apresentou maior percentual de GA, porém, diferiu apenas do sem mancha (Tabela 1). Em pesquisa semelhante, Bampi e colaboradores (2011), encontraram acréscimo de 11,1% na incidência de GA em relação à testemunha sem mancha.

Tabela 1- Efeito da presença e posição da mancha de macrospora na folha da espiga sobre a incidência de podridão de diplodia, grãos avariados e rendimento de grãos de milho híbrido P32R48YH. Lages, SC, 2016.

Tratamento	Incidência podridão de diplodia (%)	Grãos avariados (%)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
⁽¹⁾ Mediano inferior	47,5a	38,03a	10.374,3 b
Mediano superior	35,0a	23,96 b	9.749,5 b
Sem mancha	5,0 b	19,97 b	13.677,8a
C.V. (%)	24,9	20,05	5,19
⁽²⁾ Mediano inferior	65,0a	50,74a	6.136,9 b
Mediano superior	45,0 b	43,56a	6.493,1 b
Sem mancha	27,5 b	28,50 b	7.487,5a
C.V. (%)	18,9	12,42	4,96

⁽¹⁾Safra 2014/15; ⁽²⁾Safra 2015/16.

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si em cada safra quando comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CONCLUSÕES

A presença de MM no mediano inferior da folha da espiga propicia maior incidência de PD e GA, reduzindo o RG.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BAMPI, D.; CASA, R.T.; WORDELL FILHO, J.A.; KUHNE JR, P.R.; PILETTI, G. Relação entre a mancha-de-macrospora na folha da espiga e o rendimento e a sanidade de grãos de milho. In: **VIII Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**. n.8, Chapecó, Epagri, 2011.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**. 29. p. 141-147. 2004.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do Gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**. 31. p.427-439. 2006.
- CASA, R.T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. **Fitopatologia Brasileira** v.28. p.355-361. 2003.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; JUNIOR, P.R.K; HOFFMANN, L.L. Doenças do milho: **guia de campo para identificação e controle**. 3.ed.rev. atul. - Lages: Graphel, 86p. 2016.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 306p. 2006.
- FINGSTAG, M.D.; NETTO, L.A.; CASA, R.T.; SACHS, C.; PILLETI, G.; MENEGATTI, G.; NERBASS, F.R.; BAMPI, D.; STOLTZ, J.; ZANCAN, R.; GHELLER, A.; Mancha de macrospora na folha da espiga e sua influência sobre podridão de diplodia, e componentes de rendimento. In **anais**: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia. p. 643-649. 2012.
- FLETT, B.C.; McLAREN, N.W.; WEHNER, F.C. Incidence of ear rot pathogens under alternating corn tillage practices. **Plant Disease**. V.82. p.781-784.1998.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa 60/2011. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1739574738> . Acesso em 29 de junho 2016.
- McGEE, D. C. Maize diseases: reference sours for seed technologists. St. Paul: **The American Phytopathological Society**. 1988.
- NEMEC, S. The deuteromycotina: Diplodia. Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi. Saint Paul MN. **American Phytopathological Society**. 1992.
- REIS, E.M; MÁRIO, J.L. Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar, e sua relação com a infecção em grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**:143-147. 2003.
- REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**.2. ed. Lages. Graphel.144 p. 2004.
- RHEEDER, J.P.; MARASAS, W.F.O.; WYK, P. S.; VAN TOIT, W. D.U.; PRETORIUS, A.J.; SCHALKWYK, D.J. Incidence of Fusarium and Diplodia species and other fungi in naturally infected grain of South African maize cultivars. **Phytophylactica** v.22. p. 97-102. 1990.
- SCOTT, D.B. Soil-borne diseases of wheat and maize in South Africa: etiological and epidemiological aspects. **Applied Plant Science**7:60-64. 1993.
- SHURTLEFF, M.C. Compendium of corn diseases. Saint Paul MN. **American Phytopathological Society**. 105 p.1992.
- WORDELL FILHO, J.A.F.; CASA, R.T. Doenças na cultura do milho. In: **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis. Epagri. p.207-273. 2010.

Levantamento de grãos avariados em grãos de milho no Planalto Serrano do estado de Santa Catarina

Amanda de Lima⁽¹⁾; Otavio Ajala Fiorentin⁽¹⁾; Flávia Januário Steckert⁽²⁾; Guilherme Peletti Bueno⁽²⁾; Victória Caroline Bernard⁽²⁾; Bruno Tabarelli Scheidt⁽¹⁾

⁽¹⁾Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC ; Lages, Santa Catarina; lima_amd@hotmail.com; ⁽²⁾Acadêmico do curso de Agronomia; UDESC.

RESUMO: Os danos causados por fungos em grãos de milho consistem na interferência da classificação comercial e redução da qualidade nutritiva. Com o objetivo de avaliar a incidência de grãos avariados em milho no Planalto Serrano de Santa Catarina foram analisadas quarenta e duas amostras provenientes de diferentes municípios da região, na safra 2015/16. Por meio deste foi determinada a incidência de grãos avariados em quarenta e duas amostras de milho. Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia (LF) na Faculdade de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, na safra agrícola de 2015/16. O levantamento da incidência de grãos avariados foi realizado através de amostras de milho coletadas pelo departamento técnico de cooperativas da região e por produtores, enviadas ao LF onde foram identificados o local e quarteadas em 250 g e submetidas a inspeção visual de grãos avariados conforme Instruções Normativas do MAPA. A comparação de medias para os diferentes municípios foi realizada pelo Teste de Tukey a 5%. Todas as amostras recebidas apresentaram grãos avariados. O fator que influenciou na diferença encontrada de incidência de grãos avariados foi a porcentagem média de grãos fermentados e não a de grãos ardidos.

Termos de indexação: *Zea mays*, qualidade de grãos, fungos, grão ardido.

INTRODUÇÃO

Os grãos de milho podem ter sua qualidade comprometida direta ou indiretamente pela infecção fúngica e pela produção de micotoxinas, que ocasionam danos à saúde tanto humana quanto animal (Farias et al., 2000).

Uma das causas da baixa produtividade e da baixa qualidade dos grãos está relacionada à

ocorrência de doenças da espiga no campo, como podridões de espiga. Essas podridões variam de genótipo, de ambiente e sistema de cultivo. A infecção dos grãos normalmente é favorecida por chuva na fase de polinização, mau empalhamento e por injúrias causadas por insetos nas espigas (Shurtleff, 1992; Reid & Hamilton, 1996; White, 1999; Reis et al., 2004).

As podridões de espiga são doenças frequentes e de difícil manejo. Os principais agentes causais das podridões de espiga na Região Sul do Brasil são os fungos *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Kerkeley) Saccardo], *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *Diplodia macrospora* Earle in Bull.], *Fusarium graminearum* Schwabe (teleomorfo *Gibberella zeae* Schw.) e *Fusarium verticillioides* [Sin. *Fusarium moniliforme* J. Sheld (teleomorfo *Gibberella moniliformis* Wineland; Sin. *G. fujikuroi* (Saw.) Wr Sawada)] (Wordell Filho & Casa, 2010; Casa et al., 2012).

A indústria tem exigido maior qualidade de grãos para evitar inconvenientes como micotoxicoses em animais que consomem derivados de grãos de milho infectados por fungos produtores de micotoxinas (compostos tóxicos produzidos por estes fungos).

Este trabalho teve por objetivo quantificar a incidência de grãos avariados de milho em diferentes municípios do Planalto Serrano de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento da incidência de grãos avariados de milho foi determinado em diferentes municípios do Planalto Serrano do estado de Santa Catarina na safra agrícola de 2015/16. Foram analisadas quarenta e duas amostras, sendo

dezessete de Campos Novos, oito de Campo Belo do Sul, seis de Capão Alto e onze de Lages.

Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

Amostras de grãos de milho coletadas pelo Departamento Técnico de cooperativas da região foram enviadas ao Laboratório de Fitopatologia onde foram identificadas (local), quarteadas em 250g e submetidas à inspeção visual de grãos. A incidência dos grãos avariados foi determinada conforme critério estabelecido na Instrução Normativa (I.N.) MAPA nº 60/2011 (MAPA, 2013), analisando os grãos avariados com base nas observações de ardidos, fermentados e mofados.

Os grãos ardidos definem-se como grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento total, causado por calor, umidade ou fermentação avançada. Para os fermentados, consiste em grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou endosperma causado por calor ou processo fermentativo. Para os mofados, são grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminação fúngica visível a olho nu ou coloração esverdeada/azulada no germe.

Os grãos ardidos, fermentados e mofados foram pesados, e por regra de três foi calculado o valor porcentual por amostra analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de quarenta e duas amostras recebidas, todas apresentaram grãos avariados. Porém, 18% das amostras não apresentaram grãos ardidos, apesar de apresentarem outras categorias de grãos avariados.

O município de Campos Novos apresentou maior incidência de grãos avariados dentre as amostras recebidas, sendo que não houve diferença estatística entre as médias das outras cidades (**Tabela 1**).

A presença de grãos avariados representa uma perda para o produtor, visto que as empresas que recebem milho descontam seu peso do total a ser pago (Bento, 2011).

Utilizando a Instrução Normativa (I.N.) MAPA nº 60/2011 (MAPA, 2013), é adotado como valor máximo de 2% para grãos ardidos no recebimento do milho tipo 2. Nenhuma das amostras analisadas de milho está dentro do padrão de recebimento.

Tabela 1 – Incidência (%) de grãos avariados de milho produzido em diferentes municípios do Planalto Serrano Catarinense, na safra 2015/2016.

LOCAL	INCIDÊNCIA (%)
-------	----------------

Campos Novos	9,56 a
Capão Alto	5,62 b
Campo Belo do Sul	5,52 b
Lages	3,81 b
CV (%)	0,51

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao desmembrarmos os dados em incidência de grãos ardidos e fermentados (**Figura 1**), verifica-se que não houve diferença na incidência de grãos ardidos entre os locais. Campos Novos e Capão Alto foram diferentes estatisticamente para incidência de grãos fermentados, sendo que Campos Novos apresentou maior incidência.

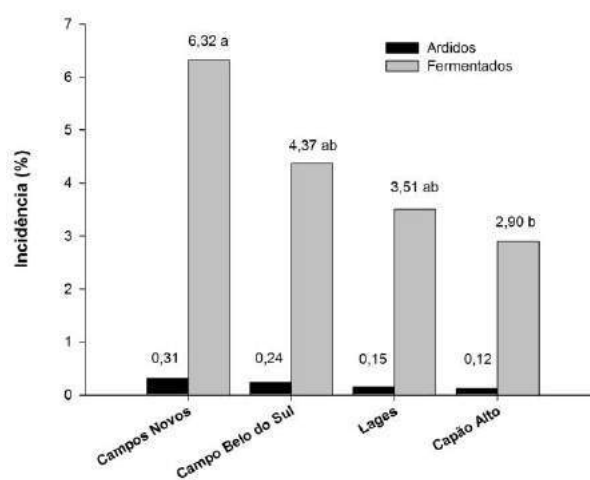


Figura 1. Incidência (%) de grãos ardidos e fermentados em diferentes municípios do Planalto Serrano Catarinense, na safra 2015/16. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A diferença entre a incidência de grãos avariados foi influenciada pela incidência média de grãos fermentados, e não pela incidência média de grãos ardidos.

CONCLUSÕES

Campos Novos foi o local com maior incidência de grãos avariados no Planalto Serrano Catarinense na safra 2015/16.

Todas as amostras analisadas apresentaram grãos avariados. O fator que influenciou a diferença encontrada na incidência de grãos avariados foi a porcentagem média de grãos fermentados.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio a Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior - FUMDES pela concessão da bolsa, ao professor orientador Ricardo Trezzi Casa, às cooperativas Copercampos e Cooperplan pela disponibilidade de enviar as amostras, aos colegas do Laboratório de Fitopatologia pela colaboração na condução e avaliação do experimento.

REFERÊNCIAS

BENTO, L.F. Qualidade física e sanitária de grãos de milho armazenados em Mato Grosso. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2011.

Bento LF, Caneppele MAB, Albuquerque MCF, Kobayashi L, Caneppele C, Andrade PJ. Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2012; 71(1):44-9.

CASA, R.T., REIS, E.M., KUHNE JUNIOR, P.R. & HOFFMANN, L.L. Doenças do milho: guia de campo para identificação e controle. Lages: Graphel, 2012. 82p.

CRUZ, J.C; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do milho**. 1. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.

Farias AX, Robb CF, Bittencourt AM, Andersen PM, Corrêa TB. **Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no estado do Paraná**. Pesq Agropec Bras. 2000;35(3):617- 21.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa 60/2011. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/actcion/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1739574738> . Acesso em 10 de junho 2016.

REID, L.M. & HAMILTON, R.I. Effect of inoculation position, timing, macroconidial concentration and irrigation on resistance of maize to *Fusarium graminearum* infection through kernels. **Canadian Journal of Plant Pathology** 18: 279-285 1996.

REIS, E.M., CASA, R.T. & BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças**

do milho. 2.ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2004. 144p.

SHURTLEFF, M.C. **Compendium of corn diseases**. American Phytopathological Society. 1992. 105p.

WORDELL FILHO, J.A. & ELIAS, H.T. (Org.) **A Cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2010. 480p.

Patogenicidade de isolados de *Fusarium* em colmos milho, sorgo e milheto

Elaine Aparecida Guimarães⁽¹⁾; Dagma Dionísia da Silva⁽²⁾; Ludwig Heinrich Pfenning⁽³⁾; Luciano Viana Cota⁽⁴⁾; Fabrício Eustáquio Lanza⁽⁵⁾; Frederick Mendes Aguiar⁽⁵⁾; Glaucio Reginaldo Gomes⁽⁶⁾, Cícero Beserra de Menezes⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Microbiologia Agrícola; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; elaineag@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁵⁾ Pós-doutorando; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Estudante; Faculdades Santo Agostinho.

RESUMO: Várias espécies de *Fusarium* são encontradas como endófitos ou causando podridão de colmo em gramíneas, incluindo milho, sorgo e milheto. O objetivo desse trabalho foi avaliar a patogenicidade cruzada de espécies do complexo *Fusarium fujikuroi* isoladas de milho, sorgo e milheto no Brasil. Isolados de *F. verticillioides*, *F. thapsinum*, *F. andiyazi* e *F. proliferatum* foram inoculados em colmos de milho, sorgo e milheto pelo método do palito. Todas as espécies induziram sintomas de podridão de colmo nas três culturas independentemente do hospedeiro de origem do isolado. Após reisolamentos, espécies de *Fusarium* foram recuperadas em todos os colmos inoculados. Conclui-se que, das espécies avaliadas não existe especificidade de hospedeiro e que o milho, sorgo e milheto produzidos no Brasil são suscetíveis a podridão de colmo causada por essas espécies.

Palavras-chave: *Fusarium*, gramíneas, podridão do colmo.

INTRODUÇÃO

Espécies do complexo *Fusarium fujikuroi* (*Fusarium fujikuroi* species complex - FFSC) são potencialmente patogênicas a diversas gramíneas incluindo milho, sorgo e milheto. Essas espécies causam podridões de colmo, reduzindo a produção e qualidade dos grãos (Leslie et al., 2005). As espécies *F. verticillioides* e *F. proliferatum* são comumente encontradas em milho, *F. thapsinum* e *F. andiyazi* em sorgo em diferentes regiões do mundo (Leslie et al., 2005; Leslie e Summerell, 2006). Trabalhos sobre a ocorrência de espécies do FFSC em milho no Brasil tem revelado a presença predominante de *F. verticillioides* enquanto *F. proliferatum* ocorre ocasionalmente (Lanza et al., 2014). Pesquisas envolvendo sorgo e milheto no país ainda são escassas. Um levantamento realizado anteriormente revelou a presença de *F.*

andiyazi, *F. thapsinum*, *F. proliferatum* e *F. verticillioides* em sorgo enquanto *F. verticillioides* e *F. andiyazi* foram identificados em milheto (Dados não publicados). Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a existência de patogenicidade cruzada dessas espécies como agentes de podridão de colmo em cultivares de milho, sorgo e milheto.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados vinte isolados das espécies *F. thapsinum*, *F. proliferatum*, *F. verticillioides* e *F. andiyazi*, obtidos de diferentes regiões produtoras de sorgo, milho e milheto no Brasil (Tabela 1), disponíveis na Coleção micológica de Lavras (CML), para serem inoculados em colmos das cultivares de milho (BRS 1040), sorgo (BR 304) e milheto (BRS 1501). A inoculação foi feita seguindo o método do palito imerso proposto por Costa et al. (2010).

As plantas foram inoculadas aproximadamente 45 dias após o plantio, no terceiro entrenó previamente desinfestado com álcool 70%, usando palito imerso na suspensão de esporos (10^6 conídios/mL) obtida a partir dos isolados cultivados em meio BDA durante 1 semana a 25 °C, fotoperíodo de 12 horas. Plantas de cada cultivar, perfuradas apenas com palito estéril, foram utilizadas como controle. A avaliação foi realizada aos trinta dias após a inoculação.

Para a avaliação, os colmos foram cortados longitudinalmente e os entrenós inoculados foram avaliados quanto a presença de sintomas típicos de podridão de colmo por meio de escala de notas variando de 1 a 8 (Nicolini et al., 2015). De todos os colmos foi realizado o reisolamento dos fungos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de milho, sorgo e milheto inoculadas com os isolados de *F. andiyazi*, *F. thapsinum*, *F. verticillioides* e *F. proliferatum* desenvolveram lesões necróticas típicas de podridão de colmos (**Tabela 1, Figura 1**). As plantas utilizadas como controle não exibiram sintomas da doença (**Tabela 1, Figura 1**).

Não foi possível estabelecer uma relação de especificidade entre hospedeiro de origem dos isolados. Isolados de *F. andiyazi* obtidos de milho induziram sintomas em sorgo e milheto, da mesma forma que isolados de *F. verticillioides* de milheto induziram sintomas em milho e sorgo e que isolados de *F. thapsinum* obtidos de sorgo, induziram sintomas em milho e milheto (**Tabela 1**).

Após reisolamentos, isolados de *Fusarium* foram recuperados em todos os colmos inoculados, confirmando-se a patogenicidade.

As espécies, *F. thapsinum* e *F. andiyazi*, têm sido confirmadas como mais agressivas ao sorgo em alguns trabalhos (Leslie et al., 2005; Tesso et al., 2010). Outros trabalhos mostraram que *F. thapsinum* é o agente causal da doença conhecida como mofo dos grãos que reduz a produtividade dos grãos (Prom, 2004). Já *F. andiyazi* apesar de ser considerado como patógeno do sorgo, foi relatado causando podridão em espigas de milho na China (Zhang et al., 2014).

Jardine e Leslie (1999), ao analisar a patogenicidade de isolados de *F. verticillioides* e *F. thapsinum* em colmos de híbridos de milho, verificaram que os isolados de *F. verticillioides* foram mais agressivos que os isolados de *F. thapsinum*. Em contrapartida, os autores não observaram diferenças na agressividade de isolados de *F. verticillioides* testados em dois híbridos de milho. No Brasil *F. verticillioides* é de ocorrência comum e frequente em sementes e grãos de milho produzido em todas as regiões do país. *F. proliferatum* também é relatado associado ao milho, porém com menor frequência (Lanza et al., 2014).

Estes resultados mostram que cultivos de milho, sorgo e milheto próximos um ao outro ou plantio alternado entre eles, pode aumentar o risco de ocorrência da podridão de colmo causada pelas espécies de *Fusarium* avaliadas nesse estudo, uma vez que a palhada dessas culturas pode servir como fonte de inóculo para as próximas culturas. É importante ressaltar que espécies de *Fusarium*, além de causar podridão de colmo, também infectam espigas e panículas onde podem produzir micotoxinas que são nocivas a saúde humana e animal (Leslie et al., 2005). Dessa forma a manutenção de inóculo no solo também poderá contribuir para o agravamento desse problema.

CONCLUSÃO

Conclui-se que das espécies avaliadas (*F. andiyazi*, *F. thapsinum*, *F. proliferatum* e *F. verticillioides*) não existe especificidade de hospedeiro.

AGRADECIMENTOS

DOW AGROSCIENCES, FAPEMIG, CNPQ, CAPES

REFERÊNCIAS

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; PARREIRA, D. F.; SILVA, D. D. da; GUIMARAES, P. E. de O.; GUIMARAES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P. Desenvolvimento de metodologia para inoculação de *Colletotrichum graminicola* em colmo de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 139).

JARDINE, D. J.; LESLIE, J. F. Aggressiveness to mature maize plants of *Fusarium* strains differing in ability to produce fumonisin. **Plant Disease**, v. 83, n. 7, p. 690-693, 1999.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V.; QUEIROZ, V. A. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; SOUZA, A. G. C.; FIGUEIREDO, J. E. F. Prevalence of fumonisin-producing *Fusarium* species in Brazilian corn grains. **Crop Protection**, v. 65, p. 232-237, 2014.

LESLIE, J. F.; ZELLER, K. A.; LAMPRECHT, S. C.; RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O. Toxicity, pathogenicity, and genetic differentiation of five species of *Fusarium* from sorghum and millet. **Phytopathology**, v. 95, p. 275-283, 2005.

PROM, L. K. The effects of *Fusarium thapsinum*, *Curvularia lunata*, and their combination on sorghum germination and seed mycoflora. **J. New Seed**, v. 6, p. 39-49, 2004.

TESSO, T. T.; OCHANDA, N.; LITTLE, C. R.; CLAFLIN, L.; TUINSTRA, M. R. Analysis of host plant resistance to multiple *Fusarium* species associated with stalk rot disease in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Field Crops Research**, v. 118, p. 177-182, 2010.

ZHANG, H.; LUO, W.; PAN, Y.; XU, J.; XU, J. S.; CHEN, W. Q.; FENG, J. First Report of *Fusarium* Ear Rot of Maize Caused by *Fusarium andiyazi* in China. **Plant disease**, v. 98, n. 10, p. 1,428.2 - 1,428.2, 2014.

Tabela 1 - Patogenicidade de espécies de *Fusarium* em colmos de milho, sorgo e milheto.

Espécie	Isolado	Hospedeiro	Cultivar		
			BRS1040	BR304	BRS1501
<i>F. andiyazi</i>	CML2744	Sorgo	+	+	+
	CML2783	Sorgo	+	+	+
	CML2809	Sorgo	+	+	+
	CML2821	Sorgo	+	+	+
	CML2812	Milho	+	+	+
	CML2813	Milho	+	+	+
	Controle			-	-
<i>F. proliferatum</i>	CML2769	Sorgo	+	+	+
	CML2774	Sorgo	+	+	+
	CML2776	Sorgo	+	+	+
	CML2779	Sorgo	+	+	+
	Controle			-	-
<i>F. thapsinum</i>	CML2739	Sorgo	+	+	+
	CML2765	Sorgo	+	+	+
	CML2781	Sorgo	+	+	+
	CML2806	Sorgo	+	+	+
	Controle			-	-
<i>F. verticillioides</i>	CML2752	Milheto	+	+	+
	CML2773	Sorgo	+	+	+
	CML2778	Sorgo	+	+	+
	CML2785	Sorgo	+	+	+
	CML2789	Milheto	+	+	+
	CML2819	Sorgo	+	+	+
	Controle			-	-

+ Isolado produziu sintomas de podridão de colmo

- Não produziu sintomas de podridão de colmo

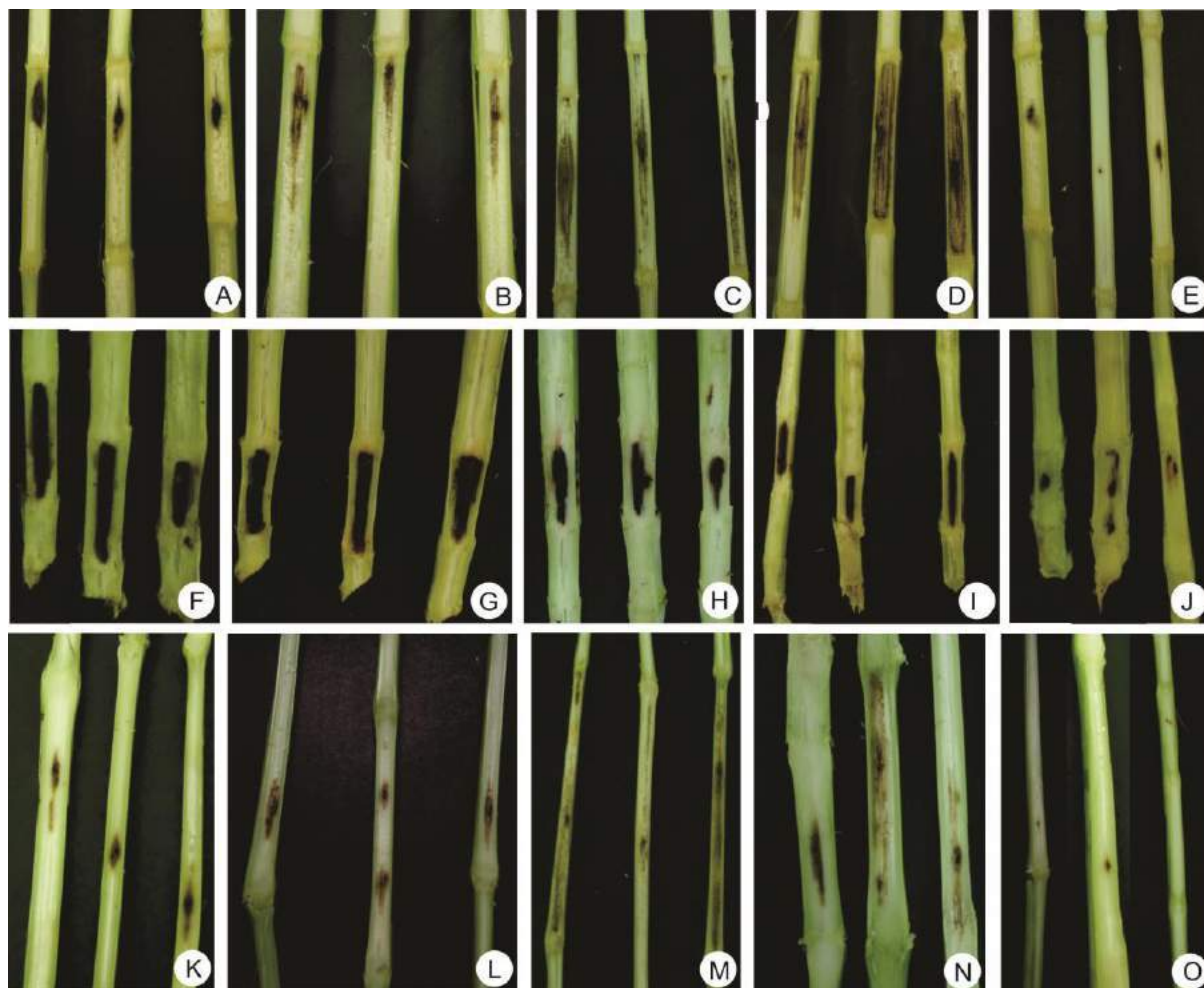


Figura 1. Sintomas de podridão de colmo. **A-E.** Sintomas de *F. andiyazi*, *F. thapsinum*, *F. proliferatum*, *F. verticillioides* e controle, respectivamente, inoculados em milho. **F-J.** Sintomas de *F. andiyazi*, *F. thapsinum*, *F. proliferatum*, *F. verticillioides* e controle, respectivamente, inoculados em sorgo. **K-O.** Sintomas de *F. andiyazi*, *F. thapsinum*, *F. proliferatum*, *F. verticillioides* e controle, respectivamente inoculados em milheto.

***Phaeocytostroma ambiguum*: Novo patógeno associado à podridão do colmo de milho no Brasil**

Frederick Mendes Aguiar⁽¹⁾; Fabrício Eustáquio Lanza⁽¹⁾; Rodrigo Veras da Costa⁽²⁾; Dagma Dionísia da Silva⁽²⁾; Ubiraci Gomes de Paula Lana⁽³⁾; Elaine Aparecida Guimarães⁽⁴⁾; Glaucio Reginaldo Gomes⁽⁵⁾; Luciano Viana Cota⁽²⁾.

⁽¹⁾ Pós-doutorando em Fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; frederick.aguiar@colaborador.embrapa.br e briciolanza@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador(a), Embrapa milho e sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; rodrigo.veras@embrapa.br, dagma.silva@embrapa.br e luciano.cota@embrapa.br; ⁽³⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; ubiraci.lana@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais; elaineag@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Ambiental, Faculdades Santo Agostinho/ FASASETE, Sete Lagoas, Minas Gerais; glaucio.reginaldo@hotmail.com.

RESUMO: A podridão de colmo destaca-se, no cenário mundial, como uma das mais importantes doenças que atacam a cultura do milho por causar reduções na produção e na qualidade de grãos e forragens. Atualmente, no Brasil, os fungos *Colletotrichum graminicola*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides* (Sin. *F. moniliforme*), *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis* são considerados os principais patógenos causadores dessa doença. Porém, nos últimos anos a ocorrência de um novo patógeno associado a essa doença vem sendo relatada em alguns países. Este trabalho teve como objetivo identificar a presença desse patógeno no Brasil. Para isso, amostras com sintomas típicos de podridão do colmo em milho provenientes da região Centro-Oeste do Brasil foram enviadas para a Embrapa Milho e Sorgo para isolamento, identificação e teste de patogenicidade. As colônias obtidas no isolamento apresentaram coloração branca, com conídios de cor marrom clara e tamanho variando de 10-19 µm de comprimento e de 4-6 µm de largura. As sequências de cada isolado foram comparadas com sequências depositadas no NCBI e estas apresentaram identidade de 99% para o fungo *Phaeocytostroma ambiguum*. No teste de patogenicidade todos os isolados foram patogênicos aos híbridos avaliados nos dois métodos de inoculação utilizados. Os valores médios da porcentagem (%) de entrenó com sintomas de podridão do colmo, observados nesse trabalho, evidenciam o grande potencial do fungo *P. ambiguum* em causar prejuízos futuros na cultura do milho no Brasil.

Palavras-chave: Podridão de colmo, Híbridos, patogenicidade, *Zea mays* L..

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se por ser um dos cereais mais importantes no mundo devido a seu importante papel na cadeia alimentar humana e animal. Cerca de 70% da produção de milho destina-se a alimentação de animais, principalmente nas cadeias produtivas de aves e suínos (MARCONDES, 2012).

Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos (361 milhões de toneladas) e a China (215,6 milhões de toneladas). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com uma produção de 85 milhões de toneladas na safra de 2015, em uma área plantada de 15,7 milhões de hectares (AGRIANUAL, 2016).

Com uma produtividade média de 5.414 Kg/ha, o Brasil detém os menores índices de produtividade entre os principais produtores de milho. Dentre os inúmeros fatores que levam a essa baixa produtividade, as doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides estão entre as mais importantes (REIS et al., 2004).

A podridão de colmo, por exemplo, destaca-se, no cenário mundial, como uma das mais importantes doenças que atacam a cultura do milho por causar reduções na produção e na qualidade de grãos e forragens (COSTA et al., 2008).

Na cultura do milho, a podridão do colmo pode ocorrer tanto antes da fase de enchimento dos grãos, quanto após a maturação fisiológica deles. Geralmente, a infecção inicia-se pelas raízes,

passando para os entrenós superiores ou diretamente pelo colmo, através de ferimentos. As perdas causadas pela podridão do colmo se devem à morte prematura das plantas com efeitos negativos no tamanho e no peso dos grãos devido à redução na absorção de água e nutrientes, bem como ao tombamento das plantas, o que dificulta a colheita mecânica e expõe as espigas à ação de roedores e ao apodrecimento (COSTA et al., 2008).

Externamente, os sintomas da podridão de colmo em milho apresentam, próximo aos entrenós inferiores, lesões marrom claras, quase negras e, internamente, o tecido da medula adquire coloração marrom escura, podendo-se desintegrar ou não, e, neste caso, somente os vasos lenhosos apresentam-se intactos (COSTA et al., 2008).

No Brasil, a ocorrência da podridão de colmo em milho tem aumentado significativamente nas últimas safras em todas as regiões produtoras. Os fungos *C. graminicola*, *M. phaseolina*, *F. graminearum*, *F. verticillioides* (Sin. *F. moniliforme*), *S. macrospora* e *S. maydis* são considerados os principais patógenos causadores dessa doença. Porém, nos últimos anos a ocorrência de um novo patógeno associado à podridão de colmo em milho, foi relatado na Austrália, França, em países da América do Norte, na Tanzânia, África do Sul e recentemente na Bulgária (BOBEV et al. 2016; FARR; ROSSMAN, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar a presença do fungo *Phaeocystostroma ambiguum* (Mont.) Petrak, associado à podridão do colmo em milho no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Isolamento, Identificação e Patogenicidade

Em julho de 2015, amostras de colmo de milho com sintomas típicos de podridão do colmo foram coletadas de três híbridos (2B512PW, 2B810PW e DKB390PRO), provenientes da região Centro-Oeste do Brasil e levadas para o laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

Para o isolamento dos fungos, fragmentos do colmo foram removidos a partir das margens das lesões, em seguida, esterilizados em hipoclorito de sódio a 0,5%, durante dois minutos e posteriormente transferidos para meio de cultura farinha de aveia-ágar (FAA) com tetraciclina.

Após essa etapa, isolados pré-selecionados foram identificados por meio da caracterização morfológica e molecular. Na caracterização morfológica foram realizadas observações quanto a coloração da colônia e medições dos conídios. Para a caracterização molecular foi realizado o sequenciamento da região ITS (*internal transcribed*

spacer) e do gene fator de alongação 1- α (TEF), por meio da técnica de PCR (*Reação da Polimerase em Cadeia*).

Para confirmar a patogenicidade, dois isolados classificados como CFMS 1292 e CFMS 1295, foram inoculados em três híbridos de milho (P3646YH, P30F53YH e DKB390PRO) cultivados em vasos de 14,5 L de solo em casa de vegetação, utilizando-se dois métodos de inoculação. No primeiro método, os palitos foram imersos em suspensão de esporos (10^6 conídios mL⁻¹), e no segundo método, os palitos foram mantidos por sete dias a 25 °C, sob escuro contínuo em placas de Petri contendo meio aveia-ágar com um disco de micélio do fungo, até o micélio recobrir todos os palitos. As plantas de milho foram inoculadas na fase de pré-pendoamento (aproximadamente 40 dias após o plantio), no terceiro entrenó previamente desinfestado com álcool 70%. Três plantas perfuradas apenas com palito estéril foram utilizadas como testemunha. A avaliação foi realizada aos 30 dias após a inoculação. A percentagem (%) do entrenó com sintomas da doença foi obtida por meio da escala diagramática proposta por Nicoli et al. (2015).

Para completar o teste de patogenicidade, o reisolamento do fungo foi realizado nos colmos inoculados e da testemunha.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições por tratamento, sendo cada tratamento constituído de um vaso com 3 plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, por meio do programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização morfológica e molecular

Inicialmente, as colônias apresentaram crescimento micelial moderadamente rápido, de cor branca, característica semelhante às colônias do gênero *Stenocarpella*. No entanto, após duas semanas de incubação, numerosas estruturas de coloração preta foram observadas, imersas no meio FAA. Estas estruturas foram identificadas como picnídios de formato irregular, inicialmente solitários, multilocular com um a vários pescoços. Os alfa conídios apresentaram coloração marrom claro, liso, elipsoide para piriforme, mais largo no meio do conídio, vértice sem corte arredondado, base truncada, variando de 10-19 μ m de comprimento e de 4-6 μ m de largura (n = 50) (Figura 1). Estes valores corroboram os de Sutton (1980), na descrição do fungo *P. ambiguum*.

Após caracterização morfológica, os isolados

recuperados a partir de diferentes plantas e locais foram depositados na coleção de fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo. Na caracterização molecular, foram utilizados três isolados identificados como CFMS 1293, CFMS 1294 e CFMS 1295. As sequências de cada isolado foram comparadas com sequências depositadas no NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) utilizando-se a ferramenta BLASTN (*Basic Local Alignment Search Tool Nucleotide*), estas apresentaram identidade de 99% para o fungo *P. ambiguum* com número de acesso FR748044.1, FR748043.1 para a região ITS e FR748066.1, FR748068.1 para o gene TEF.

As sequências obtidas nesse trabalho foram depositadas no GenBank com o nº de Acesso KU323506-KU323508 (ITS) e KU351846-KU351848 (TEF).

Patogenicidade

A patogenicidade foi comprovada pelos dois métodos de inoculação mediante avaliação dos colmos dos híbridos P3646YH, P30F53YH e DKB390PRO. Observamos que todas as plantas de milho apresentaram sintomas típicos de podridão do colmo. Somente as plantas inoculadas com palito estéril não apresentaram sintomas da doença (Figura 2).

O reisolamento realizado a partir dos colmos inoculados apresentaram características morfológicas idênticas à cultura original de *P. ambiguum*. De acordo com nosso conhecimento, este foi o primeiro relato do fungo *P. ambiguum* causando podridão do colmo em milho no Brasil. Após essa constatação, foi submetida no dia 20/04/2016 uma nota científica de primeiro relato desse patógeno na revista *Plant Disease*.

Os resultados do teste de patogenicidade indicam que houve uma interação significativa entre as variáveis isolados, híbridos e método de inoculação (Tabela 1). O isolado CFMS 1295 apresentou maior agressividade, quando comparado ao isolado CFMS 1292. Quanto a severidade da doença, o híbrido DKB390PRO foi o mais suscetível entre os híbridos testados, com média de percentagem (%) de entrenó com sintomas da doença de 81,3% (Tabela 1). Em geral, o método do palito coberto por micélio foi o mais eficiente com 88,19% de entrenó com sintomas da doença. Somente o híbrido DKB390PRO não apresentou diferença significativa entre os métodos de inoculação testados (Tabela 1).

Na Tabela 1, os valores médios da percentagem (%) de entrenó com sintomas de podridão do colmo, causado pelos isolados de *P. ambiguum*, evidenciam o grande potencial desse fungo em causar sérios prejuízos na cultura do milho no país.

Resultados de severidade bastante semelhantes aos encontrados nesse trabalho foram relatados por Nicoli et al. (2015) com o fungo *Colletotrichum graminicola* na cultura do milho no Brasil.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados de patogenicidade apresentados, bem como na representatividade das amostras coletadas nas regiões produtoras, podemos concluir que o fungo *Phaeocystostroma ambiguum* pode ser considerado um novo patógeno associado a podridão do colmo em milho no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq, FAPEMIG e a Clóvis Geraldo Ribeiro.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL . Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2016. p. 409-444.
- BOBEV, S. G.; VAN POUCKE, K.; MAES, M. First report of *Phaeocystostroma ambiguum* causing root and stem base rot on maize in Bulgaria. **Plant Disease**, v. 100, n. 6, p. 1237, 2016.
- COSTA, R. V.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D. **Podridões fúngicas de colmo na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 100).
- FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory**. Washington: USDA, 2016. Disponível em: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/new_allView.cfm?whichone=FungusHost&thisName=Corynespora%20cassicola&organismtype=Fungus&fromAllCount=yes>. Acesso em: 16 maio 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- MARCONDES, M. M. **Incidência de podridão de colmo e grãos ardidos em híbridos de milho sob diferentes densidades de plantas e épocas de colheita**. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.
- NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para

quantificação da severidade da antracnose do colmo do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, out, 2015.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. Lages: Graphel, 2004. 44 p.

SUTTON, B. C. **The coelomycetes**: fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696 p.

Tabela 1 - Média de percentagem (%) de entrenó com sintomas de podridão do colmo dos isolados de *Phaeocystostroma ambiguum*, inoculados em colmos de híbridos de milho, utilizando dois métodos de inoculação, suspensão de esporos e micélio.

Cultivar	Isolado CFMS 1292		Isolado CFMS 1295	
	Suspensão	Micélio	Suspensão	Micélio
P3646YH	18.80 [*] Aa ^{**}	68.80 Ab	18.80 Aa	87.40 Ab
P30F53YH	31.30 Aa	93.80 Bb	47.96 Ba	93.80 Ab
DKB390PRO	47.96 Ba	93.80 Bb	84.20 Ca	91.56 Aa
Média	32.70 %	85.50 %	50.30 %	90.90 %

*Segundo a escala diagramática proposta por Nicoli et al. (2015). ** Médias seguidas por mesma letra minúscula entre as linhas ou letras maiúsculas entre as colunas não se diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$).

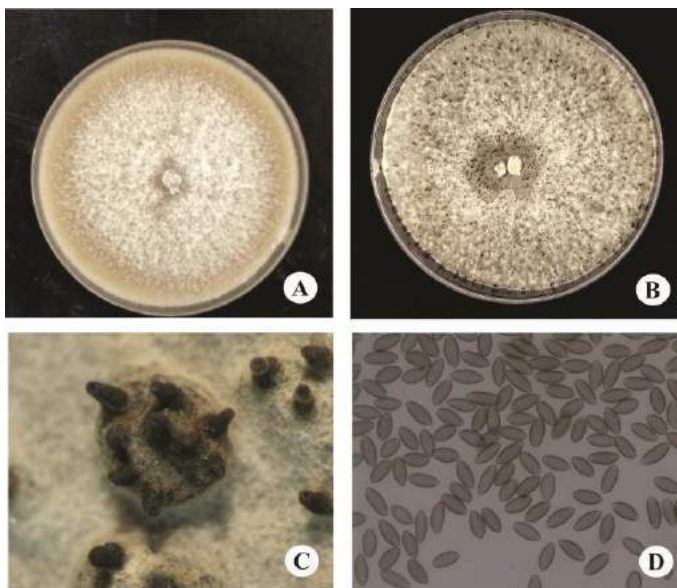


Figura 1. A: Colônia com 7 dias de crescimento; B: Colônia com 20 dias de crescimento; C: Picnídios; D: Alfa conídios de *Phaeocystostroma ambiguum*.



Figura 1. Teste de patogenicidade. A: Método do palito imerso em suspensão de esporos de *Phaeocystostroma ambiguum*; B: Método

do palito coberto por micélio. A planta à esquerda das figuras A e B corresponde às testemunhas sem o patógeno inoculado.

Reação de Genótipos de Milho a *Pratylenchus brachyurus* em Condições Naturais de Infestação

Janaina Batista de Lima⁽¹⁾, Anderli Divina Ferreira Rios²; Mara Rúbia da Rocha³; Alan Soares Machado⁴; Wilian Henrique Diniz Buso⁽⁴⁾ e Emizael Menezes de Almeida⁵.

⁽¹⁾ Graduanda em agronomia, IF Goiano *Campus* Ceres, Ceres, Goiás; jana24bl@gmail.com; ⁽²⁾ Professora UniEvangélica, Goianésia- FACEG; ⁽³⁾ Professora – Escola de Agronomia - Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Zootecnia e Agricultura, IF Goiano *Campus* Ceres, Ceres, Goiás; ⁽⁵⁾ Mestrando em ciência animal- Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás.

RESUMO: O milho, é utilizado em rotação ou sucessão com a soja, é uma cultura altamente suscetível ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. O uso de genótipos de milho resistentes é uma das estratégias de manejo do nematoide em áreas com altas populações. Foi conduzido experimento em condições de área naturalmente infestada com o objetivo de avaliar a reação de genótipos de milho a *P. brachyurus*. A avaliação da densidade populacional foi realizada aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS). Todos os genótipos testados hospedaram *P. brachyurus* em diferentes graus. Os genótipos P30K75 e P30S31 tiveram as menores multiplicações do nematoide e são preferidos em áreas infestadas pelo nematoide e também, esses genótipos podem ser exploradas em programas de melhoramento genético. Os genótipos AG 1051, P 3862H e SHS 3031 também são promissores por apresentarem tolerância a *P. brachyurus*, mas sua utilização não deve ser em área de rotação com a cultura da soja já que multiplicam o nematoide prejudicando as duas culturas.

Termos de indexação: *Zea mays*, resistência, nematoide das lesões radiculares.

INTRODUÇÃO

Diversas culturas são utilizadas em sistemas de rotação ou sucessão com a soja (*Glycine max* L.) no Brasil, destaca-se o milho (*Zea mays* L.). Essa cultura é uma alternativa importante em sucessão com a soja por apresentar diferente sistema radicular, exigências nutricionais, por ter efeito na interrupção dos ciclos de algumas pragas doenças e ser uma alternativa para intensificar o uso da terra e, assim, aumentar a renda do

agricultor. No entanto, o milho é altamente suscetível ao nematoide das lesões radiculares *P. brachyurus* (Inomoto, 2011).

O uso de milho em sucessão com a soja tem promovido o aumento da densidade populacional desse nematoide na área a ponto de prejudicar tanto a cultura do milho quanto a da soja em sequência (Chiamolera et al., 2012). Os estudos realizados testando a reação de genótipos de milho à *P. brachyurus* comprovam a existência de diferenças de patogenicidade entre os diferentes genótipos testados e, quando comparados, alguns destes possuem baixa capacidade de multiplicar este nematoide promovendo a sua menor multiplicação na área (Inomoto, 2011).

Em condições controladas, Ribeiro et al. (2009) testaram a reação de genótipos de milho à *P. brachyurus* e não encontraram nenhuma resistência, com FR variando de 3 a 16. Em condições de campo naturalmente infestado, Rios et al. (2016) testaram a reação de genótipos de milho ao nematoide e observaram a suscetibilidade para todos os genótipos testados. No entanto, os autores encontraram genótipos promissores por apresentarem baixas densidades populacionais ao longo do período experimental.

O uso de genótipos de milho resistentes a *P. brachyurus* poderá ser uma estratégia de manejo deste nematoide em áreas infestadas evitando o seu aumento populacional permitindo a manutenção do sistema de rotação soja-milho. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de genótipos de milho a *P. brachyurus* em condições naturais de infestação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo naturalmente infestado. A área total do experimento consistiu em 648 m² e foi delimitada em função de histórico de reboleiras na safra anterior. O delineamento experimental foi o casualizado com 10 tratamentos, com avaliações aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS), com seis repetições. As parcelas constituíram de quatro linhas de seis metros. Na avaliação, a parte aérea foi descartada e as raízes foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Nematologia da UFG. Em laboratório, as raízes foram submetidas à extração de nematoides segundo metodologia descrita por Coolen & D'Herde (1972). A identificação e quantificação dos fitonematóides foram realizadas com o auxílio de microscópio óptico utilizando-se uma câmara de Peters. Os resultados foram expressos em número de indivíduos por 10 gramas de raízes.

A colheita dos grãos foi realizada aos 119 DAS. Os grãos foram colhidos das plantas em cinco metros das duas linhas centrais da parcela, desprezando-se as bordaduras. Após o beneficiamento e pesagem dos grãos, calculou-se a produtividade agrícola (kg ha⁻¹) corrigida para 13% de umidade.

Os dados do experimento foram submetidos a análise de variância com teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade para as variáveis densidade populacional e em nível de 1% para a variável produtividade. Estas análises foram implementadas no aplicativo R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que na avaliação realizada aos 30 DAS a densidade populacional de *P. brachyurus* foi baixa e não houve diferença entre os genótipos (Tabela 1). Aos 60 DAS houve aumento populacional em todos os genótipos exceto AG8088YG e P30S31 e o teste de médias ($P < 0,05$) separou os genótipos em dois grupos. Aos 90 DAS todos os genótipos avaliados aumentaram a densidade populacional, o teste de médias ($P < 0,05$) separou os genótipos em dois grupos, o primeiro grupo dos híbridos com as maiores densidades populacionais (suscetíveis) e o segundo grupo dos híbridos com as menores densidades (resistentes). Os genótipos SHS3031, DKB390 e Samambaia tiveram os maiores aumentos da densidade populacional do nematoide dos 30 aos 90 DAS, aumentando em torno de 13 vezes a sua densidade populacional, enquanto que, os genótipos P30K75 e P30S31 permaneceram com as menores

densidades populacionais nas avaliações aos 60 e 90 DAS.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rios et al. (2016) e por Inomoto (2011) para os genótipos P30S31 e P30K75 respectivamente. Estes genótipos foram pouco multiplicadores do nematoide nestes dois estudos. O genótipo P30K75 foi o que apresentou o menor FR no trabalho de Inomoto (2011) em condições controladas, com avaliações aos 121 e 123 dias após a inoculação. O genótipo DKB789 também se destacou por estar entre os genótipos com as menores densidades populacionais do nematoide aos 90 DAS o que corrobora com os resultados do estudo conduzido por Rios et al. (2016) que encontrou baixas densidades populacionais do nematoide para este genótipo aos 60 DAS em condições de campo naturalmente infestado. A produtividade foi baixa em todos os genótipos avaliados em comparação com a média esperada para o Estado de Goiás, que foi de 7.633 kg ha⁻¹ na safra 2012/2013 (Conab, 2014). A falta de chuvas, no início do período do desenvolvimento da cultura do milho pode ter sido a razão das baixas produtividades. Ainda assim, o teste de médias ($P < 0,01$) separou os genótipos em dois grupos (Tabela 1).

Os genótipos AG1051, P3862H e SHS3031 que neste experimento apresentou altas densidades populacionais e foram alocados no grupo dos genótipos mais suscetíveis, apresentaram as produtividades estatisticamente iguais aos genótipos que apresentaram as mais baixas densidades populacionais do nematoide que foram P30S31, P30K75 e DKB350PRO pertencentes ao grupo dos genótipos mais resistentes. O genótipo DKB789 mesmo estando no grupo dos genótipos resistentes apresentou baixa produtividade. Os genótipos que tiveram altas densidades populacionais do nematoide ao longo do seu ciclo de vida e obtiveram as produtividades estatisticamente iguais aos mais resistentes podem ser considerados tolerantes ao nematoide, pois, mesmo sendo bastante atacados pelo nematoide, não sofreram prejuízo na produtividade. O genótipo DKB390, que apresentou a maior densidade populacional, foi um dos que apresentou a menor produtividade, o que é esperado, pois, o dano provocado pelo nematoide às raízes das plantas pode levar a perda da produtividade (Schmitt & Barker, 1981).

Os resultados contraditórios encontrados no presente estudo e em outros estudos realizados no Brasil objetivando avaliar a reação de genótipos de milho a *P. brachyurus* podem ser explicados pelas diferenças de metodologias, condições ambientais, características

físicas e químicas do solo e diferenças de agressividade entre populações de *P. brachyurus*. No presente estudo os genótipos P30K75 e P30S31 foram os que apresentaram maior consistência nos resultados com menor multiplicação de *P. brachyurus*. Não se pode afirmar, no entanto, que sejam resistentes, pois não se tem conhecimento ainda de genes de resistência a *P. brachyurus*. São genótipos, entretanto, que podem ser preferidos em áreas com elevadas populações deste nematoide e exploradas em programas de melhoramento genético. Os genótipos considerados tolerantes ao nematoide podem ser promissores por apresentarem tolerância a *P. brachyurus*, mas não devem ser utilizados em áreas de rotação com a cultura da soja, já que multiplicam o nematoide.

CONCLUSÕES

-Todos os genótipos de milho testados hospedam *P. brachyurus*.

- Os genótipos P30K75 e P30S31 são os que menos multiplicaram *P. brachyurus*.

- Os genótipos AG1051, P3862H e SHS3031 foram tolerantes a *P. brachyurus*.

AGRADECIMENTOS

À FAPEG pela concessão de bolsa de doutorado a segunda autora e ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres pela bolsa PIPECT.

REFERÊNCIAS

CHIAMOLERA, F. M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; SOUTO, E. R.; BIELA, F.; CUNHA, T. P. L.; SANTANA, S. M.; PUERARI, H. H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *P. brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, Airways, v. 42, n. 1, p. 267-275, 2012.

INOMOTO, M. M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, p. 308-312, 2011.

RIBEIRO, N. R.; BEZERRA, F. F.; SILVEIRA, T. F.; LIMA, C. P.; SILVA, C. S.; SILVA, A. P. L. Avaliação da resistência de genótipos de milho (*Zea mays*) ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. In: **2º International congress of tropical nematology**. Maceió, Alagoas. 2009. Seção Trabalhos, t. 41. 1 CD-ROM.

RIOS, A. D. F.; ROCHA, M. R.; MACHADO, A. S.; ÁVILA, K. A. G. B.; TEIXEIRA, R. A.; SANTOS, L. C.; RABELO, L. R. S. **Host suitability of soybean and corn genotypes to the root lesion caused by nematode under natural**

infestation conditions. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.46, n.4, p.580-584, abr, 2016.

Tabela 1. Densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura do milho em área naturalmente infestada e produtividade. Campinorte, Goiás. 2013.

N	Genótipos	<i>P. brachyurus</i> /10 gramas ¹						Produtividade/Kg. ha ⁻¹	
		30 DAS		60 DAS		90 DAS			
1	DKB390	228	a	391	a	3815	a	1.672	b
2	AG1051	311	a	460	a	3538	a	2.845	a
3	Samambaia	207	a	568	a	2829	a	1.611	b
4	P3862H	172	a	199	a	2191	a	2.474	a
5	SHS3031	121	a	188	b	2057	a	2.244	a
6	AG8088YG	148	a	96	b	1886	a	1.547	b
7	DKB350PRO	117	a	164	b	1378	b	2.964	a
8	DKB789	169	a	232	a	1378	b	2.022	b
9	P30S31	145	a	138	b	970	b	3.561	a
10	P30K75	85	a	115	b	513	b	2.868	a
CV%		16,49				21,33			

¹ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para os dados de densidade populacional e 1% para os dados de produtividade. ¹ Para a análise de variância os dados foram transformados para log X.

Resistência de genótipos de sorgo sacarino à mancha de ramulispóra foliar causada pelo fungo *Ramulispóra sorghi*, no Estado de Mato Grosso (Cáceres)

Marcilene Alves de Souza Castrillon⁽¹⁾; Jackson Lauro Borges Ribeiro⁽²⁾; Aline Vidor Melão Duarte⁽³⁾; Carla Lima Corrêa⁽⁴⁾; Marco Antonio Aparecido Barelli⁽⁵⁾; Luciano Viana Cota⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Mestranda do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres-MT, Brasil. marcilene_21@hotmail.com ⁽²⁾Graduando em Agronomia – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres-MT, Brasil; ⁽³⁾ Doutoranda em rede de biodiversidade e biotecnologia da amazonas. ⁽⁴⁾ PNP/CAPES/PPGGM; ⁽⁵⁾ Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres-MT, Brasil; ⁽⁶⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG.

RESUMO:

O sorgo sacarino é uma cultura de importância agrícola e econômica devido ao seu potencial para utilização na entressafra canavieira no Brasil, como alternativa na produção de etanol. Entretanto, o sorgo vem enfrentando problemas com novas doenças que vem surgindo, dentre elas a “mancha da ramulispóra”, causada pelo fungo *Ramulispóra sorghi*. Os sintomas característicos dessa doença são lesões necróticas de forma elíptica, alongadas com vários centímetros de comprimento, presença de halo amarelado nas lesões e numerosos pontos negros, dando-lhes aspecto fuliginoso que aparecem nas folhas e bainhas. O patógeno tem como hospedeiro somente espécies de sorgo e tem ocorrido com frequência no Estado do MT na região sudoeste. O objetivo deste estudo foi avaliar a severidade do fungo *R. sorghi*, por infecção natural, em sorgo sacarino. O experimento foi conduzido na UNEMAT/Cáceres-MT, na safra 2014/2015. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições, onde foi avaliado a severidade de nove genótipos de sorgo sacarino, por meio de escala de notas variando de 1 a 9 (Agrocere, 1996), e a sua área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A análise de variância apresentou diferença significativa à 1% de probabilidade entre as médias. Os genótipos avaliados foram classificados em três categorias os que destacaram como moderadamente resistentes, aqueles com suscetíveis e os que expressaram alta suscetibilidade a esse patógeno.

Termos de indexação: Patógeno; resistência genética; *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor*(L.) Moench] é considerado ideal como matéria-prima energética dada a sua versatilidade como fonte de açúcar e lignocelulose, podendo ser utilizado na entressafra da cultura da cana-de-açúcar para elevar a produção de etanol. O aumento na produção desta cultura no Brasil foi determinado pelas modificações no sistema de cultivo e pelos avanços no melhoramento genético (Carrillo et al., 2014). Porém, dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade de etanol e biomassa estão as doenças. Dentre elas destaca-se a “mancha-de-ramulispóra”, causada pelo fungo *R. sorghi* e que tem ocorrido com maior frequência em algumas lavouras e, em alguns casos, com alta intensidade (Ferreira et al., 2007; Quedes et al. 2013).

Conforme relatado por Silva et al., (2014) na região de Cáceres - MT a doença surgiu com alta intensidade, causando grandes prejuízos na produção, decorrentes da área foliar lesionada.

As lesões causadas pelo fungo *Ramulispóra sorghi* são inicialmente pequenas, com halo amarelado em forma de anel e com o decorrer do tempo apresentam produção de numerosos microescleródios, que se assemelham a fuligem. As lesões tem formato oval-alongado, medindo de 5 a 14 cm de comprimento e de 1 a 2 cm de largura (Cota et al., 2013).

O patógeno foi descrito pela primeira vez em 1903, nos Estados Unidos e, desde então, tem sido comum em importantes regiões produtoras de sorgo do mundo. Tem como hospedeiro as espécies de sorgo, ocasionando danos em todos os estágios de desenvolvimento da planta, ocorrendo preferencialmente em condições de altas temperaturas e umidades, mas pode persistir durante todas as estações do ano (Thomas et al., 1993).

O controle de doenças através da resistência genética é a forma mais eficaz, economicamente viável e de fácil utilização (Michereff, 2001). No entanto - vale ressaltar que, para referida doença nas condições brasileiras, as informações quanto à eficiência de controle são escassas.

O objetivo deste estudo foi avaliar a severidade do fungo *R. sorghi*, por infecção natural, em nove genótipos de sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo no período 2014/2015 na unidade experimental da Universidade do estado de Mato Grosso (Unemat), localizada no município de Cáceres- MT. O solo da região é classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico. A temperatura média anual da região é de 26,24°C, precipitação total anual de 1.335 mm, com período de maior concentração de dezembro a março (Neves, et al., 2011).

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados nove genótipos de sorgo sacarino sendo eles: (1) CMSXS5010, (2) V82392, (3) CMSXS5004, (4) CMSXS5006, (5) CMSXS629, (6) BRS 506, (7) CMSXS5008, (8) CMSXS5009, provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

A severidade da doença foi avaliada por meio de escalas de notas que varia de 1 a 9, sendo 1 - 0 %; 2 - 1%; 3 - 10%; 4 - 20%; 5 - 30%; 6 - 40%; 7 - 60%; 8 - 80%; 9 - > 80% (Agrocere, 1996). Foram realizadas quatro avaliações a partir dos 88 dias após o plantio, com intervalos de sete dias semanais, sendo aos 88, 95, 102 e 109 dias respectivamente, considerando-se como útil as duas fileiras centrais de cada parcela.

Foram considerados genótipos altamente resistentes os que apresentaram severidade abaixo de 15%, como moderadamente resistentes aqueles com severidade entre 16% e 30%, como suscetível entre 31 % e 49% e, altamente suscetível acima de 50%. Os dados obtidos em notas foram transformadas em porcentagem de área foliar lesionada para a avaliação da severidade e utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com base na equação:

$$AACPD = \sum[(Y_{i+n1} + Y_i)/2] \times [t_{i+1} - t_i], \text{ onde}$$

Y_i é a severidade da doença na i -ésima observação; t_i é o tempo em dias na i -ésima observação e n é número de observações (Shanner & Finney, 1977).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, a parcela experimental composta de quatro linhas de 5 m de comprimento espaçada em 0,70 m e densidade de semeadura de dez plantas por metro linear. A adubação de plantio foi composta de 150 kg ha⁻¹ de N-P-K. Aos 40 dias após a emergência realizou-se a adubação de cobertura com 89 kg ha⁻¹ de N.

Os dados da AACPD foram submetidos a análise de variância e ao teste de médias (Scott-Knott), utilizando software Sisvar versão 5.4 (Ferreira 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferença significativa entre as médias dos genótipos, a 1% de probabilidade pelo teste F, para a severidade da doença (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo de análise de variância da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), relativo a avaliação de nove genótipos de sorgo sacarino, Cáceres, MT 2014\2015.

Genótipos	GL	AACPD
Tratamento	8	287645,5358**
Erro	18	56,2277
Total	26	
CV		0,94

Na Tabela 2, pode-se observar que houve diferença significativa em variação em relação a severidade da doença mancha de ramulispóra entre os 09 genótipos avaliados.

Os genótipos V82392, CMSXS5007 e CMSXS629 foram classificados como os suscetível, por apresentarem severidade de 40%. Já os genótipos CMSXS5010 e CMSXS5008 apresentaram severidade acima de 50% expressando alta suscetibilidade a essa doença. Levando em consideração que a condução do experimento foi durante o período de altas temperaturas e intensidade pluviométrica, fatores estes que são favoráveis ao patógeno em estudo. Fato semelhante também foi relatado por Brito et al 2008, que avaliando a severidade de cercospora em híbridos de milho observou que as altas temperaturas influenciaram no progresso da doença em campo.

Os genótipos que se destacaram com menor severidade a mancha de *Ramulispóra sorghi* foram

os genótipos CMSXS5004 e CMSXS5009 com severidade de 20% e os genótipos CMSXS5006 e BRS 506 com 30% do seu total avaliado sendo portanto considerados pela classificação como moderadamente resistentes.

TABELA 2. Resultados das médias da Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), obtidos a partir de quatro avaliações de severidade de *Ramulispora sorghi*, considerando nove genótipos de sorgo sacarino, Cáceres, MT, 2014\2015.

Genótipos	AACPD
CMSXS5010	1251,83 d
V82392	839,00 c
CMSXS5004	422,00 a
CMSXS5006	634,66 b
CMSXS629	839,66 c
BRS 506	633,03 b
CMSXS5008	1265,33 d
CMSXS5009	421,66 a
CMSXS5007	847,06 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F.*

Figura 1. Lesão característica do fungo *Ramulispora sorghi*, em genótipos de sorgo sacarino. Cáceres, MT- safra 2014\2015.



CONCLUSÕES

Os genótipos CMSXS5004; CMSXS5009; CMSXS5006 e BRS 506 apresentaram menor severidade, portanto sendo considerados como moderadamente resistentes, e os genótipos V82392; CMSXS5007 e CMSXS629 foram classificados como os suscetíveis a doença em estudo. Já os genótipos CMSXS5010 e CMSXS5008 expressaram alta suscetibilidade ao fungo *R. sorghi*.

A severidade é uma das melhores variáveis para a avaliação da resistência em genótipos de sorgo quanto à mancha de *Ramulispora sorghi* e a AACPD da doença obtida nesse estudo, é suficiente para discriminar os genótipos quanto à proporção da doença no tempo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq, FAPEMAT, ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq, a Embrapa milho e sorgo e a Embrapa Agrossilvipastoril pelo apoio financeiro deste estudo (pós-graduação), que promove incentivo e apoio tecnológico das atividades de investigação e a Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. 2. ed. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996.

BRITO, A. H., VON PINHO, R. G., POZZA, E. A., PEREIRA, J. L. A. R. & FARIA FILHO, E. M., **Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho**. *Fitopatologia Brasileira* 32:472- 479.2008.

CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J, A. **Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion Fuel**. 116: 427-431, 2014.

COTA, L. V.; SILVA, D. D.; COSTA, R. V.; RAMOS, T. C. D. A. **Caracterização e Identificação de Fontes de Resistência à Mancha Foliar Causada por *Ramulispora sorghi* Genótipos de Sorgo**. Sete Lagoas. Embrapa. 2013. p.9 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 92).

FERREIRA, D.F. **SISVAR: A computer statistical analysis system**. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. A. **Manejo de doenças na cultura do sorgo**. Sete Lagoas.

Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 89).

GUEDES, V. L. A.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; COSTA, R. V. **Resistência de genótipos de sorgo a mancha foliar causada por *Ramulispora sorghi***. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo, 2013.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de fitopatologia**. Recife: [s.n], 2001.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. **Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais**. Boletim Goiano Geográfico. 31: 55-68, 2011.

PANIZZI, R. C.; FERNANDES, N. G. Doenças de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia, volume 2: Doenças das plantas cultivadas**, Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, cap. 13, p. 112-136, 1997.

SHANER, G.; FINNEY, R. F. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in knoxwheat. **Phytopathology**, 70: 1183-1186, 1977.

SILVA, J. L. L.; OLIVEIRA, F. T.; OLIVEIRA, T. C.; ARAUJO, K. L.; BARELLI, M. A. A.; CORRÊA, C. L.; **Relato de *Ramulispora sorghi*, agente etiológico da “Mancha de *Ramulispora*” em sorgo no estado de Mato Grosso (Cáceres)**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2014, Salvador, **Anais...** Salvador 2014.

THOMAS, M. D.; BOCOUM, F.; THERA, A. **Field inoculations of sorghum with sclerotia and conidia of *Ramulispora sorghi* formed in vivo**. Mycologia, New York, v. 85, p. 807-810, 1993.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Seleção de estirpes de *Trichoderma ssp.* com atividade antagonista a *Fusarium verticillioides* produtores de fumonisina isolados de milho e de sorgo

Gabriel Angelo Saraiva Raimundo⁽¹⁾; Talita Coeli D'Angelis de Aparecida Ramos⁽²⁾; Fabrício Eustáquio Lanza⁽³⁾; Elaine Aparecida Guimarães⁽⁴⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽⁵⁾; Francisco Adriano de Souza^(5,6)

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Florestal, MG; (gabriel.raimundo@ufv.br) ⁽²⁾ Mestre em produção vegetal; Universidade Federal de São João del Rei; ⁽³⁾ Pós doutorando em fitopatologia; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Doutoranda em fitopatologia; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Autor correspondente francisco.adriano@embrapa.br;

RESUMO: A contaminação de grãos por micotoxinas causa grande prejuízo ao setor produtivo e é uma ameaça à segurança alimentar de humanos e animais domésticos. O controle biológico pode ser uma alternativa viável para redução da ocorrência de fungos produtores de micotoxinas. Um dos principais agentes de controle biológico de fungos são fungos do gênero *Trichoderma*. No entanto, a eficiência de controle varia com os agentes envolvidos (fungo, planta, condições edafoclimáticas) sendo necessária a seleção de estirpes eficientes. O objetivo deste estudo foi avaliar a ação antagonística de 47 isolados de *Trichoderma spp.* da Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo contra duas estirpes de *Fusarium verticillioides* (F310 e F2743) caracterizadas pela alta produção de fumonisinas. Testes *in vitro* em cultivo pareado em placas de Petri por 7 dias indicaram o potencial de redução do crescimento das estirpes de *Fusarium*. A eficiência do biocontrole variou em função do genótipo dos agentes envolvidos. As estirpes 19 (BRM 036690; CMPC841) *T. harzianum*, 4 (BRM 036674; CMPC826) *T. asperellum*, e 6 (BRM 036676; CMPC828) *T. asperellum* apresentaram as melhores performances frente a estirpe F310. Sendo o mecanismo de controle possivelmente a antibiose. Já para a estirpe F2743 destacaram-se as estirpes 44 (BRM036705; CMPC856) *T. sp. ND*, 19 (BRM 036690; CMPC841) *T. harzianum*, 17 (BRM036688; CMPC839) *T. asperullum*, e 39 (BRM 036702; CMPC853) *Trichoderma sp. ND*. Para a F2743 o mecanismo de controle não está evidente podendo ser uma combinação de antibiose e competição por nicho.

Termos de indexação: controle biológico, micotoxinas, biotecnologia agrícola.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais fitopatógenos das culturas de milho e de sorgo estão espécies do gênero *Fusarium*. Esses fungos pode causar apodrecimento do colmo e raiz, mortes em mudas e danos a grãos armazenados (Munkvold & Desjardins, 1997; Casela et al., 2006;). Além da fitopatogenicidade, *Fusarium spp.* podem produzir micotoxinas, dentre as quais as fumonisinas, que constituem uma ameaça à segurança alimentar de humanos e animais domesticados (Munkvold & Desjardins, 1997).

As principais formas de controle de *Fusarium* são cultivares de alta resistência e o controle químico (Michereff, 2001; Pinto, 2004). No entanto, o controle biológico vem ganhando espaço como um eficiente modo de controle (Shiomi et al., 2015). Espécies de *Trichoderma* constituem o grupo de agentes de controle biológico mais estudados e comercializados (Mukherjee et al., 2013), apresentando efeitos tanto em decorrência da antibiose, como por meio de estratégias de parasitismo e competição (Harman et al., 2004; Verma et al., 2007).

A prospecção de estirpes eficientes contra fungos produtores de micotoxinas por meio de testes *in vitro* permite a observação das interações patógeno-antagonista, constituindo o primeiro passo para o desenvolvimento de estratégias de controle biológico (Mariano, 1993). O objetivo deste estudo foi avaliar a ação antagonista de 47 isolados de *Trichoderma* contra duas estirpes de *Fusarium verticillioides* de alto potencial produção de fumonisinas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 47 estirpes de *Trichoderma* pertencentes à coleção de Micro-organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo (CMMFEMS). As estirpes foram reativadas, a partir de esporos conservados a -80° C, em meio BDA.

Os Isolados do patógeno *F. verticillioides* CML

2743 e F310 pertencentes à Coleção CMMFEMS foram selecionados baseados na alta produção de fumonisinas. A estirpe F310 foi obtida a partir de sabugos de milho coletados em Luís Eduardo Magalhães (BA) (Lanza, 2014). E a estirpe CML 2743 foi isolada de plantas de sorgo em Sete Lagoas (MG) (dados não publicados).

A atividade antagonista dos isolados de *Trichoderma* sobre os isolados de *F. verticillioides* foi avaliada pelo método de cultivo pareado proposto por Galarza et al., 2015. O teste desenvolveu-se em triplicata colocando-se discos de micélio de 5mm de diâmetro distando 10mm da borda de cada lado da placa de Petri (87mm) contendo meio BDA. Os discos do patógeno foram fixados três dias antes do antagonista e as placas foram mantidas em sala de crescimento a 27° C com fotoperíodo de 12 horas. Durante sete dias a partir da inoculação do antagonista realizaram-se medições diárias do raio micelial do patógeno. O controle consistiu de um disco micelial do patógeno distando 10mm da borda

A partir do raio micelial aferido durante os sete dias de incubação, calculou-se a área abaixo da curva padrão de crescimento (AACPC), de acordo com o algoritmo Shanner & Finner (1977) na qual Y_i é o raio micelial aferido no dia X_i :

$$AACPC = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) / 2] [X_{i+1} - X_i]$$

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 48x2 com três repetições. Os resultados da AACPC foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SISVAR 5.3®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ação antagônica das 47 estirpes de *Trichoderma* frente às estirpes de *F. verticillioides* CML 2743 e F310 produtoras de fumonisinas estão apresentadas na **Tabela 1**. Houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o padrão de crescimento das duas estirpes de *F. verticillioides* (**Figura 1**), bem como houve interação significativa entre o efeito exercido pelas estirpes de *Trichoderma* sobre o crescimento das estirpes de *F. verticillioides*. Para o isolado F310 houve a distinção de 4 grupos (a, b, c e d) pelo teste de Scott Knott, já para a estirpe CML 2743 ocorreu a formação de somente dois grupos (a e b).

As estirpes que proporcionaram menores valores de AACPC contra o isolado F310 foram 19 (BRM 036690; CMPC841) *T. harzianum*, 4 (BRM 036674; CMPC826) *T. asperellum*, e 6 (BRM 036676;

CMPC828) *T. asperellum*. As estirpes 44 (BRM036705; CMPC856) *Trichoderma* ND, 19 (BRM 036690; CMPC841) *T. harzianum*, 17 (BRM0 36688; CMPC839) *T. asperellum*, entre outras, apresentaram as melhores performances frente a estirpe CML 2743 (**Tabela 1**). Este comportamento expressa a variabilidade intraespecífica das estirpes (**Tabela 2**).

Tabela 1 - Capacidade de biocontrole de 47 estirpes de *Trichoderma* em relação a duas estirpes de *Fusarium verticillioides* produtoras de fumonisinas avaliado pelo método de cultivo pareado, estimado pelo cálculo da Área Abaixo da Curva Padrão de Crescimento (AACPC)

Estirpes <i>Trichoderma</i>	F310 AACPC	Estirpes <i>Trichoderma</i>	CML 2743 AACPC
19	8,23 a*	44	8,760 a*
4	9,21 a	19	9,650 a
6	10,53 a	17	10,05 a
16	11,43 b	39	10,71 a
39	11,50 b	33	10,76 a
7	11,76 b	34	10,80 a
18	12,30 b	18	10,91 a
42	12,30 b	845	11,21 a
44	12,46 b	5	11,23 a
3	12,71 b	27	11,45 a
22	12,78 b	24	11,48 a
8	12,90 b	35	11,50 a
11	12,96 b	11	11,63 a
845	13,13 b	966	11,65 a
814	13,13 b	36	11,75 a
21	13,20 b	662	12,11 a
844	13,23 b	6	12,21 a
870	13,35 b	21	12,41 a
861	13,55 b	879	12,52 a
5	13,58 b	25	12,60 a
36	13,58 b	793	12,60 a
966	13,71 b	22	12,86 b
967	14,03 c	42	13,01 b
2	14,05 c	40	13,23 b
35	14,10 c	28	13,25 b
12	14,11 c	14	13,33 b
9	14,28 c	861	13,35 b
25	14,38 c	870	13,36 b
728	14,41 c	13	13,38 b
10	14,43 c	15	13,46 b
793	14,65 c	814	13,48 b
17	14,81 c	2	13,48 b
502	14,83 c	7	13,53 b
15	14,93 c	8	13,56 b
24	15,01 c	10	13,58 b
662	15,31 c	12	13,61 b
879	15,33 c	16	13,85 b
33	15,38 c	4	13,86 b
27	15,66 c	9	14,20 b
40	15,88 d	844	14,35 b
28	16,36 d	23	14,46 b
34	16,41 d	854	14,73 b
771	16,58 d	728	14,80 b
14	16,66 d	502	14,83 b
13	16,90 d	967	15,03 b
23	16,90 d	771	15,35 b
854	17,93 d	3	15,55 b
Controle	17,95 d	Controle	16,45 b

(*) grupos de médias seguidas pela mesma letra, na mesma

coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Lazarotto et al. (2012) também verificaram diferenças no efeito antagonista de estirpes de *Trichoderma* a isolados *Fusarium spp.* Os autores ressaltaram que, para cada isolado de *Fusarium* em particular, deve ser feita a seleção do seu agente antagonista potencial. Para fins práticos comerciais seria ideal que uma mesma estirpe apresentasse multifuncionalidade mediante distintos isolados de *Fusarium*.

Além disso, é possível observar que o mecanismo de ação do antagonista pode variar em função do patógeno. A **Figura 1** sugere que possivelmente para o isolado F310 o antagonismo ocorreu por antibiose, já para a estirpe CML2743 ocorreu em função de diferentes mecanismos.



Figura 1- Culturas pareadas de estirpes de *Trichoderma* (antagonista à direita) com *Fusarium verticillioides* (patógeno à esquerda).

Os resultados obtidos indicam o potencial da utilização de estirpes de *Trichoderma* para controle biológico *F. verticillioides* tanto na cultura do milho quanto em sorgo. Considerando que o controle biológico é uma alternativa eficiente do ponto de vista econômico e ambiental, as estirpes avaliadas poderão ser exploradas em programas biotecnológicos a fim de possibilitarem a redução dos riscos e prejuízos causados por fungos produtores de micotoxinas, dessa forma avaliações em condições de casa de vegetação e campo são necessárias para validar a eficiência destas estirpes e desenvolvimento de produtos comerciais.

CONCLUSÕES

1. Estirpes de *Trichoderma* apresentam capacidade de reduzir o crescimento micelial de *F. verticillioides* em teste de crescimento pareado *in vitro* por diferentes mecanismos de ação.

2. A eficiência do biocontrole varia em função do genótipo dos agentes envolvidos, havendo necessidade de seleção de estirpes com maior potencial de biocontrole.

3. A estirpe 19 (BRM 036690; CMPC841) *T. harzianum* apresentou capacidade de controle dos dois isolados de *F. verticillioides* avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, FAPEMIG e UFSJ pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14p. Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 83.

GALARZA, L.; AKAGI, Y.; TAKAO, K.; KIM, C.S.; MAEKAWA, N.; ITAI, I.; PERALTA, E.; SANTOS, E.; KODAMA, M. **Characterization of Trichoderma species isolated in Ecuador and their antagonistic activities against phytopathogenic fungi from Ecuador and Japan**. Journal Genetic Plant Pathology, v.81, p. 201-210, 2015.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. **Trichoderma species: opportunistic, avirulent plant symbionts**. Nature Reviews Microbiology, v. 2, p. 43-56, 2004.

LAZAROTTO, M.; BOVOLINI, M. P.; MACIEL, C. G.; MUNIZ, M. F. B. **Seleção in vitro de Isolados de Trichoderma spp. com Potencial de Antagonismo a Isolados Patogênicos de Fusarium spp.** In: XVI Simpósio De Ensino, Pesquisa E Extensão, Unifra, v. 3, 2012.

LANZA, F.E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R.V.; QUEIROZ, V.A.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; SOUZA, A.G.C.; FIGUEIREDO, J.E.F. **Prevalence of fumonisin-producing Fusarium species in Brazilian corn grains**. Crop Protection, v. 65, p. 232-237, 2014.

MARIANO, R. L. R. Métodos de seleção *in vitro* para o controle biológico de patógenos de plantas. In: FERNANDES, J. M. C.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. Passo Fundo: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, 1993, v.1, p. 369-409. 417 p.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Recife, p.109-118, 2001.

MUNKVOLD, G.P.; DESJARDINS, A.E. **Fumonisin in maize: can we reduce their occurrence?** Plant Disease, v.81, p.556-565, 1997.

MUKHERJEE, P.K.; BENJAMIN A. HORWITZ, B. A.;

HERRERA-ESTRELLA, A.; SCHMOLL, M.; KENERLEY, C.M. **Trichoderma Research in the Genome Era**. Annual Review of Phytopathology, v. 51, p. 105-129, 2013.

PINTO, N. F. J. A. **Controle químico de doenças foliares do milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. **The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat**. Phytopathology, v. 67, p. 1051-1056, 1977

SHIOMI, H. F.; MELO, I. S.; INHONI, M.T. A. **Avaliação de bactérias endofíticas para o controle biológico da mancha foliar de Exserohilum turcicum em milho**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v. 82, p. 1-4, 2015.

VERMA, M.; BRAR, S.; TYAGI, R.; SURAMPALLI, R.; VALERO, J. **Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control**. Biochemical Engenery Journal, v. 3, p.1–20, 2007.

Tabela 2- Estirpes de *Trichoderma* do Banco de Germoplasma de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo (CMMFEMS) utilizadas para avaliação da capacidade antagonista contra isolados de *Fusarium verticillioides*.

Código BRM	Código CMMFEMS	Vegetação – Bioma ²	Código Laboratório	Identificação BLAST-N ³
BRM 036672	CMPC824	Restinga – Mata Atlântica	2	<i>T. asperellum</i>
BRM 036673	CMPC825	Restinga – Mata Atlântica	3	<i>T. reesei</i>
BRM 036674	CMPC826	Restinga – Mata Atlântica	4	<i>T. asperellum</i>
BRM 036675	CMPC827	Restinga – Mata Atlântica	5	<i>Trichoderma</i> ND
BRM 036676	CMPC828	Restinga – Mata Atlântica	6	<i>T. asperellum</i>
BRM 036677	CMPC829	Restinga – Mata Atlântica	7	<i>T. reesei</i>
BRM 036678	CMPC830	Restinga – Mata Atlântica	8	<i>T. reesei</i>
BRM 036680	CMPC831	Restinga – Mata Atlântica	9	<i>T. longibrachiatum</i>
BRM 036681	CMPC832	Restinga – Mata Atlântica	10	<i>Trichoderma</i> ND
BRM 036682	CMPC833	Restinga – Mata Atlântica	11	<i>T. reesei</i>
BRM 036683	CMPC834	Restinga – Mata Atlântica	12	<i>T. artroviride</i>
BRM 036684	CMPC835	Restinga – Mata Atlântica	13	<i>T. asperellum</i>
BRM 036685	CMPC836	Restinga – Mata Atlântica	14	<i>T. asperellum</i>
BRM 036686	CMPC837	Restinga – Mata Atlântica	15	<i>T. asperellum</i>
BRM 036687	CMPC838	Restinga – Mata Atlântica	16	<i>T. asperellum</i>
BRM 036688	CMPC839	Restinga – Mata Atlântica	17	<i>T. asperellum</i>
BRM 036689	CMPC840	Restinga – Mata Atlântica	18	<i>T. asperellum</i>
BRM 036690	CMPC841	Restinga – Mata Atlântica	19	<i>T. harzianum</i>
BRM 036691	CMPC842	Restinga – Mata Atlântica	21	<i>T. intricatum</i>
BRM 036692	CMPC843	Restinga – Mata Atlântica	22	<i>T. intricatum</i> .
BRM 036693	CMPC844	Restinga – Mata Atlântica	23	<i>T. virens</i>
BRM 036694	CMPC845	Restinga – Mata Atlântica	24	<i>Trichoderma</i> ND.
BRM 036695	CMPC846	Restinga – Mata Atlântica	25	<i>T. longibrachiatum</i>
BRM 036696	CMPC847	Restinga – Mata Atlântica	27	<i>T. longibrachiatum</i>
BRM 036697	CMPC848	Restinga – Mata Atlântica	28	<i>T. viren</i>
BRM 036698	CMPC849	Restinga – Mata Atlântica	33	<i>T. asperellum</i>
BRM 036699	CMPC850	Restinga – Mata Atlântica	34	<i>T. asperellum</i>
BRM 036700	CMPC851	Restinga – Mata Atlântica	35	<i>T. asperellum</i>
BRM 036701	CMPC852	Restinga – Mata Atlântica	36	<i>Trichoderma</i> ND
BRM 036702	CMPC853	Restinga – Mata Atlântica	39	<i>Trichoderma</i> ND
BRM 036703	CMPC854	Restinga – Mata Atlântica	40	<i>T. longibrachiatum</i> sp.
BRM 036704	CMPC855	Restinga – Mata Atlântica	42	<i>T. artroviride</i>
BRM 036705	CMPC856	Restinga – Mata Atlântica	44	<i>Trichoderma</i> ND
BRM 036706	CMPC857	Restinga – Mata Atlântica	45	<i>Trichoderma</i> ND.
BRM 034945	CMSV502	Canga – Cerrado	502	<i>T. koningiopsis</i>
BRM034989	CMSV662	Cerrado – Cerrado	662	<i>T. sp. 662</i>
BRM034991	CMSV728	Eucalipto – Cerrado	728	<i>T. spirale</i>
BRM035072	CMSV771	Mata – Cerrado	771	<i>T. gamsii</i>
BRM035073	CMSV793	Cerrado – Cerrado	793	<i>T. harzianum</i>
BRM034958	CMSV814	Mata – Cerrado	814	<i>T. uncultured</i>
BRM035066	CMSV844	Mata – Cerrado	844	<i>T. harzianum</i>
BRM035075	CMSV845	Capim – Cerrado	845	<i>T. sp. 845</i>
BRM035154	CMSV854	Canga – Cerrado	854	<i>T. harzianum</i>
BRM035042	CMSV861	Capim – Cerrado	861	<i>T. sp. 861</i>
BRM035077	CMSV870	Eucalipto – Cerrado	870	<i>T. harzianum</i>
BRM035049	CMSV879	Capim – Cerrado	879	<i>T. harzianum</i>
BRM035082	CMSV966	Capim – Cerrado	966	<i>T. harzianum</i>

BRM¹ Brasil Microrganismo: <http://alelomicro.cenargem.embrapa.br/alelomicro>. ²Área de coleta dos fungos. ³Identificação de isolados de fungos filamentosos por sequenciamento da região ITS do rDNA pela ferramenta BLAST N em comparação com o material encontrado no *GenBank*. ND – Não Determinado.

Acúmulo de macronutrientes em milho precedido por sorgo consorciado em Integração Lavoura-Pecuária.

Isabô Melina Pascoaloto⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Sanderley Simões da Cruz⁽³⁾; Guilherme Franzote Rossi⁽⁴⁾; Gilmar Cotrin Lima⁽⁵⁾; Jeferson Garcia Augusto⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação; bolsista FAPESP; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Ilha Solteira, SP; isabomelina@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto; UNESP; Ilha Solteira, SP; Bolsista CNPq, dreotti@agr.feis.unesp.br; ⁽³⁾ Professor doutor; Instituto Federal do Pará (IFPA); Marabá, PA; ssdacruz@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; guirossi_2@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; gilmarcotrinlima@gmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; jefercv@hotmail.com.

RESUMO: O aporte de nutrientes no solo está diretamente relacionado à sua fertilidade e à quantidade de material que é exportado da área a cada ciclo de cultivo. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de macronutrientes exportada da área com a colheita de grãos de milho cultivado em sucessão ao consórcio de sorgo para silagem com forrageiras tropicais e/ou guandu-anão. O delineamento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos: milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão; milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça; milho em sucessão a sorgo para silagem consorciado guandu-anão; milho em sucessão a sorgo para silagem. Foram determinados a produtividade e o acúmulo de nutrientes dos grãos de milho de cada tratamento. Os tratamentos de milho em sucessão ao consórcio de sorgo com capim-marandu, com ou sem guandu-anão, resultaram em maiores exportações de macronutrientes da área por sua maior produtividade. Os tratamentos de milho em sucessão ao sorgo consorciado com guandu-anão resultaram em menores produtividades e menores quantidades de macronutrientes exportados.

Termos de indexação: Plantio direto, *Megathyrsus maximum*, *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

O sucesso de uma lavoura comercial está diretamente relacionado com o manejo de nutrientes

do solo. A quantidade de nutriente disponível para a planta é dependente de três variáveis: o teor do nutriente disponível no solo, a quantidade de nutriente a ser adicionada ao solo na forma de adubos e a quantidade de nutriente a ser extraída da área pela colheita da cultura anterior.

Conforme Von Pinho et al. (2009), a extração de nutrientes depende da produtividade agrícola e do acúmulo de nutrientes nos grãos e em outras partes das plantas que são exportadas da área e por isso é necessário analisar a quantidade de nutriente extraída para realizar a reposição por adubação no próximo ciclo produtivo.

Embora fosse necessário levar em consideração todas as variantes do sistema de produção, a maioria dos produtores se atenta apenas para as recomendações genéricas de adubação de cada cultura, tornando o cultivo não sustentável e reduzindo a qualidade do solo.

A qualidade do solo, de acordo com Molin et al. (2007) é a capacidade dele, em sistema natural ou manejado, de sustentar a produção e como a engenharia genética está produzindo cultivares com potências produtivas cada vez maiores, a manutenção de um solo que permita à planta atingir seu potencial máximo é o diferencial no mercado. O uso de sistemas como a Integração Lavoura-Pecuária é uma forma de otimizar a produção em uma área com custos reduzidos.

Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de macronutrientes a ser exportada nos grãos de milho em sucessão ao sistema de Integração Lavoura-Pecuária de sorgo para silagem consorciado com forrageiras e/ou guandu-anão no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em área de sequeiro

na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), localizada no município de Selvíria, MS, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, SP. O tipo climático é tropical úmido com seca no inverno e chuvas no verão, classificado por Köppen como Aw. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (MSUG); sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (MSU); sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão (MSMG); sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça (MSM); sorgo para silagem consorciado guandu-anão (MSG) e sorgo para silagem em cultivo exclusivo (MSS).

O sorgo da safra anterior (2014/2015) foi semeado em espaçamento de 0,45 m, com densidade de 15 a 20 sementes m^{-1} , as forrageiras foram semeadas simultaneamente e na mesma linha, um pouco abaixo para retardar a emergência e com aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC=76 e 72%) para capim-marandu e para o capim-mombaça na sequência. O guandu-anão foi semeado nas entrelinhas do sorgo, em espaçamento de 0,45 m e com 20 sementes m^{-1} .

Para a produção de silagem foram realizados dois cortes na altura de 0,30 m a partir do solo, um quando os grãos apresentaram 70% de MS e o corte da rebrota foi realizado 94 dias depois da colheita do primeiro corte. Após a colheita para silagem, as áreas que não havia consórcio com forrageiras foram mantidas em pousio e as forrageiras foram conservadas na área por 6 meses com cortes simulando pastejo a cada 30 dias, sendo realizada após o último corte (outubro de 2015) a dessecação da área com Glyphosate (1,56 kg ha^{-1} do ingrediente ativo (i.a.)), antes da instalação da cultura do milho. Após a dessecação das forrageiras e antes da semeadura do milho foi realizada a caracterização física e química da área e conforme a necessidade, foi realizada calagem e adubação seguindo recomendações para a cultura.

Cada parcela experimental do milho ocupou exatamente o mesmo local no espaço que as parcelas dos consórcios antecessores e contou com 7 linhas de milho de 10 m de comprimento, totalizando 27 m^2 por unidade experimental. A semeadura foi realizada em novembro de 2015, por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente de 0,05 m, em espaçamento de 0,45 m. Tanto a adubação de

semeadura como a adubação de cobertura foram realizadas de acordo com recomendação para a cultura na região de estudo.

Ao final do ciclo, na época da colheita (grãos de milho com 20% de umidade) foram coletadas todas as espigas dos 8 metros centrais das 3 linhas centrais de cada parcela para determinação da produtividade que foi transformada para 13% de umidade. Amostras dos grãos foram levados à estufa a 65°C até massa constante, moídas em moinho de faca tipo "Willey" e analisadas para macronutrientes segundo metodologia de Malavolta et al. (1997). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P<0,05$ e $P<0,01$), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$ e $P<0,01$), utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de produtividade (Tabela 1) apresentaram diferenças significativas a 5% entre tratamentos. O tratamento de maior produção foi o MSUG e o com menor produção foi o MSG. Pariz et al. (2009), ao estudarem o consórcio de diferentes forrageiras com o milho, encontraram maior produção no milho solteiro que no milho consorciado com *Megathyrsus*, o que foi observado também nesse trabalho. Embora não tenha sido semeada a forrageira no ciclo produtivo do milho, as touceiras remanescentes do cultivo com o sorgo, mesmo após a dupla aplicação de herbicida, rebrotaram e se instalaram na área (Figura 1).

As forrageiras do gênero *Urochloa* não possuem crescimento tão vigoroso e não rebrotaram em quantidade e velocidade suficiente para uma nova instalação na área (Figura 1). Por esse motivo, foram os tratamentos que apresentaram maiores produtividades, pois não houve a competição da forrageira com o milho e houve ao mesmo tempo uma maior deposição de palhada sobre o solo, o que reduziu a incidência de plantas daninhas e permitiu o manutenção de maior umidade nas camadas superficiais do solo.

A menor produtividade por parte do tratamento MSG pode ser explicada por uma possível compactação superficial do solo uma vez que o guandu foi semeado com outra máquina, e portanto, o tráfego nas áreas que continham essa espécie durante o ciclo do sorgo foi maior, o que pode ter causado problemas na germinação da cultura sucessora, o milho. Essa possível compactação não teve impacto significativo nos demais tratamentos que englobam essa espécie e forrageiras pois as raízes das forrageiras criam canais no solo que permitem a descompactação natural.

Dentre todos os macronutrientes analisados,

apenas o enxofre não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Dentre os demais, os maiores acúmulos foram observados para o tratamento SSUG para N e Ca, SSU para P, e SSUG e SSU para K e Mg. Em todos os tratamentos os menores acúmulos foram encontrados no SSG.

Analisando a Tabela 1, se nota que quanto maior a produtividade do tratamento, maior será o acúmulo de macronutrientes nos grãos, e como os grãos são a parte comercial do milho a ser retirada da área, quanto maior o acúmulo, maior a exportação do nutriente.

Os valores exportados de N pelos grãos (entre 11 e 14 kg t⁻¹), estão próximos aos verificados por Silva et al. (2006), que encontraram valores na faixa de 14,5 kg t⁻¹. O acúmulo de cada nutriente está abaixo dos valores recomendados por Von Pinho et al (2009) para produção de 1 tonelada ha⁻¹ de grãos, mas essa diferença pode ser atribuída ao uso de diferentes cultivares entre as pesquisas e ao fato de que a quantidade necessária de um nutriente para a produção de grãos não corresponde necessariamente à quantidade desse nutriente que será encontrada nos grãos.

No mesmo trabalho, Von Pinho (2009) demonstra que é necessária uma quantidade maior dos nutrientes para produzir 1 tonelada ha⁻¹ de grãos que para produzir a mesma massa em matéria seca. Com isso em vista, o aporte de nutrientes no solo deve seguir uma regra mais rigorosa. Gondim et al. (2010), estudando a eficiência do milho sob omissão de nutrientes, concluíram que a falta na planta promove a redução na produção de massa seca da parte aérea e na eficiência de absorção dos demais nutrientes.

A lista de nutrientes com variação (%) entre os tratamentos com menor exportação e o com maior exportação, em ordem decrescente é: Mg (59,44%); K (54,19%), P (50,62%), N (44,90%) e Ca (32,84%). Essa ordem condiz com a mobilidade dos nutrientes dentro da planta. Segundo Malavolta (1980), os nutrientes altamente móveis dentro dos tecidos da planta são o N e o K, os móveis são o P, S e Mg, e o imóvel é o Ca.

Nesse sentido, os nutrientes com maior mobilidade têm mais facilidade para passar dos tecidos das raízes, onde são absorvidos, para os tecidos dos grãos, que serão colhidos. Apenas o nitrogênio não seguiu à ordem de mobilidade, mas isso pode ser explicado devido à alta disponibilidade do nutriente no solo, graças à adubação de cobertura e o histórico em SPD, o que permitiu uma absorção uniforme por todos os tratamentos e uma menor variação.

CONCLUSÕES

O teor de macronutrientes exportados, quando se trata do mesmo cultivar, é diretamente relacionado com a produtividade.

O consórcio de sorgo com forrageiras do gênero *Urochloa*, com ou sem quando, resultam em maior exportação de nutrientes na cultura subsequente.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de pós-graduação (Processo n. 2015/06685-0) para desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GONDIM, A. R. O.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; FONSECA, I. M. Eficiência nutricional do milho cv. BRS 1030 submetido à omissão de macronutrientes em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MOLIN, J. P.; VIEIRA JUNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; FAULIN, G. D. C.; MARCARIN, L. Variação espacial na produtividade de milho safrina devido aos macronutrientes e à população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 3, p. 309-234, 2007.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; GUIMARÃES, G. L.; BUZZETTI, S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.
- VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes



e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 157-173, 2009.

Tabela 1 – Produtividade (PROD) e acúmulo de macronutrientes nos grãos de milho em sucessão ao sorgo para produção de silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e/ou guandu-anão no Cerrado.

Tratamento	PROD	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹						
	*	**	**	**	*	**	ns
MSUG	7.716 a	108,27 a	18,76 ab	31,65 a	0,67 a	6,04 a	7,42
MSU	7.430 ab	100,09 ab	21,69 a	31,16 a	0,65 ab	6,46 a	7,47
MSMG	5.830 ab	71,51 abc	15,14 ab	21,93 ab	0,51 ab	4,33 ab	6,09
MSM	5.514 ab	67,39 bc	15,89 ab	21,30 ab	0,48 ab	4,06 ab	5,79
MSG	5.095 b	59,65 c	10,71 b	14,50 b	0,45 b	2,62 b	4,92
MSS	6.197 ab	71,98 abc	13,89 ab	20,72 ab	0,54 ab	3,47 b	6,47
Média	6.297	79,81	16,01	23,54	0,55	4,50	6,36
CV (%)	16,34	17,40	19,11	21,44	17,55	18,60	21,58

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); CV (%): Coeficiente de variação. **MSUG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Urochloa brizantha* e guandu-anão; **MSU** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *U. brizantha*; **MSMG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Megathyrsus maximum* e guandu-anão; **MSM** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *M. maximum*; **MSG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com guandu-anão; **MSS** – Milho em sucessão a sorgo solteiro.



Figura 1 – À esquerda: plantas de milho com capim-mombaça proveniente da rebrota das touceiras semeadas no ano agrícola anterior, no tratamento milho em sucessão ao sorgo consorciado com capim-mombaça. À direita: área da parcela de milho em sucessão ao sorgo consorciado com capim-marandu.

Adubação pós-plantio no desempenho de híbridos na produção de milho verde

Kelson Willian de Oliveira; Alice Lagoeiro de Abreu; Iran dias Borges; thayne fernades pereira; Ana Lucia Lara Lanza; Junia de Paula lara

⁽¹⁾; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; Isabella_cris20@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei.

RESUMO: Há um crescimento da demanda do consumidor por milhos especiais no Brasil, diante disso, empresas produtoras de sementes vêm investindo no desenvolvimento de híbridos e variedades com intuito de melhorar a produtividade e a qualidade e agregar mais valor para o produtor. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de milho para produção de milho verde, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais. Foi instalado um experimento com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As cultivares de milho influenciam quantitativamente e qualitativamente a produção de espigas verdes. As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de espigas verdes, nas condições de realização deste trabalho. A cultivar BRS VIVI tem menor produção de minimilho e espigas verdes que as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO, porém com o BRIX maior, e a cor de espigas e os parâmetros de espigas comerciais adequados. A RB 9110 PRO proporciona maior produção de espigas verdes que as demais, porém com espigas mais compridas, mais finas e de cor mais forte, o que a deprecia comercialmente.

Termos de indexação: milho verde; cultivares, fertilização.

INTRODUÇÃO

Entre as várias aplicações de uso do milho, encontra-se o seu consumo *in natura* conhecido como ponto de milho verde, sendo colhido na fase de grão leitoso e pastoso, normalmente entre 20 a 25 dias após a polinização. O milho verde faz parte da tradição da culinária brasileira, onde se tornou um grande atrativo para os pequenos e médios

produtores devido ao bom preço de mercado e da alta demanda pelo produto. Pode ser consumido cozido ou assado, na forma de curau, como suco e ingredientes para fabricação de bolos, biscoitos, sorvetes e pamonhas (MORAES, 2009).

O mercado consumidor do milho verde tem se tornado cada vez mais exigente em relação à qualidade do produto. As espigas devem apresentar boa condição sanitária, ser bem formadas e bem granadas. De acordo com Moraes (2009), as principais características exigidas pelo mercado brasileiro para o milho verde são: grãos dentados amarelos, grãos uniformes, espigas longas e cilíndricas (espigas maiores que 15 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro), sabugo fino e claro, boa granação, pericarpo delicado e bom empalhamento, boa produtividade, alta capacidade de produção de massa e baixa produção de bagaço, tolerância às principais pragas e doenças. Além dessas características, essa cultura exige precisão do produtor na colheita e rapidez na comercialização.

Devido à crescente demanda, somada às exigências do consumidor, as empresas produtoras de sementes passaram a desenvolver cultivares que atendessem o mercado consumidor. No contexto milho verde, inserem-se também o milho doce e o superdoce, que somente são consumidos na forma de milho verde *in natura* ou industrializados (PEREIRA FILHO, 2003).

Mutações espontâneas ocorridas no milho, descobertas há cerca de 100 anos, deram origem o chamado milho doce (*Zea mays spp. saccharata* e *Zea mays spp. rugosa*). Tais mutações retardam a síntese de amido levando ao acúmulo de açúcares, principalmente da sacarose. O *locus sugary* é responsável pela mutação espontânea mais comum, levando ao acúmulo de cerca de duas vezes mais açúcares em relação aos demais milhos doces (SOUSA et al., 2012). O milho comum tem em torno de 3 % de açúcar e entre 60 e 70 % de amido, o milho doce tem de 9 a 14 % de açúcar e de 30 a 35 % de amido e o superdoce tem em torno de 25

% de açúcar e de 15 a 25 % de amido (LUZ et al., 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas-MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47, situada a 19°28'36" S e 44°11'53" O, a 769 m de altitude. O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico, comum na região, esta possui temperatura média anual de 22,73 °C e a precipitação total durante o período experimental de 712,4 mm (EMBRAPA, 2016). O período experimental compreendeu os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016.

A correção do solo antes do plantio não foi realizada, e foi feita somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A semeadura do milho verde foram feitas manualmente, no dia 19 de novembro de 2015.

Foi instalado um experimentos com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As características avaliadas foram teor de sólidos solúveis (BRIX), cor da espiga (COR), altura da planta (ALT), altura da primeira espiga (ALTE) e diâmetro do colmo (DIAC).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência das cultivares em todas as características avaliadas, excetuando altura de planta, altura da primeira espiga e diâmetro de colmo. Já as adubações realizadas pós-plantio influenciaram apenas o número de espigas. Não se observou interação significativa entre os fatores nas variáveis analisadas Independentemente da adubação adotada, a cultivar BRS VIVI proporcionou valores de sólidos solúveis totais muito maiores que as demais, que foram semelhantes entre si, e não houve diferenças significativas entre as adubações adotadas.

Para a cultivar doce BRS VIVI, observou-se valores de 15,37 °Brix em média e 7,8 ° Brix para as cultivares verdes. Assim como neste trabalho, Pinho et al. (2008), avaliando a qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional, constaram que o teor médio de sólidos solúveis para os milhos doces SWB 551 (15,83 °BRIX) e BRS VIVI (14,50 °BRIX) apresentaram percentual significativamente superior aos das demais cultivares.

O milho comum tem em torno de 3 % de açúcar e entre 60 e 70 % de amido, enquanto o milho doce tem de 9 a 14 % de açúcar e de 30 a 35 % e o superdoce tem em torno de 25 % de açúcar e de 15 a 25 % de amido (LUZ et al., 2014). Assim, os valores obtidos com as cultivares verdes e com a cultivar doce estão dentro do esperado, com valores em torno de 7.8 e 15.3 °BRIX.

Tabela 01: Teor de sólidos solúveis totais de espigas verdes (BRIX) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	15,52	Ab	15,86	Ab	14,73	Ab	15,37	b
RB 9110 PRO	7,80	Aa	8,38	Aa	7,27	Aa	7,81	a
RB 9004 PRO	8,27	Aa	7,19	Aa	8,19	Aa	7,88	a
MÉDIA	10,53	A	10,47	A	10,06	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Não houve diferença significativa entre as cultivares e as adubações para altura das plantas, diâmetro do colmo e altura da primeira espiga para o milho verde. Assim podemos inferir que as adubações adotadas não influenciaram no porte das plantas (ALT, DIAC, ALTE).

Em trabalho realizado por Dorneles (2010), em que se avaliou a produtividade do milho em resposta à adubação de N em cobertura via solo e via foliar, a altura das plantas e altura da primeira espiga não foram influenciadas (5% de probabilidade) para os diferentes tratamentos e níveis de aplicações. Entretanto, as aplicações de N via solo resultaram em colmos com diâmetro significativamente maiores que as aplicações foliares.

Já Lemos (2008), obteve maior altura de plantas para a cultivar SHS 4070 que as demais cultivares, independentemente da estratégia de aplicação da adubação foliar adotada, e a cultivar AG1051, e as cultivares doces SWB551 e SWB585 foram semelhantes entre si. Corroborando com Lemos (2008), Do Vale et al. (2011) obtiveram

diferenças entre tratamentos com adubação e com as cultivares para essa característica.

Para cor das espigas, a cultivar RB 9110 PRO teve notas superiores às demais, que foram semelhantes entre si. Assim, considerando a preferência do consumidor por espigas mais claras (nota 2 ou 3), essa cultivar pode ter menor aceitação no comércio *in natura* das espigas. Albuquerque (2005) também observou diferenças de notas de cor em diversos genótipos de milho para produção de espigas verdes.

Essa característica é de grande importância para comercialização, uma vez que exerce bastante influência na aceitação do produto pelo consumidor. Segundo Pereira Filho et al. (2003), as espigas com grãos de coloração mais clara são preferidas quando o produto é destinado ao consumo de milho verde *in natura*.

Tabela 02: Valores para cor de espigas verdes (COR) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	3,06	Aa	2,53	Aa	3,45	Aa	3,01	a
RB 9110 PRO	4,20	Ba	4,06	Ba	4,66	Ba	4,31	b
RB 9004 PRO	2,80	Aa	2,80	Aa	2,66	Aa	2,75	a
MÉDIA	3,35	A	3,13	A	3,59	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Como a análise do solo da área experimental não foi realizada recentemente, provavelmente, a falta de resposta positiva em produtividade das cultivares de milho verde à aplicação de adubação em cobertura, tanto foliar como via solo, foi devida à adubação de plantio ter sido suficiente para atender a demanda das cultivares em N e K e/ou aos altos teores destes nutrientes no solo durante o cultivo.

CONCLUSÕES

As cultivares de milho influenciam quantitativamente e qualitativamente a produção de espigas verdes.

As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de espigas verdes, nas condições de realização deste trabalho.

A cultivar BRS VIVI tem menor produção de minimilho e espigas verdes que as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO, porém com o BRX

maior, e a cor de espigas e os parâmetros de espigas comerciais adequados.

A RB 9110 PRO proporciona maior produção de espigas verdes que as demais, porém com espigas mais compridas, mais finas e de cor mais forte, o que a deprecia comercialmente.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho.

À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. **Desempenho de cultivares comerciais e experimentais para produção de milho verde na região sul de Minas Gerais**. Lavras, 2005.

DORNELES, J. G. L.; SILVA, A. M.; SANTANA, J. S.; RUVIARO, C. **Avaliação da produtividade do milho em resposta a adubação de nitrogênio em cobertura via solo e via foliar**. Congresso nacional de milho e sorgo, 28, 2010.

LEMOS, J. P. Desempenho de híbridos para produção de milho verde submetidas a diferentes estratégias de manejo da adubação foliar, no norte de Minas Gerais. 2008. 36f. Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba/MG. 2008.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. Horticultura Brasileira, v. 32, n.2, p. 163-167, 2014.

MORAES, A. R. A. de. **A cultura do milho verde**. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/MilhoVerde/index.htm>. Acesso em: 29 de abril. 2016.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. **Cultivares para o consumo verde**. In **O cultivo do milho verde**. EMBRAPA, Brasília DF: Embrapa Informação tecnológica, p. 17-30, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Adubação pós-plantio no desempenho de híbridos na produção de minimilho

Alice Lagoeiro de Abreu⁽¹⁾; Kelson Willian de Oliveira⁽²⁾; Iran Dias Borges⁽³⁾; Thayline Fernandes Ferreira⁽⁴⁾; Raphael Ferreira Alves⁽⁵⁾; Ana Lucia Lara Lanza⁽⁶⁾; Lorena Martins Brandão⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁵⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁶⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁷⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei.

RESUMO: O milho verde faz parte da tradição da culinária brasileira, onde se tornou um grande atrativo para os pequenos e médios produtores devido ao bom preço de mercado e da alta demanda pelo produto. Já o minimilho, é uma nova forma de utilização do milho, também conhecido como 'baby corn', é o milho cujas espigas ou espiguetas, popularmente denominadas 'bonecas', são colhidas ainda jovens, antes da fertilização dos grãos, para serem consumidas na forma de conservas ou *in natura*. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de milho para produção de minimilho e milho verde, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais. Foi instalado um experimento com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As cultivares de milho influenciaram quantitativamente e qualitativamente a produção de minimilho. As cultivares BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO são aptas para o uso como minimilho. A RB 9110 PRO proporciona maior produção de minimilho que as demais. As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de minimilho.

Termos de indexação: Baby corn; cultivares, fertilização

INTRODUÇÃO

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Entre as várias aplicações de uso do milho, para alimentação humana, existem os milhos especiais, sendo todo

milho que não é cultivado para a produção de grãos secos, commodities. Como exemplos pode-se citar: milho verde, milho doce, milho pipoca, minimilho, milho para canjica, dentre outros, que possuem mercado com alto valor agregado.

Minimilho é o nome dado à espiga de milho jovem contendo os estilo-estigmas de até 3 cm, em desenvolvimento e não fertilizada (RAUPP et al., 2008). O milho verde faz parte da tradição da culinária brasileira, preço de mercado e da alta demanda pelo produto. Já o minimilho, é uma nova forma de utilização do milho, também conhecido como 'baby corn', é o milho cujas espigas ou espiguetas, popularmente denominadas 'bonecas', são colhidas ainda jovens, antes da fertilização dos grãos, para serem consumidas na forma de conservas ou *in natura*. Segundo Sousa et al. (2012), este milho é muito comum nos EUA, mas vem ganhando grande espaço no mercado brasileiro incitado pela indústria de conserva.

Mutações espontâneas ocorridas no milho, descobertas há cerca de 100 anos, deram origem o chamado milho doce (*Zea mays spp. saccharata* e *Zea mays spp. rugosa*). Tais mutações retardam a síntese de amido levando ao acúmulo de açúcares, principalmente da sacarose. O *locus sugary* é responsável pela mutação espontânea mais comum, levando ao acúmulo de cerca de duas vezes mais açúcares em relação aos demais milhos doce (SOUSA et al., 2012). O milho comum tem em torno de 3 % de açúcar e entre 60 e 70 % de amido, o milho doce tem de 9 a 14 % de açúcar e de 30 a 35 % de amido e o superdoce tem em torno de 25 % de açúcar e de 15 a 25 % de amido (LUZ et al., 2014). Assim, o minimilho é classificado como uma espécie olerícola que possui alto valor agregado e é destinado basicamente ao consumo humano devido ao sabor dos grãos.

Avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de minimilho em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo deste trabalho foi

avaliar cultivares de milho para produção de minimilho, submetidas á diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas-MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47, situada a 19°28'36' S e 44°11'53 O, a 769 m de altitude. O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico, comum na região, esta possui temperatura média anual de 22,73 °C e a precipitação total durante o período experimental de 712,4 mm (EMBRAPA, 2016). O período experimental compreendeu os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016.

A correção do solo antes do plantio não foi realizada, e foi feita somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A semeadura do minimilho e milho verde foram feitas manualmente, no dia 19 de novembro de 2015.

Foi instalado um experimentos com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As características avaliadas foram Número de espigas, Peso das espigas com palha, Peso das espigas sem palha, Comprimento das espigas sem palha e Diâmetro da espiga sem palha.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo das cultivares para todas as características avaliadas, excetuando altura de plantas. Já, as estratégias de adubação adotadas influenciaram apenas o PCP, e não houve interação entre os fatores para todas as características avaliadas.

Para número de espigas, as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO foram superiores à VIVI, notadamente na adubação N + K para a cultivar RB 9110 PRO. Isso permite inferir que, apenas com a adubação de cobertura via solo se conseguiu o

melhor número de espigas para essa cultivar. De maneira geral, as adubações não influenciaram significativamente o número de espigas, com uma tendência à obtenção de maiores valores na adubação N e K + ALGA⁺ (TABELA 2).

Moreira et al. (2014), avaliando características agronômicas de genótipos de milho para produção de minimilho, obteve para número de espigas diferenças significativas, em que o milho verde, o híbrido simples ATL apresentou maior número de espigas quando comparado a outras cultivares, e o milho doce Bona-Verde e o super-doce foram os que apresentaram os menores números de espigas com médias de 195.000, 85.500, 56.750 espigas de milho por ha, respectivamente. Esses resultados corroboram com os observados neste trabalho, em que houve também baixo desempenho da cultivar doce em relação às cultivares de milho verde.

Tabela 1: Número de miniespigas (NESP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO							
	N + K COBERTURA		ALGA +		N e K ALGA+			
BRS VIVI	10	Aa	8	Aa	13	Aa	10	a
RB 9110 PRO	27	Ab	17	Aa	23	Aa	22	b
RB 9004 PRO	12	Aa	18	Aa	24	Aa	18	b
MÉDIA	16	A	14	A	20	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

A cultivar RB 9110 PRO proporciona maiores pesos com palha em relação às outras cultivares, porém, apenas com adubação foliar o peso com palha é menor que as demais adubações. (TABELA 3). Neste trabalho o peso de minimilho com palha, assim como para número de minimilho, foi inferior ao obtido por Do Vale et al, (2001) que trabalharam com irrigação suplementar.

Tabela 2: Peso com palha de miniespigas (PCP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO							
	N e K		ALGA +		N e K + ALGA+			
BRS VIVI	305	Aa	123	Aa	200	Aa	209	a
RB9110 PRO	1063	Bb	621	Ab	979	Bb	887	b
RB9004 PRO	186	Aa	248	Aa	538	Aa	324	a
MÉDIA	518	B	330	A	572	B		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Independentemente da adubação a cultivar RB 9110 PRO é superior para peso sem palha;

contudo, não houve diferenças significativas entre as adubações (TABELA 4).

Teles e Nascimento (2010), avaliando a competição de cultivares de milho doce e verde para a produção de minimilho, obtiveram resultados de peso sem palha para a cultivar verde bem maior que para a cultivar doce, com valores de 5.095 e 1.095 g, respectivamente. Este mesmo ocorreu no presente trabalho, em que a cultivar RB 9110 PRO se destacou com maior peso de minimilho sem palha.

Tabela 3: Peso sem palha de miniespigas (PSP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

Cultivar	ADUBAÇÃO				MÉDIA			
	N e K	ALGA ⁺	N e K + ALGA ⁺	MÉDIA				
BRS VIVI	83,7	Aa	25	Aa	44,8	Aa	51,3	a
RB9110	398,7	Ab	243	Ab	352,1	Ab	331,5	b
RB9004	40,3	Aa	54	Aa	112,9	Aa	69,0	a
MÉDIA	174,2	A	107	A	169,9	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Assim como para peso sem palha, a cultivar RB 9110 PRO apresentou comprimento de miniespigas superior às demais independentemente da adubação (TABELA 5).

Segundo Lana et al. (2011), o padrão para a classificação das espigas de minimilho comerciais para comprimento é de 4,0 a 12,0 cm. No presente trabalho o comprimento das espigas variou de 6,25 a 9,86 cm, o que mostra um resultado satisfatório para o padrão de classificação comercial.

Tabela 4: Comprimento de miniespigas (COMP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO				MÉDIA			
	N e K	ALGA ⁺	N e K + ALGA ⁺	MÉDIA				
BRS VIVI	6,75	Aa	5,7	Aa	6,2	Aa	6,2	a
RB 9110	9,51	Ab	9,8	Ab	10,2	Ab	9,8	b
RB 9004	6,72	Aa	6,0	Aa	7,0	Aa	6,5	a
MÉDIA	7,66	A	7,2	A	7,8	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Assim como para PSP e COMP, a RB 9110 PRO apresentou diâmetro superior às demais independentemente da adubação (TABELA 6).

Para diâmetro de espigas, segundo Lana et al. (2011), o padrão para a classificação das miniespigas comerciais é de 0,8 a 1,8 cm. Wangen e Faria (2013), no seu estudo não obteve resultados significativos quando comparado os diâmetros de milho verde e milho doce para minimilho, em que o diâmetro variou de 1,36 a 1,51 cm.

Tabela 5: Diâmetro de miniespigas (DIAE) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO				MÉDIA			
	N e K	ALGA ⁺	N e K + ALGA ⁺	MÉDIA				
BRS VIVI	10,7	Aa	9,5	Aa	9,6	Aa	9,9	a
RB 9110	15,1	Ab	15,4	Ab	15,5	Ab	15,3	b
RB 9004	9,3	Aa	9,7	Aa	10,9	Aa	10,0	a
MÉDIA	11,73	A	11,58	A	12,06	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

CONCLUSÕES

As cultivares de milho influenciam quantitativamente e qualitativamente a produção de minimilho.

As cultivares BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO são aptas para o uso como minimilho.

A RB 9110 PRO proporciona maior produção de minimilho que as demais.

As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de minimilho.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho.

À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

DO VALE, J. C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P. S. L. Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.4, p.781-787, 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

LANA, L. O.; CORDEIRO, A. A. S.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J.A. A., ARAÚJO, E. S. Avaliação de diferentes genótipos de milho com potencial para produção de minimilho e fitomassa para adubação verde. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 6, n. 2, Dez 2011.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. *Horticultura Brasileira*, v. 32, n.2, p. 163-167, 2014.

MOREIRA, A.; SANTOS, M. Z.; FAVARÃO, S. C. M. Características agronômicas de genótipos de milho para produção de minimilho. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.7, n.3, p. 633-643, set./dez. 2014.

RAUPP, D. S. et al. Minimilho em conserva: avaliação de híbrido. *Acta Amazonica*, v.38, p. 509-516, 2008.

TELES, D. A. A.; NASCIMENTO, W. M. Competição de cultivares de milho-doce para produção de minimilho. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 2, p. 2562-2568, 2010.

TELES, D. A. A.; NASCIMENTO, W. M. Competição de cultivares de milho-doce para produção de minimilho. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 2, p. 2562-2568, 2010.

WANGEN, D. R. B.; FARIA, I. O. Avaliação de variedades de milho para produção de minimilho. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.9, n.17; p. 385, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Análise da densidade populacional de milho no comportamento espectral do NDVI e sua relação com o rendimento de grãos

Jhonatan Alves da Silva⁽¹⁾; Christian Bredemeier⁽²⁾; André Luis Vian⁽³⁾; Elizandro Fochesatto⁽³⁾; Marcos Alexandre Turra⁽⁴⁾; Maicon Andreo Drum⁽¹⁾

⁽¹⁾ Graduando em agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: jhonatan.alves@hotmail.com; maicon.drum@ufrgs.com; ⁽²⁾ Professor Doutor em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: bredemeier@ufrgs.br. ⁽³⁾ Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: andre.vian@ufrgs.com; elizandrofochessato@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Mestrando em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: marcoturra2008@hotmail.com.

RESUMO: A quantificação da densidade de plantas torna-se necessária para direcionar manejos agrícolas, como a adubação nitrogenada. Pode-se utilizar ferramentas de sensoriamento remoto, utilizadas em agricultura de precisão para a identificação da densidade de plantas. O objetivo foi avaliar se a densidade populacional de plantas é capaz de promover variabilidade nos valores de NDVI e apresentar relação com o potencial produtivo do milho. O experimento foi conduzido à campo nas safras 2014 e 2015/2016 na EEA/UFRGS. Os tratamentos utilizados nas duas safras agrícolas (2014 e 2015/2016) foram quatro densidades populacionais (4, 6, 8 e 10 plantas m⁻²). Foram realizadas medições da reflectância do dossel vegetativo foram realizadas com sensor óptico Greenseeker, sendo calculado o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Os dados de NDVI e de produtividade de grãos foram submetidos à análise de regressão para cada estágio fenológico. Foi determinado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre NDVI e rendimento de grãos. Durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura do milho foram realizadas sete leituras em estádios fenológicos diferentes para cada densidade populacional. A medida que o ciclo da cultura avança, a partir de V3, as leituras realizadas pelo sensor nas diferentes densidades populacionais, são precisas, possibilitando a diferenciação das diferentes densidades populacionais. As maiores correlações encontradas para a utilização do NDVI concentram-se entre os estádios V3 a V9. O emprego do NDVI

foi capaz de identificar as diferentes densidades populacionais.

Termos de indexação: Sensoriamento remoto, Índice de vegetação por diferença normalizada, Densidade de plantas.

INTRODUÇÃO

A densidade de plantas é uma característica importante na determinação do potencial produtivo da cultura do milho (*Zea mays* L.) devido à sua influência direta no número de espigas por área e nos demais componentes de rendimento. O adequado ajuste da densidade populacional, permite uma melhor distribuição da área foliar, maximizando a absorção de radiação fotossinteticamente ativa e conseqüentemente, aumentando a produção de fotoassimilados, favorecendo o enchimento de grãos. A redução do espaçamento entrelinhas e/ou o aumento do número de plantas por m², foram as formas utilizadas para adequar o ajuste de plantas por área.

A quantificação da densidade de plantas torna-se necessária para direcionar manejos agrícolas, como a adubação nitrogenada. O método mais usual de se estimar a densidade populacional é com a contagem de alguns metros em duas ou três linhas de semeadura. Porém este método é oneroso e demorado, uma alternativa é a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, utilizadas em agricultura de precisão para a identificação e quantificação da densidade de plantas.

Dentre o emprego destas ferramentas, destaca-se os sensores de vegetação como as imagens de satélite ou de drones, e também os sensores proximais, como o Greenseeker. O monitoramento através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) pode ser realizado em todos os estádios vegetativos de desenvolvimento da cultura, a qual possibilita a estimativa da densidade populacional por área, de maneira mais rápida e prática.

Através da estimativa da densidade de plantas, pode-se realizar a estimativa do potencial produtivo do milho, que é definido entre os estádios V3 a V9 (Ritchie, 1993). Essas duas estimativas podem ser utilizadas conjuntamente para realizar previsões na densidade de plantas e no potencial produtivo de grãos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar se a densidade populacional de plantas é capaz de promover variabilidade nos valores de NDVI e apresentar relação com o potencial produtivo do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à campo nas safras 2014 e 2015/2016 na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul (RS). A área experimental está situada na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), em uma altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de Koppen (IPAGRO, 1979).

A precipitação pluvial média anual em Eldorado do Sul é de 1440 mm e a temperatura do ar média mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes (Bergamaschi, 2003). O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck, 2008).

Os tratamentos utilizados nas duas safras agrícolas (2014 e 2015/2016) foram quatro (4) densidades populacionais (4, 6, 8 e 10 plantas m⁻²). A semeadura da safra 2014, foi realizada no dia 05 de janeiro de 2014, sendo cada parcela constituída de três linhas de semeadura de três metros de comprimento espaçada em 0,5 m. Na safra

2015/2016, a semeadura foi realizada no dia 15 de setembro de 2015, sendo cada parcela constituída de seis linhas de semeadura de oito metros de comprimento espaçada em 0,5 m.

As parcelas foram semeadas com a densidade de 11 plantas m⁻² (safra 2014) e 13 plantas m⁻² (safra 2015/2016), aos 14 dias após a emergência, as diferentes densidades populacionais foram ajustadas por desbaste manual, sendo os tratamentos alocados no delineamento experimental de blocos ao acaso dentro da área, com quatro repetições. A adubação na semeadura foi de 350 kg/ha de NPK da fórmula 5-20-20 (safra 2014) e 300 kg/ha de NPK da fórmula 5-20-20 (safra 2015/2016).

A lavoura foi conduzida sob condições naturais de precipitação pluvial. Na safra 2014 ocorreu deficiência hídrica no início do desenvolvimento da cultura, de 15 dias (V5 – V7) e na safra de 2015/2016 foram registrados grandes volumes de precipitação pluvial no período vegetativo, ocorrendo deficiência hídrica no período reprodutivo, sendo de 15 dias após o florescimento.

A adubação de cobertura na safra 2014 foi de 126 kg/ha de nitrogênio, parceladas em duas aplicações, nos estádios V4 (63 kg/ha) e V7 (63 kg/ha) e na safra 2015/2016 foi de 350 kg/ha de nitrogênio, parceladas em duas aplicações, nos estádios V4 (150 kg/ha) e V8 (200 kg/ha). O híbrido utilizado foi o Morgan 30A77PW, nas duas safras. Os tratamentos culturais foram realizados segundo as recomendações técnicas da cultura do milho (Reunião, 2013).

As medições da reflectância do dossel vegetativo foram realizadas com sensor óptico Greenseeker, sendo calculado o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), o qual é dado pela relação $(\rho_{nir} - \rho_r) / (\rho_{nir} + \rho_r)$, $(\rho_{nir} - \rho_r / \rho_{nir} + \rho_r)$, onde ρ_{nir} e ρ_r são as reflectâncias no infravermelho próximo e no vermelho, respectivamente (Rouse, 1973). As leituras foram realizadas com o equipamento posicionado paralelamente às linhas da cultura, em altura de 1,0 m acima do dossel, sendo avaliada a linha central na safra 2014, nos estádios vegetativos V4, V5, V6, V8 e V9 e as quatro linhas centrais na safra 2015/2016, nos estádios vegetativos V3, V5, V6, V8, V9 e V10, segundo escala proposta por (Ritchie, 1993).

O rendimento de grãos foi determinado pela colheita de grãos na área útil da parcela, constituída

de uma linha central com cinco metros de comprimento (safra 2014) e de quatro linhas centrais com seis metros de comprimento (safra 2015/2016). Após a trilha, a massa de grãos de cada parcela foi pesada e corrigida para a umidade de 130 g kg^{-1} , sendo o valor extrapolado para kg ha^{-1} .

Os dados de NDVI e de produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM (Statistical Analysis System - SAS 8.0). Posteriormente, foi realizada a análise de regressão entre os valores de NDVI e o rendimento de grãos para cada estágio fenológico avaliado. Foi determinado também o coeficiente de correlação linear de Pearson entre NDVI e rendimento de grãos para cada estágio fenológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura do milho foram realizadas sete leituras em estádios fenológicos diferentes para cada densidade populacional. Na **figura 1**, são apresentados os valores de NDVI em função das diferentes densidades populacionais, ao longo do ciclo de desenvolvimento vegetativo (V3 a V10).

A medida que o ciclo da cultura avança, a partir de V3, as leituras realizadas pelo sensor nas diferentes densidades populacionais, são precisas, possibilitando a diferenciação das diferentes densidades populacionais. Observou-se que os maiores valores de NDVI são referentes as maiores densidades de semeadura, permanecendo esta relação até o estágio V9.

As leituras realizadas até o estágio V3 não apresentam diferença significativa entre as diferentes densidades populacionais. Isso deve-se ao fato do dossel vegetativo ainda ser pequeno, dessa maneira existe muita influência do solo e da palha, nas leituras de NDVI. A partir do estágio V9, as leituras de NDVI realizadas pelo sensor Greenseeker, saturam, ou seja, a semelhança nas quantidades de biomassa produzidas entre as diferentes densidades populacionais, faz com que a sensibilidade seja reduzida, assim o sensor não consegue mais captar diferenças nos valores de NDVI entre as densidades populacionais, limitando o uso do sensor a partir do estágio V9.

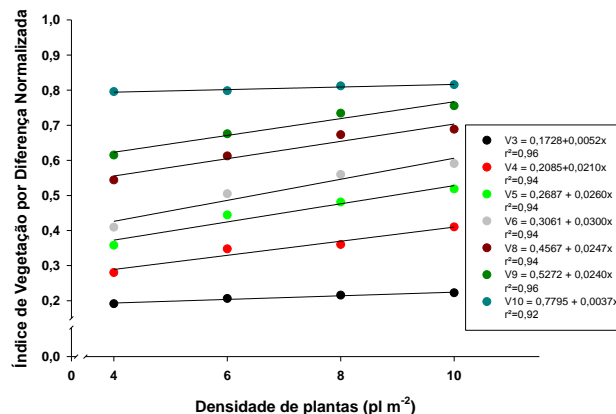


Figura 1. Comportamento do NDVI ao longo do ciclo de desenvolvimento em diferentes densidades populacionais.

O rendimento de grãos também apresentou variabilidade em função da densidade populacional, conforme apresenta a **figura 2** referente a média das duas safras (safra 2014 e 2015/2016).

A variabilidade no rendimento de grãos proporcionou alta relação com os valores de NDVI apresentados ao longo do trabalho. Os valores de NDVI referentes a densidade populacional de 6 plantas m^{-2} , não foi a que apresentou os maiores valores, como apresentando na **figura 1**, porém apresentou o maior rendimento.

Densidades populacionais muito baixas, comprometem o máximo potencial produtivo da cultura, por haver poucas plantas por m^2 . Já densidade muito altas apresentam competição intraespecífica, reduzindo o incremento em grãos e incrementando em biomassa, desta maneira ocorre a discriminação das densidades populacionais com as leituras de NDVI.

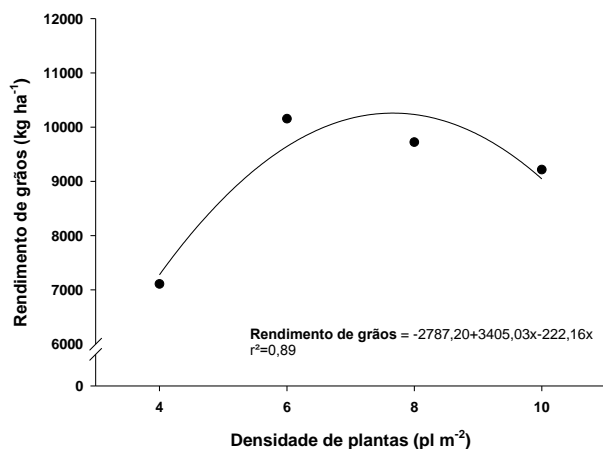


Figura 2. Rendimento de grãos de milho em função de diferentes densidades de semeadura.

Na **tabela 1** é apresentada a correlação entre os valores de NDVI e o rendimento de grãos das safras agrícolas, como forma de estimar o potencial produtivo da cultura em função da densidade populacional de plantas.

As maiores correlações encontradas para a utilização do NDVI concentram-se entre os estádios V3 a V9. Nestes estádios encontra-se valores de correlações acima ou igual a 0,65. Valores de correlação acima de 0,65 são considerados altos, portanto o NDVI torna-se uma ótima ferramenta para estimar o potencial produtivo nestes estádios da cultura. O estádio fenológico V10, apresentou baixa correlação, em função da saturação do NDVI neste estádio.

Tabela 1. Correlação entre NDVI em diferentes estádios de desenvolvimento do milho com rendimento de grãos.

Correlação (NDVI vs. Rendimento de grãos)	
Estádio vegetativo	Correlação
V3	0,70
V4	0,69
V5	0,74
V6	0,73
V8	0,70
V9	0,67
V10	0,42

O rendimento de grãos corrobora com os resultados apresentados e discutidos anteriormente,

pois apresentou grande variação nos rendimentos, em função da densidade populacional, em baixas densidades observa-se uma redução no rendimento, devido a falta de planta por área, porém apresentando o máximo de produção por planta. Quando analisa-se as densidades acima de 6 plantas m⁻² observa-se que o rendimento declina, pois a partir dessa densidade populacional aumentamos muito a competição entre plantas.

CONCLUSÕES

- As diferentes densidades populacionais de milho proporcionaram grandes diferenças nos valores de NDVI, sendo o uso deste índice capaz de diferenciar as populações de plantas.
- O potencial produtivo da cultura sofre alta influência das densidades de plantas, vistas através, das leituras de NDVI e das correlações apresentadas.

REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS e região de abrangência**, Porto Alegre: UFRGS, 2003, 78p.
- IPAGRO. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272p. (Boletim Técnico, 3).
- STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.
- REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO. **LVIII Reunião Técnica Anual de Milho e XLI Reunião Técnica Anual de Sorgo: indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas, RS, 2013. 124p.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p.
- ROUSE, J.W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In. **NASA ERTS Symposium**, v.3, p.309-317, 1973.

Análise de crescimento de plantas de sorgo biomassa (BRS 716)

Ana Lúcia Lara Lanza⁽¹⁾; Iran Dias Borges⁽²⁾; Júnia de Paula Lara⁽³⁾; Kelson Willian de Oliveira⁽⁴⁾; Ana Gabriela Ferreira Magalhães⁽⁵⁾; Frederico Tadeu Alves Resende⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; laralanza@terra.com.br; ⁽²⁾ Professor Doutor Adjunto Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Mestranda Universidade Federal de São João Del Rei, PPGCA; ⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁵⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁶⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma Universidade Federal de São João Del Rei

RESUMO: O sorgo é uma planta de clima tropical, de dias curtos e pertence ao grupo das gramíneas (C4). Seu ciclo pode ser dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e período de maturação do grão. Assim o objetivo desse trabalho foi analisar o crescimento de plantas e o número de folhas do sorgo biomassa em épocas diferentes sob o efeito da adubação nitrogenada e potássica em cobertura. O delineamento utilizado foi em inteiramente ao acaso com 9 tratamentos e 12 repetições. Os tratamentos correspondem às 9 épocas de análise de crescimento com intervalos de 15 em 15 dias após emergência. As características analisadas foram: altura média em todas as épocas e análise do número de folhas. Considerando as análises de diferentes épocas para crescimento de plantas e número de folhas do sorgo biomassa sob efeito de adubação nitrogenada e potássica, houve efeito da época no crescimento das plantas. O sorgo biomassa tem um salto significativo no seu crescimento após 45 dias de emergência devendo realizar a cobertura. Na etapa de crescimento 1 o sorgo biomassa emite uma folha a cada 3 dias e na etapa de crescimento 2 emite 2,5 folhas a cada 3 dias.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, adubação, crescimento

INTRODUÇÃO

A moderna planta de sorgo, *Sorghum bicolor*, é um produto da intervenção do homem, que domesticou a espécie e ao longo de gerações, vem transformando-a para satisfazer às necessidades humanas.

O sorgo é uma planta C4, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas. Em sua grande maioria,

os materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. Basicamente, o ciclo do sorgo pode ser dividido em três fases: A primeira fase de crescimento da cultura, é caracterizada pela germinação, aparecimento da plântula, crescimento das folhas e estabelecimento do sistema radicular. A etapa de crescimento 1 - EC1, é muito importante que ocorra em menor tempo possível uma vez que a planta possui tamanho reduzido e tem um crescimento inicial lento). Na etapa de crescimento 2 (EC2), ocorre entre 30 e 59 dias após emergência (DAE). Essa fase inicia-se quando o meristema apical se diferencia em um meristema floral e vai até a antese. Na etapa de crescimento (EC3), inicia 61DAE, vai da floração a maturação fisiológica e senescências das folhas, os fatores considerados mais importantes são aqueles relacionados ao enchimento de grãos (Embrapa 2009).

Embora a produtividade das culturas dependa de uma série de fatores relacionados ao clima e as características químicas, físicas e biológicas dos solos, a fertilidade é um dos fatores mais importantes e naturalmente associados ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

A cultura do sorgo destaca-se por sua rusticidade e pela grande tolerância ao déficit hídrico. Essas características têm favorecido a expansão de áreas plantadas no Brasil, principalmente em cultivos de safrinha e em regiões de baixa pluviosidade. O sorgo responde muito o suprimento de água e, em potencial, à adubação, podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtidas pela cultura do milho (Resende et al., 2009).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi analisar o crescimento das plantas e o número de

folhas de sorgo biomassa (BRS716) em épocas diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Campus Sete Lagoas, MG. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2015. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 9 tratamentos e 12 repetições totalizando 108 unidades experimentais. Houve um controle local na área experimental, com histórico conhecido e párea homogênea. Os tratamentos correspondem às 9 épocas de análise de crescimento do sorgo biomassa (BRS 716) espaçadas de 15 em 15 a partir da emergência.

A área experimental foi adubada com 100 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados em cobertura em dose única no estágio V5 - V6 (5 e 6 folhas completamente desenvolvidas, respectivamente). As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros espaçadas entre si a 0,70 m, sendo as duas linhas centrais utilizadas para efeito de coleta de dados e observações, desprezando 0,50 m nas extremidades. As fontes de N e K₂O utilizadas foram sulfato de amônia e cloreto de potássio, aplicadas superficialmente e ao lado, à distância de 15 cm, das linhas de plantio. Utilizou-se a cultivar de sorgo biomassa BRS 716, caracterizado por ciclo tardio, cultivado com estande de 110.000 plantas ha⁻¹.

O plantio foi realizado em 17/12/2015 e emergência dia 22/12/2015. As características analisadas foram: altura média, em cm, de 10 plantas de cada parcela, no período de 3 épocas de análise, essa etapa corresponde à desuniformidade das plantas por estarem no período de emergência e para as demais épocas: 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 DAE a análise de crescimento foi feita com 5 plantas de cada parcela uma vez que se observava a uniformidade das plantas na área experimental. Essas plantas foram medidas da superfície do solo à curvatura da última folha completamente formada, durante o período vegetativo, da primeira à oitava época (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 DAE) e da superfície do solo ao ápice da panícula, nona época (135 DAE) no período reprodutivo. Para essas medidas foi utilizada uma trena. Para a análise de número de folhas, foi feita a contagem das mesmas

na planta inteira, nas em todas as épocas do experimento.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para análise de crescimento da planta de sorgo encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Altura média de planta (cm), taxa de crescimento por dia e porcentagem de crescimento do sorgo biomassa em função de época de crescimento. Sete Lagoas, UFSJ, 2016.

Época	Altura Media	*Tx Cresc.	**% do Cresc.
15	26,16 g	1,74	7,06
30	34,30 g	2,29	9,26
45	43,94 g	2,93	11,86
60	149,42 f	9,96	40,32
75	198,58 e	13,24	53,59
90	257,67 d	17,18	69,53
105	317,25 c	21,15	85,61
120	346,67 b	23,11	93,55
135	370,58 a	24,71	100,00

*Taxa de crescimento por dia em 15 dias no período

** Porcentagem de crescimento sobre o total final

Pode-se observar que a altura das plantas aumentou de acordo com o avanço das épocas analisadas (**Tabela 1**). Houve um acréscimo acentuado da altura das plantas na época entre 45 e 60 DAE, onde a taxa de crescimento por dia em 15 dias no período, passou de 2,93 para 9,96 cm dia⁻¹ e a porcentagem de crescimento das plantas nesse período aumentou de 11,86 para 40,32%. Nesse período a absorção de nutrientes é de 70% para N e 80% para K₂ e o peso das folhas é máximo, enquanto o colmo alcança seu máximo peso (Borém et al, 2014).

A exigência nutricional da cultura do sorgo em geral torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica na época de formação das sementes, quando quantidades consideráveis de nutrientes são para elas translocadas. Esta maior exigência se deve ao fato de os nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Outra característica analisada foi o número de folhas do sorgo em função da época de crescimento considerando a taxa diária de crescimento das

folhas e porcentagem de crescimento das folhas do sorgo biomassa. Houve influência da época de crescimento em relação a característica analisada (**Tabela 2**).

Tabela 2- Número de folhas, taxa de crescimento por dia e porcentagem de crescimento do sorgo biomassa em função de época de crescimento. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

	Época	Número folhas	*Tx folhas	**% de folhas
EC1	15	4,51	0,30	23
EC1	30	5,42	0,36	28
EC1	45	6,50	0,43	33
EC2	60	7,50	0,50	40
EC2	75	8,58	0,57	44
EC2	90	10,25	0,68	53
EC2	105	13,25	0,88	68
EC2	120	15,33	1,02	79
EC2	135	19,50	1,30	100

*Taxa de emissão de folhas por dia em 15 dias no período

** Porcentagem de número de folhas sobre o total final

Aos 5 dias após a emergência surge a primeira folha totalmente expandida, o que resulta na supressão do crescimento do mesocótilo, estimulando a formação de clorofila. Com o crescimento da plântula as folhas vão se abrindo.

A partir do início do EC2, as folhas se desenvolvem mais rapidamente, pois à medida que os entrenós se alongam e as lâminas foliares se expandem, os fatores climáticos e o nível de nitrogênio do solo influenciam as taxas de divisão e alongamento, acelerando o ritmo de crescimento e a capacidade fotossintética. Entre 35 e 40 dias após a emergência, 80% da área foliar já se desenvolveu e a interceptação de luz é máxima, com 40% do potássio já absorvido (Borém, A.; Pimentel L.; Parrella R., 2014).

Os híbridos de sorgo apresentam rápido estabelecimento, alta velocidade de crescimento, boa capacidade de perfilhamento, resistência à seca, pouca exigência quanto à qualidade do solo e bom valor nutritivo (Bogdan, 1977; Wheeler, 1980). Somam-se, ainda, maior proporção de folhas, período de pastejo ou corte antecipado, além da possibilidade de utilização na forma de silagem ou feno (Rodrigues, 2000). Tais características são amplamente desejáveis em plantas forrageiras

(Mattos, 2003) e presentes significativamente no sorgo biomassa.

A altura de plantas de sorgo biomassa (BRS 716) teve comportamento linear e crescente em função das épocas de coleta das plantas analisadas. A altura máxima foi observada aos 135 DAE (**Figura 1**).

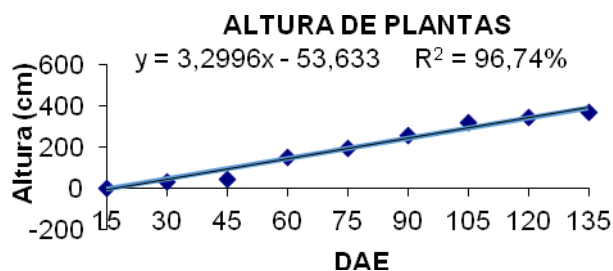


Figura 1. Valores de altura de planta (cm) do sorgo biomassa em função de dias após emergência (DAE) considerando intervalos de 15 em 15 dias. UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Os resultados encontrados na análise de altura de plantas em épocas diferentes corroboram com os valores apresentados por Borém, *et al.*, (2014) que relatam o crescimento da planta de sorgo em função do número de dias após a semeadura.

Brito (1999) encontrou valores de 2,15 a 3,05 m ao estudar quatro genótipos de sorgo de porte alto. Gomes *et al.* (2006), avaliando 11 cultivares de sorgo forrageiro, obtiveram valores de altura de planta de 1,52 a 4,11 m. Os resultados desse trabalho estão acima do encontrado pelos referidos autores.

CONCLUSÕES

O sorgo biomassa (BRS 716) tem um salto significativo no seu crescimento após os 45 DAE, devendo se realizar a adubação em cobertura pouco antes desta época, sugerindo em torno os 40 dias.

Na EC1 o sorgo biomassa emite uma folha a cada 3 dias, e na EC2 emite 2,5 folhas a cada 3 dias.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes. New York: Longman, 1977. 475p.
- BORÉM, A.; PIMENTEL L.; PARRELLA R. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014. p.51-57.
- BRITO, A. F. Avaliação das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e os seus

padrões de fermentação. 1999.129 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

EMBRAPA Milho e Sorgo-Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set. /2009 Produção de sorgo

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011

GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Comportamento agrônomico e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.

MATTOS, J.L.S. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil Central. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.2, n.1, p.52-70, 2003.

RODRIGUES, J.A.S. Híbridos de sorgo Sudão e sorgo bicolor: alternativa de forrageira para corte e pastejo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 22p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 4).

WHEELER, J.L. Increasing animal production from sorghum forage. World Animal Review, Rome, n.35, p.13-22, 1980.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Análise sensorial para teste de aceitação do milho doce (cultivar VIVI), na UFSJ, Sete Lagoas.

Victhória Assis de Souza⁽¹⁾; **Maria Emilia Araujo do Prado**⁽²⁾; **Iran Dias Borges**⁽³⁾; **Aline Cristina Arruda Gonçalves**⁽⁴⁾; **Aline Martineli Batista**⁽⁵⁾ **Isabella Cristina Lopes de Assis**⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia de Alimentos; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; Isabella_cris20@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante de Engenharia de Alimentos; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: O milho é pertencente à família das gramíneas e mutações espontâneas deram origem ao milho doce, que possui em média de 9 a 14% de açúcar. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a aceitação, segundo as características sensoriais e, a intenção de compra em relação ao milho doce e milho convencional, dos alunos, técnicos, professores e terceirizados da Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ. O experimento foi realizado na Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, *campus* Sete Lagoas. A colheita do milho doce e convencional ocorreu no ponto de colheita para milho verde no dia 31 de março de 2016, sendo a análise sensorial realizada no dia seguinte, no laboratório de Análise Sensorial. Os milhos submetidos à análise foram devidamente higienizados e cortados e, posteriormente servidos aos provadores com a ficha do teste de aceitação. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC). Como resultado logrou-se a preferência do milho doce em relação ao convencional, obtendo diferenças significativas entre os atributos sabor e impressão global que era o almejado. O milho doce é mais aceito que o milho comum, com grande intenção de compra. Diferenças estatísticas são observadas apenas para os atributos sabor e impressão global de espigas de milho verde e milho doce. Apesar de o milho doce ser pouco conhecido na região de Sete Lagoas, ele possui um mercado crescente e de grande potencialidade.

Termos de indexação: preferência; milhos especiais; intenção de compra.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), espécie pertencente à família das gramíneas, teve seus primeiros cultivos registrados a cerca de 7.300 anos atrás, na região do Golfo do México (Barros & Calado, 2014). Na América do Sul seu cultivo já era registrado a cerca

de 4.000 anos. Já no Brasil, os índios o cultivavam antes mesmo da chegada dos portugueses.

Mutações espontâneas ocorridas no milho, descobertas há +/- 100 anos, deram origem o chamado milho doce (*Zea mays* spp. *saccharata* e *Zea mays* spp. *rugosa*), tais mutações retardam a síntese de amido levando ao acúmulo de açúcares, principalmente sacarose (Sousa et al., 2012). Segundo este autor o *locus sugary* é responsável pela mutação espontânea mais comum, levando ao acúmulo de cerca de duas vezes mais açúcares em relação aos demais milhos doce.

Esse milho possui em média de 9 a 14% de açúcar e de 30 a 35% de amido, enquanto o milho verde possui 3% de açúcar e de 60 a 70% de amido. Segundo Filho (2002) devido ao baixo teor de amido presente no grão certos pratos culinários ficam inviabilizados de serem preparados, como o cural e a pamonha.

Segundo Sousa et al. (2012), este milho é muito comum nos EUA, mas vem ganhando grande espaço no mercado brasileiro incitado pela indústria de conserva.

O mercado consumidor de milho doce e superdoce exigem características completamente diferentes das relacionadas ao milho verde, principalmente em relação à quantidade de açúcar presente no grão. O maior teor de açúcar em relação ao de amido é uma característica desejável e que é bastante explorada pelo setor industrial e, também para o consumo do milho "*in natura*".

Segundo pesquisa feita por Souza et al. (1990), o consumo de milho doce é feito na forma do milho verde, milho desidratado e enlatados (em escala comercial). A colheita deve ser feita quando a espiga atinge níveis superiores a 70% de umidade, pois nesse teor o grão possui um alto grau de doçura e de conteúdo proteico.

A análise sensorial é o resultado das sensações originadas por reações fisiológicas, obtidas através

de estímulos, que geram interpretações de propriedades internas do produto. As sensações produzidas por efeitos psicológicos e, os estímulos produzidos por efeitos físicos e químicos quantificam as sensações do produto a ser analisado (Minimim, 2010). Essa análise é realizada com o auxílio dos órgãos sensoriais dos próprios indivíduos (tato, visão, paladar, olfato e audição) (Pascuet et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a aceitação, segundo as características sensoriais e, a intenção de compra em relação ao milho doce e milho verde, dos alunos, técnicos, professores e terceirizados da Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, *campus* Sete Lagoas. A colheita do milho doce e convencional ocorreu no ponto de colheita para milho verde no dia 31-03/2016, sendo a análise sensorial realizada no dia seguinte, no laboratório de Análise Sensorial.

A colheita ocorreu nas primeiras horas da manhã em área planta no *campus*. Posteriormente ocorreu o despalhamento e a limpeza das espigas que foram cortadas em rodela de aproximadamente 2 cm de altura e armazenadas sob refrigeração a cerca de 4°C, em sacos plásticos devidamente higienizados.

No dia seguinte as espigas foram cozidas, sem adição de sal, cerca de 20-30 minutos, em seguida foram deixadas imersas em água morna até a realização da análise sensorial.

As amostras foram colocadas em pratos descartáveis, codificados com números de três dígitos, sendo 515 para milho doce e 408 para milho convencional e, posteriormente, servido em bandejas onde havia também um copo descartável com água para os provadores realizarem enxágüe da boca e limpeza do palato entre uma amostra e outra (**Figura 3**).



Figura 1 – Bandejas servidas aos provadores durante coleta de dados, UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

Os avaliadores foram selecionados ao acaso entre docentes, discentes, servidores técnicos e terceirizados da UFSJ no *campus* de Sete Lagoas, totalizando 67 pessoas.

O teste foi conduzido em cabines individuais devidamente iluminadas, como representado na figura 1, na parte da manhã cerca de 2 horas antes do almoço (Moraes, 1990). Foi feita uma orientação a respeito do preenchimento da ficha e familiarização dos avaliadores sobre a análise a ser realizada.



Fonte: Isaac et al., 2012.

Figura 2 - Exemplo de Cabines individuais para análise sensorial.

As amostras foram apresentadas de forma monádica e sequencial e, todos avaliadores provaram as duas amostras, utilizando um delineamento de blocos inteiramente casualizados (DBC). Os atributos avaliados foram: cor, sabor, textura e impressão global. A escala utilizada foi hedônica de 9 pontos, variando entre gostei extremamente e desgostei extremamente (Stone & Sidel, 1993). Ao final, era opcional aos participantes a opinião sobre o teste realizado.

Além do teste de aceitação, foi realizado o teste de intenção de compra, onde utilizou-se uma escala de 5 pontos, variando entre certamente não compraria à certamente compraria (Carr et al., 1999). Os resultados foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA), e teste de comparação de médias de Tukey, ($\alpha=0,05\%$), Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias obtidas em relação aos atributos avaliados podem ser observadas na Tabela 1.

Em relação a estes atributos os únicos que apresentaram diferença significativa foram sabor e impressão global, sendo estes superiores para o milho doce (Tabela 1).

Através desses resultados possivelmente a maior aceitação do milho doce pode ser pelo fato deste conter um maior teor de sacarose em relação ao milho convencional. Como observado por Camilo et al. (2015), e ainda podendo ser considerado adequada conservação.

Tabela 1 – Médias para atributos os milhos doce e convencional, de acordo com os referidos atributos. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

Variáveis	Medias	
	515	408
Cor	8,1791 a	7,9403 a
Sabor	7,5821 a	6,8955 b
Textura	7,5075 a	6,9552 a
Impressão global	7,7313 a	7,1343 b
Intenção de compra	4,1045 a	3,6866 b

Médias seguidas por mesma letra na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No milho doce o teor de amido se relaciona com a textura do grão e com a espessura do pericarpo, tornando-o menos resistente, e conseqüentemente com uma boa aceitação (Camilo et al. 2015). Esperava-se que diferísse quanto a textura, sendo o milho doce mais aceito quanto a textura, no entanto, pode ser explicado por estudos realizados por Camilo et al (2015), sendo que o milho doce pode ter sido colhido um pouco depois da época que seria ideal.

Quanto à impressão global, houve uma diferença significativa, sendo observado para o milho doce e para o milho convencional, respectivamente, 7,7313 e 7,1343 assim verificou-se maior aceitabilidade do milho doce.

Em relação à análise de intenção de compra, os resultados foram 4,1045 e 3,6866, respectivamente, para o milho doce e milho convencional, sendo significativamente superior para a amostra de milho doce.

Apesar do milho doce ser pouco utilizado *in natura*, quando colocado em exposição esse teste se mostra alto, apresentando um potencial de crescimento e investimento em sua produção e comercialização.

CONCLUSÕES

O milho doce é mais aceito que o milho comum, com grande intenção de compra.

Diferenças estatísticas são observadas apenas para os atributos sabor e impressão global de espigas de milho verde e milho doce.

Apesar de o milho doce ser pouco conhecido na região de Sete Lagoas, ele possui um mercado crescente e de grande potencialidade.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pelo fornecimento das sementes de milho para o plantio a UFSJ por possibilitar a realização dos testes, ao aluno mauricelio, que realizou a colheita, a FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

BARROS, J. F. C.; CALADO, J.G. **A cultura do milho**. 1. ed. Évora, 2014. 52 p.

CAMILO, J.S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; BONNAS, D. S.; LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C. Aceitação sensorial de híbridos de milho doce e híbridos de milho verde em intervalos de colheita. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 62, n.1, p. 001-008, jan/fev, 2015.

CARR, B. T.; CIVILLE, G. V.; MEILGAARD, M. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. New York: CRC, 1999. 281 p.

FILHO, I. A. P. **O cultivo do milho verde**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 217p.

Isaac, V.L.B., Cefali, L.C., Chiari, B.G., Oliveira, C.C.L.G., Salgado, H.R.N., & Corrêa, M.A. (2008). **Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos**. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.*, 29(1), 81-96.

MINIMIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Ver. E ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 308 p.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 7. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1990. 93 p.

BIBLIOGRAFIA: PASCUET, N. S.; TIGLEA, P.; ZENEBON, O. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo : Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

SOUSA, S. M.; PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F.F. **Milho doce: origem de mutações naturais**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 44 p.



SOUZA, I. R. P.; MAIA, A. H. N.; A, C. L. T.
Introdução e avaliação de milho doce na região do Baixo
Paranaíba. In: Embrapa, 1990, Parnaíba.

Statistical Analysis System-SAS. **User's procedures
guide**. Version 6, Cary: SAS Institute, Inc 1989. 2v

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation
practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993. 338
p.

Nome: _____ Idade _____

1. Por favor, avalie a amostra recebida de Milho, e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos Cor, Sabor, Textura e Impressão Global.

9 - Gostei muitíssimo

8 - Gostei muito

N°amostra	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
-----------	-----	-------	---------	------------------

7 - Gostei moderadamente

_____	()	()	()	()
-------	-----	-----	-----	-----

6 - Gostei ligeiramente

5 - nem gostei/nem desgostei

4 - Desgostei ligeiramente

3 - Desgostei moderadamente

2 - Desgostei muito

1 - Desgostei muitíssimo

2. Por favor, com relação a amostra, caso este produto estivesse a venda, qual seria a sua atitude:

5. Certamente compraria

N°amostra	Intenção de compra
-----------	--------------------

4. Provavelmente compraria

_____	()
-------	-----

3. Tenho dúvidas se compraria

2. Provavelmente NÃO compraria

1. Certamente NÃO compraria

Figura 3 - Ficha de avaliação do teste de aceitação e intenção de compra.

Antecipação de nitrogênio para produtividade do milho em sucessão a gramíneas forrageiras no sistema plantio direto.

Letusa Momesso Marques⁽¹⁾; Katiuça Sueko Tanaka⁽²⁾; Cláudio Hideo Martins da Costa⁽³⁾; Aron Aiolo Sandoval⁽⁴⁾; Beatriz da Silva Fabretti⁽⁵⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CAPES; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; letusamomesso@gmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; katiucas@msn.com ⁽³⁾ Pós-doutorando em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; c_hideo@hotmail.com ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; aas.mamica2014@gmail.com ⁽⁵⁾ Graduanda em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; bia.fabretti@hotmail.com ⁽⁶⁾ Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; crusciol@fca.unesp.br.

RESUMO: A recomendação da fertilização nitrogenada para a cultura do milho em sistema plantio direto (SPD) é realizada com base no conceito da produtividade esperada, porém alguns agricultores têm aplicado todo o nitrogênio (N) antecipadamente na planta produtora de palha, ou sobre palhada às vésperas da semeadura. A fim de avaliar a viabilidade dessa técnica, o delineamento experimental foi constituído pelas plantas de cobertura do solo *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*, combinadas com seis formas de manejo da adubação nitrogenada, sendo estas: 1- aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), 2- 10 DAD, 3- 5 DAD, 4- aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, 5- convencional (30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura), e um tratamento controle, sem aplicação de N. Foram avaliadas a produção de massa de matéria seca da planta de cobertura aos 0 e 90 dias após a dessecação, e para a cultura do milho foram determinadas a altura de plantas, massa de matéria seca da parte aérea, componentes de produção, produtividade de grãos e eficiência de utilização do N aplicado (EUN). A alta produção de palha com o manejo do N não resultou em maiores produtividades no milho. A produção de palha da *U. ruziziensis* é maior em relação a produção da *U. brizantha*. É possível realizar a aplicação de todo N na cultura do milho sobre a palhada, às vésperas da semeadura, com resultados semelhantes ao manejo convencional recomendado.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Urochloa* sp, adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

A escolha das plantas na rotação de culturas é imprescindível para a sustentabilidade do SPD, principalmente em regiões com inverno seco, onde existe dificuldade de produção de palha no período de outono/inverno, decorrente das condições climáticas limitantes. Uma alternativa é a utilização de forrageiras tropicais perenes, como as espécies do gênero *Urochloa*, devido as características do sistema radicular vigoroso e profundo, com elevada tolerância à deficiência hídrica, eficientes na absorção de nutrientes e com grande capacidade de produção de biomassa.

No entanto, quando essas espécies são utilizadas no sistema e a cultura sucedânea é um cereal, o manejo de nitrogênio passa a ser o fator mais limitante no sistema produtivo. O manejo sustentável da adubação nitrogenada é essencial e muito difícil em razão das perdas por lixiviação e volatilização, processos de mineralização/mobilização que ocorrem no sistema solo-planta. Os agricultores ultimamente têm feito a adubação de N sobre a palhada antes da dessecação na planta de cobertura ou em pré-semeadura da cultura, visando intensificar o rendimento das operações na propriedade. Porém, não há estudos que afirmem os benefícios dessa prática.

Em SPD, a modificação na ciclagem dos nutrientes é devido à ausência de revolvimento do solo e, com a lenta decomposição da palha na superfície do solo, o N é afetado pela alteração nos processos de imobilização, mineralização, lixiviação, volatilização e desnitrificação.

Portanto, o trabalho objetivou: a) avaliar a viabilidade da aplicação de N nas braquiárias,

visando o suprimento de N para a cultura do milho em sucessão a *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, b) a eficiência dessa prática pode diferir conforme a espécie utilizada como planta de cobertura e, c) avaliar a viabilidade da aplicação de N sobre a palha de *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, às vésperas da semeadura da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2011/12, em área da Fazenda Experimental Lageado, na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), em Botucatu, SP, localizada à latitude 22°51' S e longitude 48°26' W e a altitude é de 740 m. As temperaturas médias máxima é 28 °C e mínima é 12 °C, com precipitação média anual de 1358 mm. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2x6, na combinação de duas plantas de cobertura do solo (*U. brizantha* e *U. ruziziensis*) com cinco manejos de N (200 kg ha⁻¹): N [1 - aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), 2 - 10 DAD, 3 - 5 DAD, 4 - aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, 5 - convencional (30 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura)] e um tratamento controle, sem aplicação de N. A dimensão da parcela foi 5 m de largura x 6 m de comprimento, perfazendo uma área total de 30 m², nas quais foram semeadas 10 fileiras de milho e espaçadas em 0,45 m (área útil quatro fileiras centrais desprezando-se 0,5 m nas extremidades).

O histórico da área foi a rotação/sucessão de culturas: soja/aveia preta (primeira safra/segunda safra), milho/*Urochloa brizantha*, milho/*Urochloa brizantha*, soja/aveia branca, feijão/aveia branca, soja/pousio, milho verão e o cultivo das forrageiras para condução do experimento. Em outubro, aos 20, 10 e 5 dias antes da dessecação das braquiárias, foram realizadas as aplicações de N de forma antecipada, com a distribuição a lanço na forma de nitrato de amônio, sem incorporação. As plantas presentes na área foram dessecadas mediante aplicações de herbicida glifosate. Para o tratamento com 1 DAS, a distribuição do fertilizante foi realizada a lanço sobre a palhada.

A semeadura da cultura do milho foi realizada com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e 3 sementes por metro, visando população de 60.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura foi 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O (RAIJ; CANTARELLA, 1997). O tratamento convencional recebeu a aplicação de 30 kg ha⁻¹ na semeadura. A emergência das plantas ocorreu em 26/11/2011. No

tratamento convencional, a aplicação do N em cobertura foi na dose de 170 kg ha⁻¹, realizada quando o milho se encontrava no estágio V4. O florescimento masculino do milho ocorreu em 61 DAE e as colheitas foram realizadas em 128 DAE.

As avaliações realizadas para as plantas de cobertura foram realizadas coletas do material vegetal das plantas no primeiro dia da dessecação (0 DAD) e a segunda 90 dias após a dessecação (90 DAD), para determinação da massa de matéria seca. Para a cultura do milho, foram avaliadas a altura de plantas, produção de matéria seca da parte aérea, os componentes de produção (população de plantas, número de espiga por planta, grãos por espiga e massa de 100 grãos), produtividade de grãos e eficiência de utilização do N aplicado, determinada mediante a relação kg ha⁻¹ da produtividade incrementada em relação à testemunha (sem aplicação de N) / kg ha⁻¹ aplicado.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *Urochloa brizantha* proporcionou maior produção de matéria seca, sendo 1.711 kg ha⁻¹ a mais que a *Urochloa ruziziensis* (Tabela 1). Essa constatação também foi verificada por Pacheco et al. (2011) que observaram quantidades de 11.405 e 9.700 kg ha⁻¹ de *U. brizantha* e 6.965 e 6.700 kg ha⁻¹ de *U. ruziziensis*. Esses resultados podem ser atribuídos a elevada produção de raízes, alta capacidade de cobertura do solo e por ter um bom desempenho sob sombreamento, considerando que em condições de elevada produção de matéria seca pode ocorrer o auto sombreamento (EMBRAPA, 2002).

A quantidade de palhada remanescente de *U. brizantha* aos 90 DAD foi 30 kg ha⁻¹ superior que a *U. ruziziensis*, contudo a redução nas duas espécies forrageiras foi, respectivamente, de 91 e 89% em relação a quantidade inicial de palha (Tabela 1). Esse valor foi superior ao observado por Leite et al. (2010), que aos 100 DAD, constataram que apenas 48% do resíduo vegetal já havia se decomposto, em estudo realizado na região do cerrado maranhense. Esses resultados podem ser atribuídos a ausência de precipitação pluvial nos três primeiros meses após o manejo da espécie forrageira, diferentemente do que ocorreu no presente estudo, onde a precipitação seguiu a distribuição normal para a região e a época do ano, sem veranicos.

Com relação ao manejo de N, este influenciou a produção de massa de matéria seca das

braquiárias, apresentando a seguinte ordem decrescente: 20 DAD > 10 DAD > 5 DAD = 1 DAS = controle = convencional (**Tabela 1**). O aumento da disponibilidade de nitrogênio para as gramíneas reflete diretamente em aumento da taxa de crescimento e, conseqüentemente, na quantidade de forragem produzida (FAGUNDES et al., 2006). Assim, quanto maior período de tempo entre a adubação nitrogenada e o manejo da dessecação nas espécies de cobertura, melhor será o aproveitamento da adubação nitrogenada, refletindo em maiores produções de matéria seca.

Tabela 1. Produção de matéria seca das coberturas vegetais, aos 0 e 90 dias após a dessecação (AD), em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	Massa de matéria seca kg ha ⁻¹	
	0 AD	90 AD
PC		
<i>Brizantha</i>	7343 a ⁽¹⁾	616 a
<i>Ruziziensis</i>	5632 b	586 b
MN		
Controle	5703 d	533 d
20 DAD ⁽²⁾	8531 a	692 a
10 DAD	6791 b	643 b
5 DAD	6312 c	606 c
1 DAS ⁽³⁾	5746 d	539 d
Convencional	5799 d	541 d
	Probabilidade de F	
PC	<0.001	0.015
MN	<0.001	<0.001
PC x MN	0.129	0.093

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾ DAD: dias antes da dessecação das plantas de cobertura. ⁽³⁾ DAS: dia antes da semeadura.

A decomposição dos resíduos vegetais das espécies forrageiras foi acelerada, remanescendo na superfície do solo aos 90 DAD apenas 8, 9, 10, 9, 9 e 9% quando manejo do N foi realizado aos 20 DAD, 10 DAD, 5 DAD, 1 DAS, convencional e o controle, respectivamente (**Tabela 1**). As maiores quantidades de matéria seca remanescente foram constatadas nos tratamentos que receberam o N aos 20 DAD e 10 DAD, provavelmente devido a maior quantidade de matéria seca nesses tratamentos aos 0 DAD.

Na **tabela 2**, estão contidos os resultados de altura de plantas, produção de matéria seca da parte aérea, componentes da produção (população de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga e massa de 100 grãos),

produtividade de grãos e eficiência na utilização do N (EUN) pela cultura do milho. Não houve interação dos fatores, apenas efeito isolado dos mesmos. Assim, o fator planta de cobertura, com exceção à altura de plantas, produção de matéria seca e EUN, e o fator manejo do N, com exceção à população de plantas influenciaram os resultados de todas as outras variáveis.

Dentro do fator planta de cobertura, constatou-se que a palhada de *U. ruziziensis* proporcionou maior população de plantas de milho em relação a *U. brizantha* (**Tabela 2**). Este resultado foi decorrente da dificuldade encontrada para semear a este cereal sobre esta palhada. Além da grande quantidade de resíduo vegetal produzido pela *U. brizantha*, esta espécie forma touceiras e, assim, exige regulagem precisa da semeadora, principalmente, do disco de corte de palha, para que não interfira no nível de plantabilidade. A menor população de plantas foi decorrente desta dificuldade, ficando algumas sementes “envelopadas” na palha da *U. brizantha* em razão da não secção da mesma pelo disco de corte da semeadora. No campo, observou-se que essas sementes germinavam, mas não prosseguiram o desenvolvimento em razão da radícula e as primeiras raízes ficarem confinadas dentro da palha (“envelope”).

A *U. brizantha*, como planta antecessora, proporcionou maior número de espigas por planta e maior número de grãos por espiga, refletindo diretamente em maior produtividade de grãos em relação a *U. ruziziensis*, com incremento da ordem de 16%. No entanto, ambas plantas de cobertura proporcionaram produtividades bem acima da média nacional para milho de primeira safra, que é de 5.009 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Altura, produção de matéria seca, população de milho em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	Altura	Matéria Seca	População
	m	kg ha ⁻¹	nº ha ⁻¹
PC			
<i>Brizantha</i>	2,10 a ⁽¹⁾	8214 a	60232 b
<i>Ruziziensis</i>	1,95 b	7887 a	62927 a
MN			
Controle	1,80 d	4710 c	61268 a
20 DAD ⁽²⁾	2,12 a	7008 b	61526 a
10 DAD	2,09 ab	8180 b	61556 a
5 DAD	2,09 ab	8356 ab	61615 a
1 DAS ⁽³⁾	2,09 c	10586 a	61844 a
Conv	2,05 bc	9461 ab	61669 a

	Probabilidade de F		
PC	<0.001	0.635	<0.001
MN	<0.001	<0.001	0.996
PC x MN	0.569	0.718	0.999

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾ DAD: dias antes da dessecação das plantas de cobertura. ⁽³⁾ DAS: dia antes da semeadura.

Com relação ao fator manejo do N, a aplicação de N, independentemente do manejo, proporcionou maior altura de planta em relação ao controle (**Tabela 2**). Para produção de matéria seca foi constatado o mesmo efeito, porém, a aplicação de N em 1 DAS proporcionou valores superiores aos manejos realizados aos 20 e 10 DAD, indicando certa limitação N às plantas, provavelmente, em razão de parte do N aplicado ter sido absorvido pelas plantas de cobertura, mas não ter sido totalmente disponibilizado e mineralizado a tempo para que as plantas do cereal absorvessem até o momento em que foi determinado está variável. Esses resultados podem ter ocorrido devido às taxas de mineralização dos resíduos culturais e a disponibilidade de N para a cultura em sucessão serem afetadas.

Tabela 3. Índice de espiga (IE), grãos por espiga (GE) e massa de 100 grãos (M100), produtividade de grãos e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	IE	GE	M100	Prod	EUN
	nº		g	Mg ha ⁻¹	
PC					
<i>Brizantha</i>	1,27 a	504 a	30 a	11,8 a	33 a ⁽⁴⁾
<i>Ruziziensis</i>	1,13 b	483 b	30 a	9,8 b	32 a
MN					
Controle	0,96 c	349 d	27 d	5,3 d	-
20 DAD ⁽²⁾	1,19 b	488 b	29 c	9,9 c	22 d
10 DAD	1,22 b	507 b	30 bc	10,7 bc	27 c
5 DAD	1,23 b	521 b	31 ab	12,0 b	33 b
1 DAS ⁽³⁾	1,29 a	547 a	32 a	13,2 a	39 a
Conv	1,29 a	549 a	32 a	13,6 a	41 a
	Probabilidade de F				
PC	<0.01	0.036	0.467	<0.01	0.204
MN	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PC x MN	0.893	0.298	0.964	0.145	0.060

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾ DAD: dias antes da dessecação das plantas de cobertura. ⁽³⁾ DAS: dia antes da semeadura. ⁽⁴⁾ kg de grãos kg de N⁻¹

A adubação nitrogenada proporcionou maior número de espigas por planta, maior número de grãos por espiga e maior massa de 100 grãos,

refletindo em maior produtividade de grãos em relação ao controle (**Tabela 2**).

Contudo, em todas as variáveis, houve diferença significativa entre os manejos. Assim, analisando os resultados de número de espigas por planta e número de grãos por espiga, constata-se que a aplicação mais próxima da semeadura (1 DAS), sobre a palha, e o manejo convencional, proporcionaram maior valores, possivelmente em razão do menor tempo para imobilização do N e/ou por estar prontamente disponível para absorção pelas plantas, já que estavam próximas do início de desenvolvimento (1 DAS) ou em pleno desenvolvimento (convencional). Estes resultados refletiram diretamente na EUN, no qual os manejos 1 DAS e convencional proporcionaram os maiores índices de eficiência.

CONCLUSÕES

A *Urochloa brizantha* produz palha em maiores quantidades que a *Urochloa ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante.

É possível realizar a aplicação de todo N na cultura do milho sobre a palhada, às vésperas da semeadura, com resultados semelhantes ao manejo convencionalmente recomendado.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao quinto autor.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 3.ed. Brasília, 353 p. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Cerrados. Fixação biológica de nitrogênio associada a pastagens de braquiária e outras gramíneas forrageiras. **Documentos 52**. Planaltina, DF. 2002.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.
- LEITE, L.F.C.; FREITAS, R.C.A.; SAGRILO, S.; GALVÃO, S.R.S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo



no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 29-35, 2010.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de A.; ASSIS, R.L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.17-25, 2011.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: INSTITUTO AGRONÔMICO/FUNDAG. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/FUNDAG, p. 56-59, (Boletim Técnico, 100), 1997.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Aplicação de fungicida e teores de clorofila em híbridos de milho em diferentes ambientes

Ana Paula Antoniazzi⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Elizandro Ricardo Kluge⁽³⁾; Jhonatan Schlosser⁽⁴⁾; João Vitor Finoketi⁽⁵⁾; Kathia Szeuczuk⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; Guarapuava, PR; E-mail: ana_antoni@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁶⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

RESUMO: O desenvolvimento e a adaptação de plantas a diferentes condições de ambiente e a sanidade foliar relacionam-se a sua eficiência fotossintética, que por sua vez está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fungicida em diferentes estádios fenológicos nos Índices de Clorofila em híbridos de milho, em dois ambientes. Os experimentos foram instalados no município de Guarapuava-PR e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 3 x 8, totalizando 24 tratamentos. O primeiro fator corresponde a aplicação de fungicida (Trifloxistrobina + Protiocanazol) em V8 e V8+VT e sem aplicação (Testemunha), o segundo constituído por oito híbridos de milho, cultivado em dois ambientes (espaçamento convencional e reduzido) totalizando 72 parcelas em cada ambiente. As médias foram submetidas às análises de variância individual, envolvendo cada local de cultivo. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os índices de clorofila foram influenciados pelo ambiente, mas esta resposta é dependente do híbrido avaliado. O espaçamento reduzido (ambiente 2) proporcionou incrementos nos teores de clorofila em plantas de milho, de modo que os híbridos mais responsivos a este ambiente de cultivo foram os híbridos AG 9045 PRO e AG 8041 PRO.

Termos de indexação: *Zea mays*, trifloxistrobina, protiocanazol.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas que possui grande destaque na região Centro-Sul do Paraná, pois a região é favorável à produção do milho, apresentando clima que proporciona

expressar o potencial produtivo da cultura (Guareschi et al., 2008).

Recentemente, diferentes arranjos espaciais têm sido estudados para verificar a adaptação das culturas ao ambiente. Demétrio et al. (2008) aponta o espaçamento reduzido em milho como uma prática relevante para aumentar a produtividade na cultura do milho através da otimização do uso de fatores de produção, como luz, água e nutrientes. Além disso, no cultivo de milho tem ocorrido uma maior preocupação com o controle de doenças de final de ciclo associadas a cultura (Barros, 2008).

Presentes nos vegetais superiores, sob as formas a e b, as clorofilas são constantemente sintetizadas e destruídas, cujos processos são influenciados por fatores internos e externos às plantas (Taiz & Zeiger, 2013). Neste sentido percebe-se a demanda de pesquisas para conhecer o comportamento de híbridos de milho frente diferentes arranjo de plantas, bem como, a influência do uso de fungicida na cultura do milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fungicida em diferentes híbridos de milho, nos estádios fenológicos vegetativo e reprodutivo, e seu efeito nos índices de clorofila, em dois ambientes, na safra agrícola 2013/14.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos, na safra agrícola 2013/14, no município de Guarapuava-PR. O primeiro experimento (ambiente 1), foi instalado no campo experimental, da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Campus CEDETEG. O segundo experimento (ambiente 2), foi instalado na Fazenda Três Capões. Os experimentos foram implantados na primeira quinzena do mês de outubro de 2013 e as colheitas

ocorreram na segunda quinzena do mês de março de 2014, após a maturidade fisiológica. Em ambos os experimentos se utilizou as 2 linhas centrais de cada parcela.

Como adubação de base utilizou-se 290 kg ha⁻¹ do adubo de fórmula NPK: 08-28-16. Para a adubação nitrogenada utilizou-se 115 kg de N, sendo realizada em uma única aplicação, no estádio V5. As aplicações do fungicida foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal pressurizado CO₂, constituindo um volume de aplicação de 200 L ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 3 x 8, totalizando 24 tratamentos. Foram utilizados oito híbridos (AG 9045 PRO, DKB 245 PRO2, AG 8041 PRO, DOW 2B707 PW, P 32R48 H, DKB 390 H, P 30F53 H e P 30R50 H) e três tratamentos (testemunha - sem aplicação de fungicida; uma aplicação em V8 e duas aplicações V8 e VT), sendo o fungicida utilizado a base de Trifloxistrobina + Protiocanazol. As dosagens do fungicida (Trifloxistrobina 150,0 g/L e (Protiocanazol) 175,0 g/L, foi de 0,4 L/ha via aplicação foliar (V8) e de 0,5 L/ha (VT) e um tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida).

O experimento foi instalado em dois ambientes, um com espaçamento entre linhas convencional (0,70 m) e outro com espaçamento reduzido (0,45 m), totalizando 72 parcelas em cada local (ambiente).

No estádio R1 foram realizadas leituras do teor relativo de clorofila total com o auxílio do determinador de clorofila Clorofilômetro eletrônico da marca ClorofiLog modelo Falker CFL1030. As leituras foram realizadas na folha abaixo e oposta à primeira espiga e efetuadas em 1 a 2 cm da borda da folha e no terço médio da folha, com duas leituras por folha (uma em cada lado da nervura). Amostrou-se cinco plantas escolhidas aleatoriamente nas duas linhas centrais da parcela, onde foram obtidos o Índice de Clorofila Falker (IFC) que é a unidade de medida em índice adimensional do ClorofiLOG (Falker, 2008).

As médias foram submetidas às análises de variância individual, e posteriormente análise conjunta dos ambientes de cultivo. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados (**Tabela 1**), no tratamento testemunha que não utilizou aplicação

de fungicida, apenas o híbrido AG 9045 PRO e o AG 8041 PRO diferiram nos índices de clorofila em função do ambiente, ou seja, quando cultivados no ambiente 1 apresentaram os menores ICFT, diferindo estatisticamente dos demais híbridos.

Tabela 1 - Resultados médios para o índice de Clorofila Falker Total (ICFT) obtidos para os diferentes híbridos e tratamentos com fungicida (T-testemunha, V8-oito folhas expandidas e VT-pendoamento), em dois ambientes, município de Guarapuava-PR.

HÍBRIDOS	AMBIENTE*	T	V8	V8 + VT
AG 9045 PRO	A1	52,1 b	55,5 b	57,6 b
	A2	61,9 a	59,9 a	62,8 a
DKB 245 PRO2	A1	59,4 a	55,2 b	57,5 a
	A2	60,5 a	61,4 a	60,1 a
AG 8041 PRO	A1	56,1 b	57,8 b	55,7 b
	A2	61,0 a	62,3 a	62,0 a
2B 707 PW	A1	56,1 a	55,8 b	54,7 a
	A2	59,8 a	61,0 a	58,1 a
P32R48H	A1	58,7 a	57,8 b	51,2 a
	A2	62,8 a	63,3 a	59,9 a
DKB 390 PRO	A1	59,8 a	59,9 a	57,7 b
	A2	61,5 a	62,5 a	64,9 a
P30F53H	A1	59,9 a	61,2 a	60,7 a
	A2	62,9 a	65,1 a	61,9 a
P30R50H	A1	54,9 a	53,8 b	50,5 b
	A2	57,3 a	60,9 a	59,3 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas para cada tratamento de fungicida não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

*A1: Ambiente 1 (Espaçamento convencional 0,70 m); A2: Ambiente 2 (Espaçamento reduzido 0,45 m).

No tratamento V8, houve diferença significativa para seis híbridos cultivados em diferentes ambientes, com maiores ICFT em plantas cultivadas no ambiente 2. Portanto, apenas para os híbridos DKB 390 PRO e P30F53H, o ambiente não ofereceu influência. Para o tratamento V8 + VT, essa diferença estatística entre os ambientes de cultivo, ocorreu apenas para quatro híbridos, com exceção do DKB 245 PRO2, 2B 707 PW, P32R48 e P30F53.

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH, por essa razão, são estreitamente relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente, ao seu crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes (Taiz & Zeiger, 2004). De acordo com Kappes et al. (2014) é importante estar avaliando este índice, pois segundo os autores, no florescimento este índice correlaciona-se, positivamente, com o diâmetro de colmo e de espiga, com o comprimento de espiga, com o número de fileiras de grãos por espiga, com a

massa de 1000 grãos e com a produtividade na cultura do milho.

Uma importante constatação é que os híbridos AG 9045 PRO e AG 8041 PRO apresentaram maiores teores de clorofila quando foram cultivados em espaçamento reduzido (0,45 m) independente do tratamento aplicado (**Tabela 1**), o que evidenciou a resposta positiva do híbrido neste arranjo, ou até mesmo, uma estratégia do híbrido para poder captar a luz em níveis satisfatórios para a sua atividade fotossintética.

Em contrapartida, o híbrido P30F53H foi o único que não diferiu estatisticamente em função do ambiente de cultivo em todos os tratamentos (**Tabela 1**). Outros híbridos pouco influenciados pelo ambiente de cultivo, foram o DKB 245 PRO2, o 2B 707 PW e o P32R48H que diferiram estatisticamente apenas no tratamento V8 e o DKB 390 PRO, que diferiu no tratamento V8 + VT. Todos com índices superiores quando cultivado em espaçamento reduzido (ambiente 2).

De forma geral, avaliando-se os ambientes de cultivo, os resultados demonstraram que os híbridos cultivados em espaçamento reduzido (0,45 m) apresentaram incremento nos teores de clorofila. O espaçamento reduzido (ambiente 2) foi melhor para os híbridos AG 9045 PRO e AG 8041 PRO independente do manejo com fungicida (**Tabela 1**).

Este efeito do espaçamento reduzido pode ser confirmado quando comparou-se as médias dos três tratamentos nos diferentes ambientes. De acordo com a **figura 1**, maiores ICFT foram encontrados nas plantas cultivadas em espaçamento reduzido, independente do tratamento com fungicida. Este resultado demonstra que o espaçamento reduzido induziu a produção de clorofila nos híbridos de milho avaliados.

Sabe-se que a planta com alta concentração de clorofila seria capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu valor potencial de captação de "quanta" na unidade de tempo. Entretanto, nem sempre esta relação existe, pois a etapa bioquímica da fotossíntese (fase escuro) pode limitar o processo (Chappelle & Kim, 1992).

O ambiente, a genética e a interação entre ambos determinam o crescimento e o rendimento da cultura. Neste sentido, nota-se que há resposta positiva de determinados híbridos, no incremento de clorofila total, para o espaçamento reduzido e muitos trabalhos evidenciam que este arranjo incrementa a produtividade de grãos (Modolo et al., 2010; Silva et al., 2014; Takasu et al., 2014), com aumento na altura de planta, na altura de inserção de espiga, no número de grãos por fileira, no número de grãos por espiga, na massa de cem grãos (Takasu et al., 2014) independentemente da

densidade de plantas e do híbrido de milho (Von Pinho et al., 2008). Por outro lado, Gilo et al. (2011) não obtiveram respostas significativas em relação ao espaçamento entrelinhas.

Com relação a aplicação de fungicida em V8 e V8 + VT, os princípios ativos (Trifloxistrobina + Protiocanazol), mantiveram os teores de clorofila no tecido foliar, possibilitando ao híbrido manter a sua eficiência fotossintética ao longo do ciclo. Portanto, nos ambientes estudados, que se avaliou a clorofila total pelo método de clorófilo, houve variação no teor médio de clorofila total em híbridos, quando utilizado ou não a aplicação do fungicida, e esta variação está relacionado ao espaçamento entrelinhas reduzido.

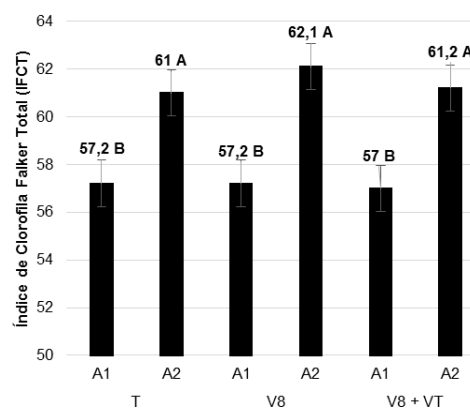


Figura 1 - Resultados médios para o índice de Clorofila Falker Total (ICFT) obtidos para os diferentes tratamentos com fungicida (T-testemunha, V8-oito folhas expandidas e VT-pendoamento), no A1-Ambiente 1 (espaçamento convencional) e no A2-Ambiente 2 (espaçamento reduzido), no município de Guarapuava-PR.

O espaçamento reduzido, proporciona uma distribuição mais equidistante dos indivíduos em relação ao espaçamento convencional. Indivíduos melhor distribuídos, permite menor competição por nutrientes, água, luz, podendo proporcionar maior rendimento para híbridos submetidos a este ambiente. Como existe correlação positiva entre a leitura SPAD de clorofila e a concentração de nitrogênio nas folhas de gramíneas (Lima et al., 2007), pode-se inferir que o espaçamento entrelinhas influenciou o metabolismo deste elemento.

CONCLUSÕES

O índice de clorofila foi alterado em função do ambiente de cultivo e do híbrido avaliado.

O espaçamento reduzido proporcionou incrementos nos teores de clorofila dos híbridos de milho avaliados.

Os híbridos AG 9045 PRO e AG 8041 PRO responderam positivamente a este arranjo de plantas, independente da aplicação de fungicida.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Núcleo de Plantio Direto que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho e ao CNPq pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARROS, R. Aplicação foliar de fungicidas químicos na cultura do milho safrinha. In: **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno**. Maracaju: Fundação MS, p. 71-77, 2008.

CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 39, p. 239 - 247, 1992.

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1691-1697, 2008.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de clorofila (ClorofilLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre: Falker Automação Agrícola, 2008. 33p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov/dez, 2011.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 908-914, 2011.

GUARESCHI, R. F. GAZOLLA P.R.; PERIN, A.; ROCHA, A.C. Produção de massa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Ciência Agrônômica**, v.39, n.3, p.468-475, 2008.

KAPPES, C.; ARF, O.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na Cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

LIMA, E. V. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com o N total na folha de painço (*Panicum miliaceum* L.) em

função da adubação nitrogenada de cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 2, p. 149-158, 2007.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, p. 435-441, 2010.

SILVA, A. F.; SCHONINGER, L. S.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 162-173, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013.

TAKASU, A.T; RODRIGUES, R. A. F; GOES, R.J; ARF, O; HAGA, K. I. Desempenho agrônômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.23, p.34-41, 2014.

VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M.C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos. **Bragantia**, v.67, n.3, p.733-739, 2008.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Aplicação do Soro de Leite na Avaliação da Produtividade Grãos de Milho em Fernandópolis, SP.

Lucas Aparecido Pereira Ignácio⁽¹⁾; Marcelo Romero Ramos da Silva⁽²⁾; Gisele Herbst Vazquez⁽³⁾; Jean Fernando dos Santos Souza⁽⁴⁾; Ana Paula Bodrin⁽⁵⁾; Jorge Otávio Bassetto⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Discente do Curso de Agronomia; Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO; Fernandópolis, SP; lucas-agronomia@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Doutor do Curso de Agronomia; Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO; ⁽³⁾ Professora Doutora da Pós-Graduação em Ciências Ambientais; Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo; Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO; ^(5,6) Discentes do Curso de Agronomia; Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO; Fernandópolis, SP

RESUMO: O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo. Para atender as necessidades reduzindo custos, buscou como recurso a utilização de resíduos orgânicos, que pode ser uma alternativa viável. Devido a problemas ambientais relacionados à fertilização nitrogenada, têm-se estimulado a busca por alternativas que possam diminuir a utilização desses fertilizantes sem que haja diminuição da produção de milho. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade do milho, utilizando diferentes doses de soro de leite aplicadas no solo e em área foliar. O experimento foi conduzido na área da Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNICASTELO, Campus de Fernandópolis, SP. O Delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições (9x4), sendo eles: 53 g/linha de uréia, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela. As variáveis analisadas foram: população de plantas na colheita, massa de 1000 grãos, umidade, produtividade de grãos, altura das plantas e altura da inserção da espiga. Pode-se concluir que as características agrônomicas avaliadas para a utilização de diferentes doses do soro de leite aplicado via foliar e solo, não se destacaram para as variáveis analisadas para a cultura do milho.

Termos de indexação: *Zea mays*, adubação, nitrogênio.

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais que exige maior quantidade de fertilizantes, especialmente os nitrogenados. Em função disso, responde altamente a esse nutriente, apresentando resultados em várias características que influenciam a produção final (Ohland, 2005).

O suprimento não adequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores que poderá limitar a produtividade de grãos. De acordo com Hoeft (2003), a dose, a época e a maneira de se aplicar os fertilizantes nitrogenados apresentam relevantes efeitos, tanto sobre a produção das culturas, como em relação ao potencial de contaminação dos mananciais de água pelos nutrientes.

Os custos econômicos e ambientais relacionados à fertilização nitrogenada têm estimulado a busca por alternativas que possam diminuir a utilização destes fertilizantes sem que haja diminuição da produção (Dotto et al., 2010). A utilização do soro de leite é uma possibilidade de reuso inteligente, porém as doses empregadas são muito variáveis e não obedecem regras definidas (Gheri et al., 2003; Morrill et al., 2012).

É de suma importância a nutrição equilibrada e as práticas culturais corretas, visando diminuir os gastos com adubação nitrogenada, tornando a agricultura economicamente viável e competitiva, reduzindo as perdas e a poluição ambiental (Sala et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade do milho, utilizando diferentes doses de soro de leite aplicadas no solo e em área foliar.

INTRODUÇÃO

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNICASTELO, Campus de Fernandópolis, SP, localizada nas coordenadas 20°16'50" sul e 50°17'43" oeste e a uma altitude de 520 m.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é Aw (Tropical úmido) (ROLIM et al., 2007). De acordo com a EMBRAPA (2007), a região é caracterizada por um período de déficit hídrico de seis meses no ano e temperatura média de 23,5°C, precipitação média anual de 1370 mm e umidade relativa média de 64,8%.

O solo onde foi instalado o experimento é um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico, abrupto, A moderado, textura arenosa/média (Oliveira et al., 1999), cujas características químicas, na profundidade de 0-20 cm, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área do experimento, Fernandópolis/SP, 2014.

Prof.	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC	V
cm	mg.dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	mmolc	dm ⁻³	-----				%
0-20	19	15,9	5,6	3,5	19,7	9,2	1	17	32,4	49,4	65

O experimento foi conduzido a campo, em uma área de 656 m², divididos em 36 parcelas nas dimensões de 3,2 m de largura x 5 m de comprimento, resultando em 4 faixas de 7 parcelas e uma faixa com 8 parcelas.

O preparo do solo foi o convencional com uma aração e duas gradagens e o fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por aspersores tipo canhão modelo "Pluvio 150".

A cultivar semeada foi Dow Sementes cv 2B604PW, híbrido de milho recomendado para a região. As sementes, já vieram tratadas com fungicida pela própria empresa produtora (fungicida Maxim XL).

A operação de semeadura e adubação foi mecanizada, empregando-se o equipamento PST plus da empresa TATU com 3 linhas espaçadas de 0,5 m e com uma densidade de 6-7 sementes por metro. A adubação de semeadura foi de 280 kg da fórmula 8-28-16 por hectare, respectivamente. A adubação de cobertura e aplicação do soro de leite foi realizada 28 DAE, no estádio V5-V6. Para adubação de cobertura utilizando uréia como fonte de N na quantidade de 133 Kg ha⁻¹ para o tratamento testemunha (53 g/linha de uréia).

A aplicação do soro de leite via solo e foliar foi realizada nas seguintes doses: 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela,

sendo realizada no solo com regadores e em área foliar, aplicados com pulverizador costal.

O controle de plantas daninhas foi realizado com o uso de herbicida (Glifosato: 4 L ha⁻¹) aos 20 e 40 DAE, sendo o híbrido utilizado resistente ao herbicida aplicado.

A colheita foi realizada manualmente aos 150 DAE, estando os grãos com 13-16% de umidade.

O Delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições (9x4), totalizando 36 parcelas, sendo: testemunha (com uréia), quatro dosagens de soro de leite via solo e quatro dosagens de soro de leite via foliar.

Para as variáveis analisadas foram colhidas 2 linhas de 5 m e procedeu-se a contagem de todas as plantas. As seguintes determinações foram realizadas: população de plantas na colheita; massa de 1000 grãos (g), umidade, produtividade de grãos (kg ha⁻¹) ambos corrigidas para 13% de teor de água (b.u), altura da planta (AP): foi utilizado uma trena para verificar a altura (cm), altura da inserção da espiga (AIE): foi medido com uma trena do solo até a inserção da primeira espiga na planta.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey, com 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (5.0) (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura de plantas e altura da inserção da espiga, foi significativo ao nível de 5% de probabilidade na análise das variáveis das doses de soro de leite (53 g/linha de uréia, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela).

Na análise de variância das variáveis de massa de 1000 grãos, umidade dos grãos e produção de grãos não houve significância para os tratamentos com aplicação do soro de leite via foliar e solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza & Soratto (2006), que avaliaram o efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho de segunda safra, em sistema de semeadura direta, e não constataram interação significativa destes fatores para, massa de cem grãos e produtividade de grãos. De acordo com Mundstock & Silva (2005), para cada tonelada de grão produzido a planta precisa extrair 27,7 Kg de N do solo, sendo que a maioria dos solos não consegue suprir as plantas com quantidades superiores a 80 Kg de N, que é obtida da mineralização da matéria orgânica.

A variável massa de 1000 grãos corrobora com os resultados de Silva et al. (2003), que no estudo de doses de N na cultura do milho com diferentes híbridos, os autores não observaram efeito significativo na massa de 100 grãos, assim como concordam também dos resultados de Gomes et al. (2007) que concluíram que o aumento da quantidade de N fornecido via solo não foi eficiente em aumentar do peso de 1000 grãos.

A aplicação de uma curva de resposta da altura de plantas (Figura 1) do híbrido DOW 2B604PW em relação às doses de soro de leite (53 g/linha de uréia, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela, 5,12 L soro/parcela, 6,40 L soro/parcela, 8,9 L soro/parcela, 10 L soro/parcela) apresentou melhor ajuste aos dados com a regressão polinomial invertida. A altura de plantas do tratamento testemunha (2,21 m) foi superior aos demais tratamentos. Para o híbrido, o aumento das doses de soro de leite (10 L ha⁻¹) proporcionou também um aumento da altura de plantas. Gheri et al. (2003) quando trabalharam com soro de leite ácido na produção de *Panicum maximum Jacq.* cv. Tanzânia, também observaram aumento na altura das plantas com a aplicação das maiores doses (225 e 300 kg ha⁻¹).

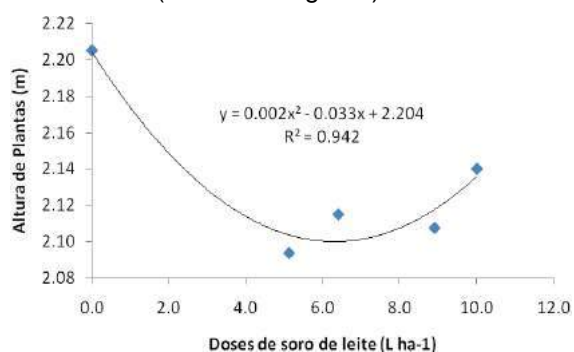


Figura 1. Análise de regressão para as doses de soro de leite para altura de plantas de milho com aplicação via foliar.

Já as doses de soro de leite aplicados na cultura do milho apresentaram redução linear na altura da inserção da espiga (Figura 2). O tratamento testemunha ficou com 0,95 m comparado com o recomendado pelo fabricante que foi de 1,25 m. Para a colheita mecanizada do milho, plantas que possuem altura de inserção da espiga acima de 1,0 m possibilitam as melhores colheitas (Marchão et al., 2005).

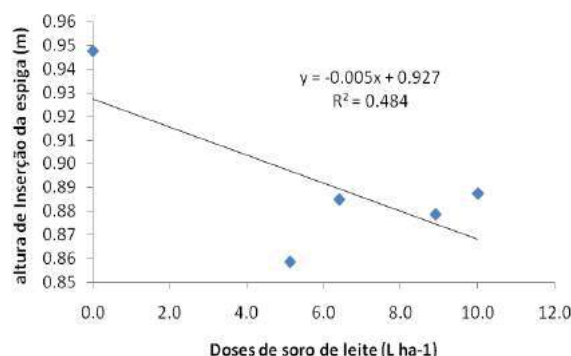


Figura 2. Análise de regressão para as doses de soro de leite para altura de inserção da espiga de milho com aplicação via foliar.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa em relação ao número de plantas por parcela, massa de 1000 grãos, umidade e produtividade de grãos.

As características agrônômicas avaliadas para a utilização de diferentes doses do soro de leite aplicado via foliar e solo, não se destacaram para as variáveis analisadas para a cultura do milho.

REFERÊNCIAS

DOTTO, A.P.; LANA, M.C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J.F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 5, n. 3, p. 376-382, 2010.

EMBRAPA. **Banco de dados climáticos do Brasil**. Brasília, D.F.: Embrapa Monitoramento por Satélites, 2007. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>.

GHERI, E.O.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.753-760, 2003.

GOMES, R.F.; SILVA, A.G.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 31, 931-938, 2007.

HOEFT, R.G. Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA.



Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, 2003.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MORRILL, W.B.B.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E.M.R.; OLIVEIRA, V.S.; ALMEIDA, G.L.P. Produção e nutrientes minerais de milheto forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.182-188, 2012.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Departamento de plantas de lavoura da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul:
Evangraf. Porto Alegre –RS, 2005.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas, Instituto Agronômico/ EMBRAPA Solos. Campinas. 64p. 1999.

OHLAND, R.A.A. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n.3, p. 538-544, 2005.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de köppen e de thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SALA, V.M.R.; SILVEIRA, A.P.D.; CARDOSO, E.J.B.N.; FREITAS, S.S. Bactérias diazotróficas associadas a plantas não-leguminosas. **Microbiologia do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2007, 312p.

SILVA, F.F. **Impacto da aplicação de efluente de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo (Sorghum bicolor)**. 2003. 69p. Dissertação Mestrado. UEM, Maringá.

SOUZA, E.F.C.; SORATTO, R.P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.



Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo sacarino.

Pablo Diego Silva Cabral⁽¹⁾; Tatiele Costa Souza⁽²⁾; Leandro Pavani de Oliveira⁽³⁾; Isac Ferreira Barcelo⁽⁴⁾; José Adalberto Gomes Alves⁽⁵⁾; Brenda Alves Bezerra⁽⁶⁾; Janailson Leonidas de Sá⁽⁷⁾;

⁽¹⁾ Professor, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; pablo.diego@ifgoiano.edu.br; ⁽²⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; ⁽³⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; ⁽⁴⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; ⁽⁵⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; ⁽⁶⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás; ⁽⁷⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás;

RESUMO: Nos últimos anos tem se aumentado o apelo pelos combustíveis de fontes renováveis em substituição ao petróleo. Assim, o sorgo sacarino que tem caule com açúcares diretamente fermentáveis, alta produção de biomassa, totalmente mecanizável e pode ser cultivado na entressafra da cana-de-açúcar pode ser uma alternativa viável para a produção de etanol. Porém, ainda é pequena a quantidade de híbridos disponíveis no mercado. Contudo, o presente trabalho visa avaliar as principais características de híbridos de sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar e fazer um “Ranking” dos melhores. O experimento contou com 10 híbridos de sorgo sacarino e foi conduzido no município de Rio Verde-GO na época da safra. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas 0,50 m com população de 120.000 plantas por hectare. As características avaliadas foram: Produção de Massa Fresca (MF), e Seca (MS), Sólidos Solúveis Totais (^oBrix) e Produtividade de Etanol (Etanol). Foi realizado a ANOVA e o teste de agrupamento de médias Scott-Knott. Os híbridos EXP2, N42A2140 e N31K2168 apresentaram as maiores médias para MF e para MS foram os N42A2140 e EXP2. Para ^oBrix, o híbrido EXP1 obteve a maior média (18,1^o), diferindo significativamente de todos os outros híbridos. Os híbridos EXP1, EXP2, N32J3252, N31L5010 e N31I2365 obtiveram as maiores médias para rendimento de etanol, demonstrando grande potencial e viabilidade para a produção de etanol em Rio Verde na entressafra da cana-de-açúcar.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, Sorgo Etanol, Etanol.

INTRODUÇÃO

A demanda mundial por combustíveis de fontes renováveis tem se expandido rapidamente nos últimos anos devido à preocupação com a redução do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa, derivados da utilização de combustíveis fósseis, incertezas a respeito da disponibilidade futura de recursos não renováveis têm despertado grande interesse no mundo pelos biocombustíveis, pois estes são os mais viáveis substitutos para o petróleo em escala significativa.

Nesse contexto, a cultura do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) vem ganhando popularidade em muitos países, como uma alternativa à produção de biocombustíveis devido à sua elevada produção de biomassa lignocelulósica e açúcares fermentáveis (Durães, 2011). No Brasil, o sorgo sacarino tem ganhado espaço na entressafra da cana-de-açúcar, pois apresenta uma alternativa técnica e economicamente viável para fornecimento de matéria-prima à destilaria em início de safra, evitando o corte antecipado da cana-de-açúcar, sendo possível ajustar a mesma estrutura para colheita e processamento da biomassa (moagem, fermentação e destilação) utilizada para cana-de-açúcar.

Porém, a quantidade de cultivares no mercado brasileiro de sorgo sacarino ainda é muito pequena, isso devido aos poucos programas de melhoramento e a baixa procura pela indústria sucroalcooleira, provavelmente pelo desconhecimento da cultura e/ou pela dificuldade de incorporação dessa no processo produtivo da cana-de-açúcar.

Assim, o presente trabalho visa avaliar as principais características de híbridos de sorgo

sacarino na entressafra da cana-de-açúcar e fazer um "Ranking" dos melhores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento contou com 10 híbridos pré-comerciais de sorgo sacarino. Os híbridos foram semeados na época da safra na cidade Rio Verde (altitude média de 715 m, temperatura média anual 23° C e pluviosidade média anual de 1663 mm). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas 0,50 m com população de 120.000 plantas por hectare.

As avaliações foram realizadas na época de maturação fisiológica nas duas fileiras centrais de cada parcela e as características avaliadas foram: Produção de Massa Fresca (MF): determinado em kg/parcela, através da pesagem das plantas (completas) contidas em dois metros linear de cada parcela e convertidos para t.ha⁻¹. Produção de Matéria Seca (MS): uma massa de 200 gramas foi amostrada em cada parcela e posta em estufa de ar forçado a 55° por sete dias, após foi pesado em balança analítica para obtenção da umidade, que foi utilizada para transformar a MF em MS. Teor de Sólidos Solúveis (°Brix): foi aferido no quarto internó de três plantas amostradas aleatoriamente de cada parcela, com o auxílio de refratômetro digital de leitura automática. Etanol: foi estimado em litros por hectare pela metodologia Consesorgo (é um exclusivo sistema de medição para pagamento de fornecedores, semelhante ao Consecana), disponibilizado pela empresa NexSteppe Sementes do Brasil.

Os dados foram submetidos a análises de variâncias e, após, foi realizado o ranqueamento utilizando o teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentado a análise de variância das características matéria seca (MS), matéria fresca (MF), Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) e Etanol. Para todas as características avaliadas houve diferença significativa para a fonte de variação híbridos, indicando diferença entre as médias dos híbridos avaliados. O Coeficiente de variação experimental (CV%) variou de 7,83 a 19,74%, podendo ser considerado de média precisão experimental.

Tabela 1- Análise de variância para Matéria Fresca (MF) e Seca (MS), Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) e Etanol para dez híbridos de sorgo sacarino.

FV ¹	MF	MS	BRIX	Etanol
Híbridos	1006**	31**	29**	9560748**
Bloco	9,63	0,7	0,96	274355
Resíduo	134,2	3,7	0,95	649586
CV(%)	13,09	11,92	7,83	19,74

Na Tabela 2, nota-se que o híbrido EXP2 apresentou a maior média para Matéria Fresca (MF), com 117 t.ha⁻¹, sendo que essa média não diferiu estatisticamente das médias dos híbridos N42A2140 e N31K2168 que apresentaram 116 e 97 t.ha⁻¹, respectivamente. As menores médias observadas foram dos híbridos N31G2174 (62 t.ha⁻¹), N31G2091 (66 t.ha⁻¹) e N31H2358 (76 t.ha⁻¹). Souza et al. (2012), relataram média de peso de massa fresca para o cultivar BR 503 de 42,9 t.ha⁻¹, valor bem inferior ao observado nesse trabalho, mas vale ressaltar que nesse trabalho a umidade de colheita foi alta, em torno de 81% (dado não apresentado), o que pode explicar essa discrepância.

Tabela 2- Teste de agrupamento de médias para Matéria seca (MS), Matéria Fresca (MF), Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) e Etanol entre os 10 híbridos.

Híbridos	MF	MS	BRIX	Etanol
N31K2168	97a	15c	11,3c	3337b
N42A2140	116a	21a	9,2d	3131b
N31I2365	82b	13c	13,7b	4470a
N31H2358	76c	13c	12,0c	3323b
N31G2091	66c	11c	7,2e	1079c
N31G2174	62c	13c	10,8c	2201c
EXP1	86b	17b	18,1a	6903a
EXP2	117a	20a	12,7c	5576a
N32J3252	87b	16b	14,6b	5044a
N31L5010	92b	17b	15,1b	5762a
MG ¹	88	15	12,5	4082

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem significativamente em nível de 5% pelo teste de Scott e Knott. MG¹ = média geral.

Para Matéria Seca (MS), observou-se que os híbridos N42A2140 e EXP2 apresentaram as maiores médias, com 21 e 20 t.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Por outro lado, os híbridos N31G2091, N31H2358, N31G2174, N31I2365 e N31K2168 apresentaram as menores médias para MS. Giacomini et al. (2013), avaliando cultivares de sorgo sacarino em Guarai, Tocantins, observaram médias de matéria seca entre 6,01 até 17,02 t.ha⁻¹, com média de 10,85, resultados similares aos observados nesse trabalho.

Dentre as principais características desejáveis em híbrido de sorgo sacarino está um alto Teor de Sólidos Solúveis (°Brix). Nesse contexto, o híbrido EXP1 obteve a maior média de °Brix, com 18,1° (Tabela 2), diferindo significativamente de todos os outros híbridos. A menor média foi observada para o híbrido N31G2091. Parrella et al. (2011), avaliando o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Moçambinho-MG, Goiânia-Go, Sinop-MT, evidenciaram que as cultivares apresentaram uma variação no sólidos solúveis totais de 13,99 a 20,0° Brix, respectivamente, resultados que são semelhantes aos obtido nesse trabalho.

O alto rendimento de etanol por hectare é uma das principais características desejáveis para uma usina. Assim, na Tabela 2 observa-se que o híbrido EXP1 obteve a maior média litros de etanol por hectare, com 6903 l.ha⁻¹, porém, não diferindo estatisticamente das médias dos híbridos EXP2, N32J3252, N31L5010 e N31I2365. Os híbridos N31G2091 e N31G2174 obtiveram as menores médias de etanol.ha⁻¹, esse menor rendimento de etanol pode ser explicado pelo fato de que esses híbridos foram desenvolvidos para serem cultivados na safrinha (segunda safra).

Vale ressaltar que esses resultados são apenas de um ano agrícola, sendo necessário repetir esse experimento por mais anos para poder tirar conclusões mais precisas sobre o desempenho desses híbridos na região de Rio Verde.

CONCLUSÕES

O Híbrido EPX1 destacou-se pelo alto teor de sólidos solúveis totais e pelo alto rendimento de etanol por hectare e os híbridos EXP2, N32J3252, N31L5010 e N31I2365 pelo alto rendimento de etanol por hectare, sendo que esses híbridos apresentam alto potencial para cultivo na região de Rio Verde.

O sorgo sacarino apresenta grande potencial para ser usado na entressafra da cana-de-açúcar como complemento de matéria prima para a produção de etanol.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa NexSteppe Sementes do Brasil por todo o apoio dado antes, durante e após os experimentos.

REFERÊNCIAS

- DURÃES, F.O.M. Sorgo Sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. **Agroenergia em Revista** v.2, n. 3, p.7, 2011.
- GIACOMINI, I.; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental**; Pouso Alegre, v. 5, n.3, p. 73-81, 2013.
- PARRELLA, R. A. C. Sorgo sacarino: Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Revista Agroenergia**, v.2, n. 3, p.8-9, 2011.
- SOUZA, E. D.; SCHURT, D. A.; PARRELLA, R. A. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em ecossistema de cerrado no Estado de Roraima. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia, **Anais....** Águas de Lindóia: SBMS, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação da Produção de Forragem de Milho Consorciado com Braquiária Piatã em Diferentes Distâncias dos Renques de Eucalipto no Sistema ILPF

Miguel Marques Gontijo Neto¹, Emerson Borghi¹, Ramon Costa Alvarenga¹, Maria Celuta Machado Viana², Gabriel Paulino Faria³

¹ Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, miguel.gontijo@embrapa.br; ² Pesquisadora da EPAMIG, Prudente de Morais-MG; ³ Graduando em Agronomia da UFSJ-Sete Lagoas, Bolsista PIBIC do Convênio FAPEMIG/CNPq/Embrapa/ FAPED.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de forragem de milho consorciado com braquiária, em diferentes distâncias em relação aos renques de eucalipto no sistema ILPF. O ensaio foi instalado na Embrapa Milho e Sorgo onde em outubro de 2011 foram implantados os renques de eucaliptos (*Eucalyptus urophylla* cv GG100) com 100 metros de comprimento no espaçamento de 15 x 2m. Efetuou-se o plantio do consórcio do milho AG 8088 VT PRO com a *Brachiaria brizantha* cv Piatã em espaçamento de 0,70 metros entre linhas e respeitando a distância de 1 metro do renque de eucalipto. Os tratamentos consistiram da distância da linha de milho/braquiária em relação ao renque de eucalipto, sendo avaliada as linhas 1 (1m), 3 (2,4m), 5 (3,8m) e 7(5,2m) em quatro pontos da faixa de plantio. As avaliações das produtividades de forragem foram efetuadas no momento que o milho encontrava no ponto de ensilagem. Os resultados apresentados indicam que as distâncias entre as linhas de semeadura do milho consorciado com o capim e os renques de eucalipto afetaram diretamente as produções de forragens de milho e total, entretanto, não apresentaram efeito significativo sobre a produtividade de forragem do capim Piatã.

Termos de indexação: Sistemas agroflorestais, Sustentabilidade, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

O consórcio de culturas é um método que maximiza o uso da terra, além de aumentar a matéria orgânica do solo (MOS), proporcionando a melhora na qualidade física, química e biológica, proteção do solo contra os agentes erosivos e no caso de árvores, ajuda a controlar a temperatura e umidade do local. Consórcios entre culturas agrícolas, forragem e silvicultura são práticas utilizadas na integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), e vem sendo cada vez mais utilizado em regiões como a de Sete Lagoas-MG que tem grande demanda de madeira para produção de carvão, e de leite, carne e milho. O desempenho desses sistemas depende de alguns fatores, como a identificação de espécies tolerantes ao sombreamento e a adoção de práticas de manejo que assegurem a sua produtividade e persistência no sub-bosque. A forrageira poderá ter sua produtividade diminuída em função do cultivo de árvores nas pastagens, as quais competem com o estrato herbáceo do sub-bosque pelos fatores de produção, principalmente pela luz (BURROWS et al., 1990). VIANA et al (2011) relatou que o milho, por apresentar bom desempenho em consórcio com braquiária e pelas inúmeras aplicações deste cereal na propriedade agrícola, é uma cultura que se destaca neste sistema por apresentar o domínio sobre a braquiária e pela possibilidade de colheita mecanizada tanto para silagem quanto para grãos, entretanto, pode apresentar baixo desempenho nas áreas sob influência direta das copas do eucalipto.

Segundo CLARK (1981), a luz não atua diretamente na absorção de elementos minerais pelas plantas, porém afeta processos biológicos passíveis de alterar a sua composição mineral, como a fotossíntese, transpiração e respiração, entre outros. Alterações no ambiente proporcionado por renques de eucalipto pode melhorar o desempenho animal pelo menor gasto de energia para manter a temperatura corporal e aumento no tempo de pastejo. A avaliação de gramíneas a ambientes com baixa luminosidade é essencial para o maior entendimento do seu desenvolvimento em sistemas agrossilvipastoris.

Neste sentido o objetivo com esse trabalho foi avaliar a produtividade de forragem, a diferentes distâncias dos renques de eucalipto, em um sistema ILPF envolvendo as culturas do eucalipto, milho e braquiária *brizantha* (*Urochloa brizantha* cv Piatã).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, com as coordenadas geográficas: latitude de 19°29.106' S e longitude de 44°10.773' W e altitude de 708 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd). Os resultados da análise de solo realizada em outubro de 2012 são apresentados na **Tabela 1**, tendo sido realizado a aplicação de 400 kg ha de NPK 08-28-16 na semeadura do milho nas safras 2013/14 e 2014/15, mais a aplicação de 3t ha de calcário e 2t ha de gesso agrícola em outubro de 2014.

Tabela 1- Resultado das análises de solo da área experimental. Sete Lagoas-MG.

Prof	pH	M.O	p	K	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	V
(cm)	(H ₂ O)	(dag/kg)	(mg/dm ³)			(cmolc/cm ³)					
0-10	5,5	6,11	48,9	294	6,37	0,0	5,8	1,16	7,7	14,	54,7
10-20	5,6	4,99	27,1	173	8,35	0,0	44	0,79	5,6	13,	40,2

Os componentes do sistema iLPF foram implantados em momentos distintos. O eucalipto (*Eucalyptus urophylla* cv GG100) foi implantado em 29 de outubro de 2013, em sulcos no espaçamento 15x2m, sendo que em 21 de março de 2016 as árvores de eucalipto apresentavam altura média de 12,3 m e DAP médio de 12,2 cm. Em 24 de novembro de 2015 foi realizada a semeadura simultânea em sistema de plantio direto do milho (AG 8088 VT PRO) consorciado com a braquiária (*Urochloa brizantha* cv Piatã) no espaçamento de 0,70m entre linhas sendo respeitada a distância de 1 metro entre a primeira linha de semeadura do milho/braquiária dos renques de eucalipto.

Os tratamentos consistiram das distâncias das linhas de milho/capim em relação aos renques de eucalipto, sendo avaliadas as linhas 1 (1m), 3 (2,4m), 5 (3,8m) e 7 (5,2m), em quatro pontos da faixa de plantio. As sementes de milho foram tratadas com o inseticida Cropstar no momento da semeadura visando uma densidade de plantio de 70.000 plantas ha⁻¹, consorciado com o capim braquiária brizantha, tratadas com o inseticida Fipronil, na proporção de 4 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. A adubação de plantio consistiu de 400 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16 e a adubação de cobertura, realizada em 18 de dezembro de 2015, na dose de 400 kg ha⁻¹ de uma formulação NPK 20-00-20. O controle de plantas invasoras foi realizado em 30 de novembro de 2015 com a aplicação de 3 L ha⁻¹ de Atrazina.

As amostragens foram realizadas quando o milho atingiu o ponto para ensilagem (29/02/2016), sendo a parcela experimental definida por 2 metros de comprimento (2 x 0,7 = 1,4m²) em 4 locais das linhas previamente definidas.

Para avaliação das produções de forragem no ponto de ensilagem as parcelas foram cortadas a 20 cm de altura do solo e as produções de biomassa (milho e capim) foram pesadas separadamente, sendo neste momento avaliados as alturas de inserção da espiga (AE) e da folha bandeira (AP). As amostras de forragens foram secas a 65°C em estufas com ventilação forçada por 72 horas, sendo determinados os teores de matéria seca do milho (MSM) e do capim (MSCp). Foram estimadas as produtividades de massa seca de forragem de milho (PFM) e de capim (PFCp). A produtividade de forragem total (PFT) foi estimada pela soma das forragens de milho e de capim em cada parcela experimental.

Os dados foram analisados considerando um DBC com 4 repetições e submetidos à análise de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância da regressão e da falta de ajustamento, testadas pelo teste F, na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student, e no coeficiente de determinação. Para as análises estatísticas foi adotado nível de significância de até 1% de probabilidade e utilizado o procedimento GLM do pacote computacional SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria seca da forragem de milho e do capim não foram afetados pela distância das linhas de plantio do milho em relação ao renque de eucalipto, com os seguintes modelos ajustados para os teores de MSM, $\hat{y} = 32,2\%$ e MSCp, $\hat{y} = 20,3\%$.

As alturas de inserção de espiga e folha bandeira foram afetadas pela distância dos renques de eucalipto (**Figura 1**), com valores de altura de inserção de espigas variando entre 0,88m e 1,28m e a altura de plantas variando entre 1,93m e 2,45m.

A produção de forragens de milho (PFM) e a produção total (PFT) foram afetadas pelas distâncias do renque de eucalipto (**Figura 2**) com valores de produtividade de (PFM) variando entre 7.614,5 kg.ha⁻¹ e 15.867,5 kg.ha⁻¹ e (PFT) variando entre 8.102,5 kg.ha⁻¹ e 16.102,3 kg.ha⁻¹. Simão et al. (2012) avaliando o efeito da distância entre linhas da cultura e o renque de eucalipto verificou uma produtividade média de 14.690 kg ha⁻¹, pouco superior à verificada neste trabalho (13.706,5 kg.ha⁻¹).

Trabalhando na mesma região, Viana et al. (2012) também verificaram que a produtividade de milho é fortemente influenciada quando cultivado com forrageiras a distâncias mais próximas dos renques de eucalipto.

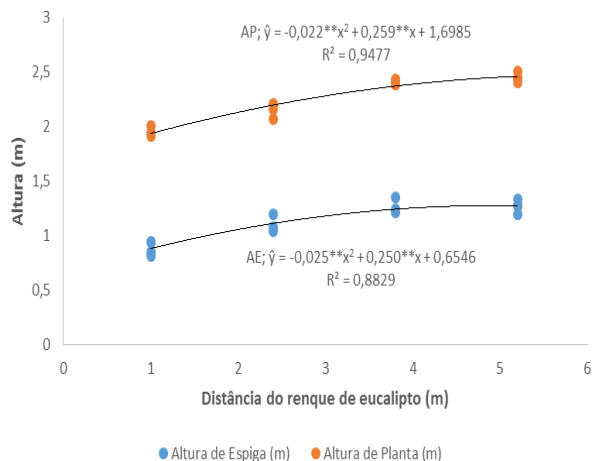


Figura 1. Altura da inserção da espiga (AE) e da folha bandeira (AP), em metros, em função da distância entre as linhas de milho e o renque de eucalipto. Sete Lagoas-MG, safra 2015/16.

A produção de capim (PFCp) não foi afetada pelas distâncias do renque de eucalipto (**Figura 2**), com produtividade média de 306,17 kg ha⁻¹. Tsumanuma (2004) também não verificou efeito das distâncias entre as linhas da cultura e os renques de eucalipto com relação à produtividade de forragem de braquiária no momento da colheita.

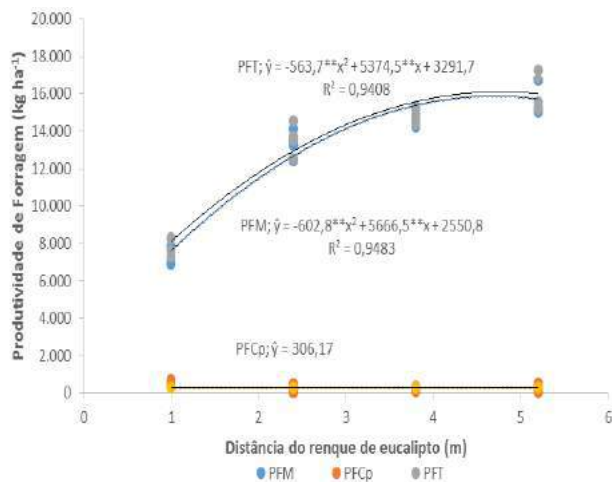


Figura 2. Produtividades de massa seca de forragens de milho (PFM), capim (PFCp) e total (PFT), em kg.ha⁻¹, em função da distância entre as linhas de milho o renque de eucalipto. Sete Lagoas-MG, safra 2015/16.

Levando-se em conta a produtividade média obtida entre as quatro distâncias avaliadas (13,706,5 kg.ha⁻¹) em relação a produtividade máxima verificada no presente trabalho (16.102,3 kg.ha⁻¹), observou-se uma redução média de produtividade de 14,9% em função da competição exercida do renque de eucalipto sobre a cultura do milho.

Considerando o espaçamento entre renques utilizados (15m) e a perda de 1m nas laterais do renque de eucalipto, resulta em uma área útil utilizável de 86,7%, ou seja, em cada há, apenas 0,86 ha foi utilizado para a cultura do milho. Assim a produtividade média de forragem obtida na área de 1

ha do sistema iLPF foi de 11.883,5 kg/ha⁻¹ de forragem. Como em toda consorciação de culturas não se espera a produtividade máxima de nenhum dos componentes, espera-se que no sistema iLPF o componente arbóreo, ao final do seu ciclo, compense economicamente a redução observada na produtividade de forragem.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que as distâncias entre as linhas de semeadura do milho consorciado com o capim e os renques de eucalipto afetaram diretamente as produções de forragens de milho e total, entretanto, não apresentaram efeito significativo sobre a produtividade de forragem do capim Piatã.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa, FAPEMIG/CNPq/FAPED pela bolsa PIBIC e à Rede de Fomento em ILPF pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; LARA, J. F. R.; GUIMARÃES, C. G.; MACÊDO, G. A. R.; GONTIJO NETO, M. M.; TEIXEIRA, M. F. F. Características agronômicas do milho cultivado para silagem no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, **Anais...**Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

CLARK, R.B. 1981. Effect of light and water stress on mineral element composition of plants. **Journal Plant Nutrition**, 3(5):853-885.

ALVES, V. B.; CECCON, G.; SALTON, J. C.; LUIZ NETO A.; LEITE, L. F. Produtividade do consórcio milho braquiária em integração com pecuária e floresta de eucalipto. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; LARA, J. F. R.; GUIMARÃES, C. G.; MACÊDO, G. A. R.; GONTIJO NETO, M. M.; TEIXEIRA, M. F. F. Características agronômicas do milho cultivado para silagem no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade. **Anais...** Goiânia:ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

SIMÃO, E.P.; GONTIJO NETO, M.M.; QUEIROZ, L.R.; ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M. Produtividade de grãos e forragem de milho consorciado com braquiária decumbens em diferentes distâncias em relação a renques de eucalipto. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO – **Anais...** Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012

SIMÃO, E.P.; GONTIJO NETO, M.M.; QUEIROZ, L.R.; ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M.; S, I.H.S. Efeito da distância entre as linhas da cultura e o renque de eucalipto sobre o rendimento de grãos e forragem do consórcio milho mais braquiária ruziziensis. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO – **Anais...**Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

Avaliação da Produtividade de Híbridos de Milho Semeado Com Diferentes Posicionamento da Semente no Sulco.

Leandro Lopes Gomes⁽¹⁾; **Wilian Henrique Diniz Buso**⁽²⁾; **Raquel Silva Firmiano**⁽³⁾; **Helber Garcez Matos**⁽⁴⁾ e **Janaina Batista de Lima**⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; leandrolopes.agr@outlook.com; ⁽²⁾ Professor Pesquisador; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres.

RESUMO: Objetivou avaliar a produtividade e componentes de produção de híbridos de milho em detrimento da posição das sementes. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do IF Goiano Campus Ceres. O delineamento utilizando foi em blocos completamente casualizados em esquema fatorial 6x3, seis posições da semente e três híbridos, com três repetições. A semeadura foi realizada no dia 09/11/2013 e utilizou-se a fórmula 08-28-16 na adubação de semeadura na dosagem de 500 kg ha⁻¹. A adubação em cobertura foi realizada em uma única aplicação no dia 28/11/2013, foi aplicado 110 kg ha⁻¹ de N utilizando como fonte a ureia. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de cinco metros e espaçamento de 0,50 m. Considerando como parcela útil as duas fileiras centrais. Não ocorreu interação significativa entre posição da semente e híbridos para as variáveis avaliadas. Não foram observadas diferenças para as diferentes posições das sementes distribuídas. O híbrido P4285 apresentou menor número de fileira de grãos e número de grãos por fileira e estes fatores não influenciaram na produtividade. O híbrido AGN 30A91 diferiu dos demais para número de grãos por fileira, contribuindo para alta produtividade de grãos. Para a massa de 1000 grãos o híbrido P4285 apresentou maior massa. Os híbridos P4285 e AGN 30A91 apresentaram maior produtividade 7.108,73 e 6.964,76 kg ha⁻¹, respectivamente. A posição da semente não interfere nos componentes de produção.

Termos de indexação: semeadura, produtividade e genética.

INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do milho (*Zea mays*) está diretamente atrelada a sua disposição no solo,

com espaçamentos diferenciados entre linhas e dentro da linha. Com o posicionamento das plântulas correto, confere maior potencial e assim ocorre o aumento na produtividade, pois as plantas podem expressar seu potencial genético, pois reduz a competição intraespecífica por água, luz, nutrientes e espaço. Desta forma procura ainda mais uniformizar o estande para proporcionar aumento de se obter o máximo do teto produtivo da cultura (SANGOI et al., 2012).

O rendimento aumenta com a elevação da densidade de plantio, até atingir o estande adequado, que é determinada pela cultivar e pelas condições edafoclimáticas do local e do manejo da lavoura. A partir da densidade ótima, quando o rendimento é máximo, aumento na densidade resultará em decréscimo progressivo na produtividade. A densidade ótima é, portanto, variável para cada situação e, basicamente, depende de três condições: cultivar, disponibilidade hídrica e do nível de fertilidade de solo. Qualquer alteração nesses fatores, direta ou indiretamente, afetará o rendimento (ARAUJO, 2013).

Diante do exposto há muitos estudos que busca a densidade ideal de plantas para a cultura do milho e não há informações se a posição em que a semente é colocada no sulco de semeadura exerce influência na produtividade e expressão do potencial produtivo. Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a influência da posição da semente no sulco de semeadura nos componentes agrônômicos e produtivos de híbridos de milho na região do Vale de São Patrício, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, localizada na latitude S 15° 21' 03", longitude

W 49° 35' 37" e altitude de 564 m.

Para fins de avaliação da fertilidade da área experimental foi coletada amostra de solo na profundidade de 0-20 cm, tendo a análise apresentado os seguintes resultados: Ca = 2,3; Mg = 1,2; k = 0,26; Al = 0,0; H = 3,5 (cmolc dm⁻³); P = 8,6; K = 101,0 (mg dm⁻³); pH = 5,4 (CaCl₂); saturação por bases 58,80% e M.O. = 1,7 g kg⁻¹.

O delineamento utilizando foi em blocos casualizados em esquema fatorial 6x3 seis posições da semente no sulco de semeadura (P1 embrião voltada para cima, P2 embrião para baixo, P3 embrião de lado, P4 semente deitado com o embrião para cima, P5 semente deitada com o embrião para baixo e P6 sementes distribuídas aleatoriamente como realizado pelas semeadoras, conforme **(Figura 1)** e três híbridos (P30F53, P4285 e 30A91PW) com três repetições, totalizando 54 unidades experimentais.

A semeadura foi realizada no dia 09/11/2013 e utilizou-se a fórmula 08-28-16 na adubação de semeadura cuja dosagem foi de 500 kg ha⁻¹. A adubação em cobertura foi realizada em uma única aplicação no dia 28/11/2013, foi aplicado 110 kg ha⁻¹ de N (ureia). O controle de plantas invasoras foi realizado no dia 21/11/2013 com o herbicida atrazina na dosagem de 3 L ha⁻¹. Aplicou o fungicida Piori xtra® (Azoxistrobina) com dose de 0,3 L ha⁻¹ no dia 10/12/2013.

Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de cinco metros e espaçamento de 0,50 m entre linhas. Considerando como parcela útil as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m de cada extremidade. A população de plantas utilizada foi de 65.000 plantas ha⁻¹.

As variáveis analisadas foram: altura da primeira espiga, altura de planta, diâmetro do colmo, conforme metodologia de Demétrio et al. (2008), número de fileiras de grãos e grãos por fileira, massa de 1000 grãos e produtividade (kg ha⁻¹). A colheita foi realizada no dia 10/03/2014 e procedeu-se a trilha em debulhador manual e sem seguida foi pesado em balança digital a umidade dos grãos foi corrigida para 13% e realizado o cálculo de produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de ScottKnott a nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2014) com os pacotes easyanova (ARNHOLD, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação (P>0,05) entre posição da semente e híbridos para as variáveis analisadas. Assim, as variáveis foram analisadas isoladamente.

Não houve estatisticamente diferença (P>0,05) entre as posições das sementes no solo em relação aos componentes agrônômicos e produtividade (**Tabela 1**). Assim, a posição em que a semente foi distribuída no sulco de semeadura, (**Figura 1**) não exerceu influência nos componentes agrônômicos e na produtividade evidenciando que a posição aleatória em que as sementes ficam quando caem no solo P6 responde de forma igual (P>0,05) a quando distribuídas no mesmo posicionamento no solo demais posições.

O híbrido P4285 apresentou menor (P<0,05) altura de plantas 2,04 m que os demais. Ocorreu diferença estatística (P<0,05) para altura da primeira espiga, em que, o híbrido P30F53 apresentou maior altura com 1,17 m, conforme (**Tabela 1**). Mendes et al. (2011) estudaram quatro híbridos e encontrou valores de altura de plantas 2,38 a 2,56 m, para os híbridos FORMULA e P30R50, respectivamente. Os mesmos autores também verificaram altura de espiga variando de 1,27 a 1,60 m para os mesmos híbridos, respectivamente. Os valores encontrados pelos autores para altura de plantas e de espiga, estão bem acima dos encontrados nesta pesquisa, muda o tipo de híbrido e regiões onde os estudos são realizados.

Para a variável diâmetro do colmo não ocorreu diferenças entre os híbridos (**Tabela 1**). Este componente é importante, pois é responsável pela sustentação da planta e serve como estrutura de acúmulo de reservas para a planta.

O híbrido P4285 apresentou menor (P<0,05) número de fileira de grãos na espiga com 13,98 fileira, mas esta variável não influenciou na produtividade (**Tabela 1**).

O híbrido AGN 30A91 diferiu (P<0,05) dos demais para número de grãos por fileira com 38,75 grãos em cada fileira na espiga, este componente contribuiu para que o híbrido tenha atingido alta produtividade de grãos, (**Tabela 1**).

Para a massa de mil grãos o híbrido P4285 atingiu valores mais altos (346,88 g) e foi diferente (P<0,05) dos demais híbridos, como apresentado na (**Tabela 1**). Silva et al. (2014) trabalharam com o híbrido P4285 e verificaram que a massa de mil grãos atingiu 316 g e também foi maior entre os híbridos estudados.

A produtividade foi estatisticamente igual (P>0,05) entre os híbridos P4285 e AGN30A91 que atingiram 7.108,73 e 6.964,76 kg ha⁻¹, respectivamente, e diferiram estatisticamente (P<0,05) do híbrido P30F53, conforme (**Tabela 1**). É relevante se considerar que, a taxa de resposta dos níveis de investimento na cultura, podem ser variáveis por genótipo, sendo que as médias de produtividade de cultivares destinadas a áreas de

alto investimento são claramente superiores às médias das cultivares destinadas a cultivos com baixo investimento (MENDES et al., 2011). A presente pesquisa foi conduzida com espaçamento reduzido (0,50 m entre linhas) e de acordo com Sangoi et al. (2011) a redução do espaçamento entre linhas aumenta a interceptação da radiação solar no início do ciclo, mas não interfere na produtividade de grãos do milho.

De acordo com Marchão et al. (2005) a introdução de híbridos com alto potencial produtivo, o incremento na utilização de fertilizantes, o desenvolvimento de novos herbicidas, as adoções do sistema de plantio direto, além de outros fatores, têm permitido a utilização de lavouras mais adensadas, que tem como principal objetivo potencializar o rendimento de grãos.

CONCLUSÕES

A posição da semente não interfere nas características agrônômicas e na produtividade dos híbridos avaliados.

Os híbridos P4285 e AGN30A91 são mais produtivos para as condições de Ceres-Go.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, a meu orientador e ao Instituto Federal Goiano Campus Ceres pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L. A.; JUNIOR, A. M.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p. 23-29, 2000.

ANDRADE, F. H. ECHARTE, L.; RIZZALLI, R.; DELLA MAGGIORA, A.; CASANOVAS, M.. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. **Crop Science**, v. 42, n. 04, p.1173-1179, 2002.

ARAUJO, A. V.; JUNIOR, D. S.B.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A.; Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.44 n.4, p. 885 – 892 2013.

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*, São Paulo, v.50, n.6, p.488-492, 2013.

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

GUILLEN-PORTAL, F. R.; RUSSELL, W. K.; BALTENSPERGER, D. D.; ESKRIDGE, K. M.; D'CROZ-MASON, N. E.; NELSON, L. A. Best types of maize hybrids for the western high plains of the USA. **Crop Science**, v.43, n.6, p.2065-2070, 2003.

MACHADO, J.C.; SOUZA, J.C. de; RAMALHO, M.A.P.; LIMA, J.L. Estabilidade de produção de híbridos simples e duplos de milho oriundos de um mesmo conjunto gênico. *Bragantia*, Campinas v.67, n.3, p.627-631, 2008.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 02, p 93-101, 2005.

MODOLO, A.J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E.M.; TROGELLO, E.; SCARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.3, p.435,441, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2014.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C; SILVA, P. R. F; SCHMIT, A; VARGAS, V. P; CASA, R. T; SOUZA, C. A; Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.46, n.6, p. 609-619, 2011.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIERIRA, J.; JR, G. J. P.; SOUZA, C. A.; CASA, R. T.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. A.; MACHADO, G. C.; HORN, D. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista brasileira de Milho e Sorgo**, v 11, n.3 p. 268-277, 2012.

SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; MARTINS, P.D.S.; SIMON, G.A.; FRANCISCHINI, R. Desempenho agrônômica e econômico de híbridos de milho na safrinha. **Revista AgroAmbiente**, v.8, n.2, p.261-271, 2014.

Figura 1- Posições da semente no solo.

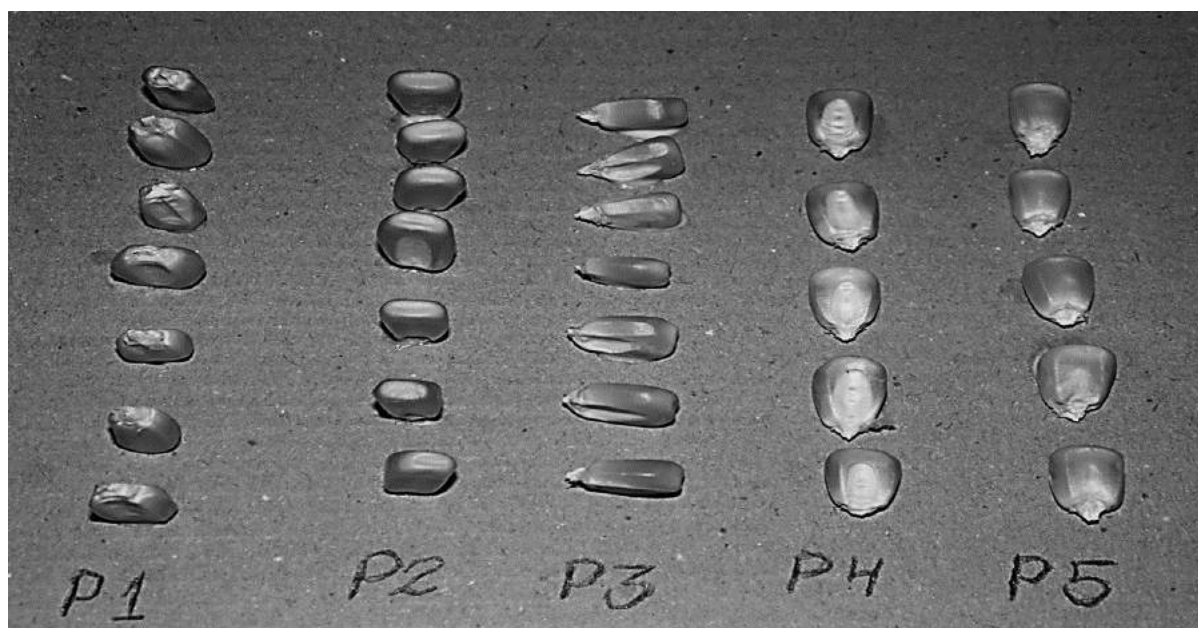


Tabela 1- Médias de componentes agrônômicos para posição de distribuição das sementes, híbridos e produtividade.

Posição da semente	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Diâmetro colmo (mm)	Nº de fileiras de grãos	Nº de grãos (fileira ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
P1	2,06 a	1,08 a	22,43 a	15,68 a	36,48 a	339,77 a	6.874,93 a
P2	2,06 a	1,06 a	22,03 a	15,65 a	37,37 a	332,66 a	6.445,60 a
P3	2,07 a	1,06 a	21,88 a	15,62 a	37,25 a	281,11 a	8.424,73 a
P4	2,15 a	1,16 a	22,90 a	16,04 a	37,04 a	303,55 a	8.424,73 a
P5	2,16 a	1,12 a	22,56 a	15,37 a	35,44 a	313,11 a	6.592,13 a
P6	2,16 a	1,22 a	19,54 a	15,55 a	35,77 a	335,55 a	6.188,93 a
Híbrido	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Número de fileiras de grãos	Número de grãos (fileira ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
P4285	2,04 b	1,10 b	21,72 a	13,98 b	36,27 b	346,88 a	7.108,73 a
AGN30A91	2,17 a	1,09 b	21,04 a	16,82 a	38,75 a	310,33 b	6.964,76 a
P30F53	2,16 a	1,17 a	21,67 a	16,16 a	34,76 b	295,22 b	6.205,03 b
CV (%)	4,06	7,00	16,91	8,65	6,27	14,25	15,87

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas são iguais estatisticamente pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade

Avaliação de características agronômicas de duas variedades de milho crioulo sob diferentes densidades populacionais

Daelcio Vieira Spadotto⁽¹⁾; Francieli da Silva Santos⁽¹⁾; Maurício Maraschin Neumann⁽¹⁾; Natan Crestani⁽¹⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽²⁾; Wellington Rogério Zanini⁽²⁾.

⁽¹⁾ Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul; daelciospadotto@gmail.com; franzinha_s@hotmail.com; mauricioneumann66@gmail.com; natancrestani@hotmail.com; ⁽²⁾ Docentes do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

RESUMO: As populações de milho crioulo são importantes, tanto para o melhoramento genético, quanto para os pequenos agricultores. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar as melhores populações para duas cultivares de milho crioulo. O experimento foi conduzido na safra 2014/15, no município de Lagoa Vermelha, RS, foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial "2x4". O primeiro fator foram as variedades ("Oito Carreiras" e "Cateto"), e o segundo fator foram densidades populacionais (50, 60, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹). As variáveis analisadas foram altura de inserção da espiga, altura de plantas, relação entre inserção e altura de plantas, e o rendimento de grãos. O milho "Oito Carreiras" apresentou maior altura de planta e inserção de espiga nas populações de 60 e 80 mil plantas, em relação aos demais, a relação entre inserção de espiga e altura de plantas não variou significativamente entre os fatores. Para o rendimento de grãos, as maiores produtividades da variedade "Oito Carreiras" foram obtidas em 80 mil plantas, seguida por 60, 70 e 50 mil plantas ha⁻¹, respectivamente, já para a variedade de milho crioulo, o "Cateto" conseguiu-se a máxima produtividade nas populações de 60 mil plantas, seguidas de 50, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹. Concluiu-se então, que o milho "Oito Carreiras" apresenta melhores características em populações elevadas, e a variedade "Cateto" obteve melhor produtividade em populações menores.

Termos de indexação: *Zea mays*, população de plantas, milho crioulo.

INTRODUÇÃO

As populações de milho crioulo, que também são conhecidas como *landraces* ou raças locais, são

importantes para o melhoramento genético, como fonte de variabilidade genética, resistência a estresses bióticos e abióticos, adaptabilidade aos diferentes ambientes (Parterniani et al., 2000; Araújo & Nass, 2002), e também para os pequenos agricultores, devido ao seu baixo investimento, rusticidade e ainda, a possibilidade de o próprio agricultor melhorar sua população, por seleção (Abreu et al., 2007).

Há uma grande necessidade de se identificar a melhor densidade para as plantas de milho (Merotto et al., 1997), já que uma vez identificada, ocorrerá a condição ideal de interceptação e utilização de radiação solar (Sangoi, 2001) dependendo do material de milho utilizado. A redução de competição inter e intraespecífica por nutrientes e luz, pode ser obtida por um melhor arranjo espacial das plantas, pois ocorre um aumento do índice de área foliar (IAF) desde os estádios iniciais (Johnson et al., 1998).

Os aumentos de densidade de híbridos de milho proporcionam um maior rendimento de grãos, devido ao um adensamento de espigas por área, este que é um componente do rendimento do milho (Merotto et al., 1997).

Para cada variedade ou híbrido de milho há uma população ideal, onde ocorrerá o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, podendo assim, a planta expressar sua melhor produtividade no ambiente. Os milhos de ciclo mais curto, geralmente tem maior rendimentos de grãos com populações elevadas e espaçamento reduzido (Sangoi, 2001).

Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar as diferentes características agronômicas de duas variedades de polinização aberta de milho, sob diferentes densidades populacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lagoa Vermelha, no Rio Grande do Sul, em um Latossolo Vermelho distrófico húmico (Streck et al., 2008), e com um clima, segundo Koppen, classificado como Cfb, caracterizado como clima temperado úmido com chuvas uniformemente distribuídas e verões amenos (Moreno, 1961).

O experimento foi semeado manualmente no dia 26/10/2014. Não foi utilizado nenhum tipo de fertilizante na base nem em cobertura. Os resultados da análise química do solo da camada 0-20 cm foram: pH em água: 4,9; teor de argila: 47%; Matéria orgânica (M.O): 3,4 %; Potássio (K): 171 mg dm⁻³; Fósforo (P): 3,5 mg dm⁻³; Cálcio (Ca): 7,85 cmol_c dm⁻³; Magnésio (Mg): 2,8 cmol_c dm⁻³; Alumínio (Al): 0,85 cmol_c dm⁻³; CTC_{pH7,0}: 23,35; Saturação por bases (V): 47,48 %.

Foram utilizadas duas variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.), coletadas de agricultores da região, que vem sendo selecionadas a anos por estes, visando sempre aumentar a produtividade, sendo designadas por “Oito Carreiras”, que apresenta colocação de grão branco, arquitetura foliar ereta, porte alto e ciclo precoce, e “Cateto”, uma variedade de ciclo longo, porte alto, coloração laranja-forte e arquitetura foliar aberta, variedade que foi muito utilizada em programas locais de milho híbrido, devido a sua grande heterose em cruzamento com outras variedades (Paterniani & Goodman, 1977 apud Sawazaki & Furlani, 1987), e também a sua tolerância ao calor e alumínio (Sawazaki & Furlani, 1987).

Para controle de plantas daninhas, tanto em pré como pós-emergência, realizou-se capinas. Não foram aplicados produtos para controle de insetos, nem doenças.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial “2x4”, com quatro blocos. Onde o primeiro fator foram as variedades (Oito Carreiras e Cateto), já o segundo fator foram os diferentes estandes de plantas (50, 60, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹). Para se alcançar o estande necessário foram semeadas mais plantas por parcela, e posteriormente foi feito o desbaste, para se alcançar a população desejada nas parcelas. Cada parcela experimental teve área total de 12 m², mas com área útil de 4,5 m².

As variáveis avaliadas foram altura de plantas e inserção de espiga foram avaliadas no estádio V12, já a variável de rendimento de grãos por hectare foi avaliada somente após a colheita das parcelas, e posterior classificação e correção a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo programa Assisat[®], onde

as médias foram comparadas pelo teste F, e se detectada diferença, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para variável altura da inserção da espiga, estão dispostos na **tabela 1**. Onde é perceptível a ocorrência de diferenças tanto para o fator de população, como para o fator de variedades. É importante destacar que o milho “Oito Carreiras” obteve uma maior altura da inserção da espiga quando submetido a população de 60 e 80 mil plantas, e o milho “Cateto” não apresentou diferença da altura de inserção da espiga nas diferentes densidades. Quando a população foi de 60 e 80 mil plantas, o milho “Oito Carreiras” se sobressaiu em relação ao “Cateto”.

Na **tabela 2**, estão descritos os dados de altura de plantas das duas variedades pesquisadas. Há uma diferença na variedade “Oito Carreiras”, onde obteve-se maior altura nas populações de 60 e 80 mil plantas. Já para a variedade “Cateto” não se observou diferença de altura nas diversas populações. A variedade “Oito Carreiras” foi mais alta nas populações de 60 e 80 mil plantas em relação ao “Cateto”, que foi mais alto na população de 50 mil plantas.

Observando a **tabela 3**, onde estão os valores da relação entre inserção da espiga e altura de plantas, pode-se perceber que não há uma diferença significativa entre seus valores.

Tabela 1 – Valores de inserção de espiga (IE), em metros, para as duas variedades, em relação, as diferentes populações, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	População (mil plantas ha ⁻¹) ^{1 2}			
	50	60	70	80
8 Carreiras	1,40 aB	1,91 aA	1,53 aB	1,73 aA
Cateto	1,67 aA	1,59 bA	1,52 aA	1,35 bA

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, não se diferenciaram na linha, e para letras minúsculas, na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Avaliação realizada em V12. CV_{exp.} = 11,34%.

Tabela 2 – Valores de altura de plantas (AP), em metros, para as duas variedades, em relação, as diferentes populações, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	População (mil plantas ha ⁻¹) ^{1 2}			
	50	60	70	80
8 Carreiras	2,25 bB	2,87 aA	2,33 aB	2,89 aA
Cateto	2,72 aA	2,59 bA	2,39 aB	2,31 bB

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, não se

diferenciaram na linha, e para letras minúsculas, na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ² Avaliação realizada em V12. CVexp. = 6,18%.

Tabela 3 – Valores da relação entre inserção da espiga e altura de plantas (IE/AP), em metros, para as duas variedades, em relação, as diferentes populações, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Relação IE/AP
8 Carreiras	0,64 n.s ¹
Cateto	0,61

¹ Não ocorreu diferença significativa pelo teste F. CVexp. = 9,84%.

Denota-se nas **tabelas 1, 2 e 3** que os dados coincidem com o estudo de Argenta et al. (2001), onde as maiores densidades estimulam o crescimento apical da cultura do milho, e em consequência a altura de inserção da espiga (Argenta et al., 2001). Neto et al. (2003), ao aumentar a população de três híbridos testados, acarretou uma maior altura das plantas. Estes resultados condizem com os obtidos para a variedade "Oito Carreiras", mas para o milho "Cateto", não foram encontrados resultados parecidos na literatura. A relação entre as variáveis inserção da espiga e altura de plantas foram parecidas com as encontradas por Souza et al. (2008).

A **tabela 4** demonstra os valores de rendimento de grãos. A variedade "Oito Carreiras" obteve maior produtividade com 80 mil plantas, seguida por 60, depois 70, e sua menor produtividade na população de 50 mil plantas ha⁻¹. A maior produtividade do milho "Cateto" deu-se na população de 60 mil plantas, seguidas por 50, 70 e 80 mil plantas. Em um ambiente com 50, 60 e 70 mil plantas o "Cateto" obteve maior rendimento, diferente para a população de 80 mil plantas, onde o milho "Oito Carreiras" teve maior produtividade.

Tabela 4 – Valores de rendimento, em kg ha⁻¹, para as duas variedades, em relação, as diferentes populações, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	População (mil plantas ha ⁻¹) ¹			
	50	60	70	80
8 Carreiras	2201 bD	4187 bB	2516 bC	5945 aA
Cateto	6247 aB	6690 aA	5730 aC	2624 bD

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, não se diferenciaram na linha, e para letras minúsculas, na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 1,3 %.

Embora não quantificado, observou-se no

decorrer do experimento, que o milho "Oito Carreiras" completou seu ciclo mais rápido que o "Cateto", além de ter maior susceptibilidade a diversas doenças. Este menor ciclo explica o motivo de o milho "Oito Carreiras" se sobressair em produtividade em maiores populações, já que como explicam Sangoi (2001) e Silva (1992) apud Argenta (2001), os híbridos ou variedades de ciclo mais curtos, necessitam de maiores densidades de plantas para atingir seu potencial de rendimento.

Para certas variedades, como o que ocorreu com a variedade "Cateto", observa-se um decréscimo da produtividade com o aumento da população, já que segundo Demétrio et al. (2008), para alguns híbridos e variedades de milho, o aumento excessivo da densidade populacional pode ser problemático, reduzindo a atividade fotossintética e a eficiência de conversão de fotoassimilados para o enchimento do grão, o que acarretará em uma redução do rendimento de grãos (Marchão et al., 2006 apud Demétrio et al., 2008).

CONCLUSÕES

A variedade "Oito Carreiras" obteve melhores condições de rendimento nas maiores populações estudadas.

O milho "Cateto" conseguiu se sair melhor em baixas populações.

REFERÊNCIAS

ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microrregião de Chapecó. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1230-1233, 2007.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e Avaliações de população de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

DEMÉTRIO, C. S.; FILHO, D. F.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

MEROTTO, A. J.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do

aumento da população de plantas. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

NETO, D. D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

PARTERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. W.; DUARTE, W. (Ed.) **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 11-41.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2001.

SAWAZAKI, E.; FURLANI, P. R. Genética da tolerância ao alumínio em milho cateto. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 2, p. 269-278, 1987.

SOUZA, A. R. R.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, L. V.; FERREIRA, P. L. Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 497-503, 2008.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Avaliação de Cultivares Convencionais de Milho na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas safras 2014/15 e 2015/16

Rogério S. Freitas⁽¹⁾; Aildson P. Duarte⁽¹⁾; Fernando Bergantin Miguel⁽³⁾; Gerson Cazentini Filho⁽⁴⁾; Leandro Galindo Vitor⁽⁵⁾; Cleiton Alexandre S. do Nascimento⁽⁶⁾

^(1,2)Pesquisador Científico, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas-SP; e-mail: freitas@iac.sp.gov.br, aildson@apta.sp.gov.br; ⁽⁵⁾Pesquisador Científico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA); e-mail: fbmiguel@apta.sp.gov.br; ⁽⁴⁾CATI/DSMM/NPSFE de Fernandópolis-SP; gerson.filho@cati.sp.gov.br; ⁽⁵⁾CATI/C.A., Ituverava-SP; e-mail: pauloleao@cati.sp.gov.br; ⁽⁶⁾Graduando do curso de Agronomia da Unesp/Dracena-SP, email: cleitonxante@gmail.com.

RESUMO: O uso de cultivares convencionais permite explorar o mercado de alimento não-transgênicos e é uma opção técnica ao considerar a relação custo/benefício em comparação as cultivares transgênicas. Ademais, para proteção da tecnologia *Bt* é obrigatório o uso desses cultivares para compor os sistemas de produção de milho em lavouras *Bt*. Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar as principais cultivares de milho convencionais disponíveis no mercado regional e disponibilizar essas informações aos técnicos e agricultores. Os ensaios foram realizados em nove ambientes na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo, compreendendo seis locais e dois anos agrícolas (2014/15 e 2015/16). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 13 tratamentos e 4 repetições. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 m espaçadas de 0,8 m, exceto em Riolândia onde o espaçamento entre linhas foi 0,50 m, o mesmo das lavouras adjacentes. A população média final foi de 61.155 mil plantas ha⁻¹. As características avaliadas nas duas linhas de cada parcela foram: florescimento masculino, acamamento e quebraimento das plantas; altura de plantas e de espigas, rendimento de espigas e produtividade de grãos corrigida para 13%. As cultivares mais produtivas foram o JM 2M77 e o JM 3M51, seguindo pelas cultivares 20A78 e IAC 8046, todos com produtividade superior a 8.200 kg ha⁻¹.

Termos de indexação: estabilidade, produtividade de grãos, baixa altitude.

INTRODUÇÃO

No Brasil devido a grande importância da cultura do milho para agropecuária nacional há um esforço

das empresas públicas e privadas para desenvolvimento de novos cultivares adaptados aos diferentes ambientes de produção. Neste sentido a renovação de cultivares pelas empresas é dinâmica e diversas cultivares são disponibilizadas e outras são retiradas do mercado todos os anos, sobretudo transgênicas. Na safra de 2014/15 foram disponibilizadas 97 novas cultivares (76 transgênicas e 21 convencionais). Nesta mesma safra, 86 cultivares foram retiradas do mercado (37 transgênicas e 49 convencionais). Na safra de 2015/16 foram incluídas no mercado 57 novas cultivares (35 transgênicas e 22 convencionais), sendo que 42 transgênicas e 14 convencionais deixaram de ser comercializadas (CRUZ et al., 2016). O uso de cultivares convencionais além de ser uma oportunidade para explorar o mercado de alimento não-transgênicos é uma opção técnica ao considerar a relação custo/benefício em comparação as cultivares transgênicas. Ademais, para proteção da tecnologia *Bt* é obrigatório o uso desses cultivares para compor os sistemas de produção de milho em uma lavoura predominantemente *Bt*.

A escolha da cultivar deve atender às especificidades de cada região e do sistema de produção local, uma vez que não existe uma cultivar superior em todas para as características. Para melhor aproveitamento dos fatores de produção, incluído potencial genético do cultivar e os insumos aplicados na lavoura, e redução dos riscos de perdas pelos estresses ambientais, a escolha da cultivar deve ser feita com base em informações regionais confiáveis.

Devido à dinâmica de ofertas de cultivares no Brasil a avaliação do desempenho agrônomo de cultivares é uma importante ferramenta para tomada de decisão do técnico ou do agricultor para escolha

da cultivar mais adequado ao seu ambiente de produção. Trabalhos realizados como os de Duarte et al. (1997); Freitas et al. (2006; 2010; 2012; 2014); Dudienas et al. (2010) indicam grande variação no desempenho produtivo das cultivares de milho e sua reação às principais doenças de ocorrência regional e fornecem ao agricultor e/ou técnico informações valiosas para sua tomada de decisão.

O presente trabalho foi realizado objetivando-se avaliar as principais cultivares de milho convencionais disponíveis no mercado para região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas safras de verão 2014/15 e 2015/16.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em nove ambientes na safra de 2014/15 e 2015/16 na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo. A caracterização geral destes ambientes bem com a adubação utilizada na semeadura e em cobertura está descrita na **tabela 1**. Vale ressaltar que, foram utilizadas diferentes formulações NPK devido à diversidade da fertilidade do solo e disponibilidade de fertilizantes em cada local. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 m espaçadas de 0,8 m, exceto em Riolândia, onde a parcela foi constituída de cinco linhas espaçadas de 0,50 m, o mesmo espaçamento adotado pelos agricultores da região. A população média final foi de 61.155 mil plantas ha⁻¹

Empregou-se o sistema de plantio convencional na maioria das áreas. A semeadura foi realizada entre a primeira quinzena de novembro até a primeira quinzena de dezembro, após estabilização do período chuvoso (**Tabela 1**). As sementes foram tratadas com os inseticidas Thiodicarb + Imidacloprid. A cultura foi mantida livre da interferência de plantas daninhas com uso dos herbicidas atrazina e, alguns casos, tembotrione em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura. Não foi aplicado fungicida foliar, exceto em Riolândia onde foi utilizado o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol na dose de 400 mL do produto comercial Piori Extra® no florescimento das plantas. Foram feitas duas aplicações de inseticidas, sendo frequente o uso de Espinosade (70 mL ha⁻¹ do produto comercial Tracer) para controle da lagarta do cartucho.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 13 cultivares de milho (**Tabela 2**) comuns nas duas safras. Devido a dinâmica de renovação/substituição das cultivares a cada safra, o cultivar DKB 390PRO2 foi incluído como padrão, para permitir inferências entre os ensaios ao longo dos anos de avaliação.

As características avaliadas nas duas linhas de cada parcela foram: florescimento masculino, considerado quando 50% das plantas estavam com pendão aberto e liberando polên; acamamento e quebramento das plantas, que foi estimado pela contagem do número de plantas; altura de plantas e de espigas, rendimento de espigas e produtividade de grãos. Para estimativa da produtividade, os grãos das duas linhas centrais foram pesados e a umidade determinada para obter valor corrigido para 13%.

Delineamento e análise estatística

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 13 tratamentos e 4 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Procedeu-se a análise conjunta dos dados para dois anos agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares apresentaram pouca variação no período para florescimento das plantas que foi em torno de 55 dias após a semeadura. A altura média das plantas foi de 2,23 m e a altura média da espiga de 1,2 m com extremos de 1,01 e 1,28 m. (**Tabela 2**).

A produtividade média dos ensaios foi menor na safra de 2014/15 (**Tabela 1**) em função das condições de umidade mais restritivas e temperaturas elevadas que limitaram o desenvolvimento das plantas. Já na safra de 2015/2016, a produtividade foi maior devido à boa condição hídrica durante o ciclo da cultura. Embora, não tenham sido apresentados os dados por locais, vale mencionar que, em Colina e Riolândia algumas cultivares atingiram produtividades entre 11.000 e 12.500 mil kg ha⁻¹, quando as condições climáticas foram mais favoráveis, o que demonstra o elevando potencial produtivo da cultura na região. No entanto, é preocupante a baixa oferta desses híbridos convencionais na região, uma vez, que fica prejudicada a estratégia do produtor de diversificar a base genética de sua lavoura pelo uso de mais de um cultivar. Essa estratégia é importante porque favorece o manejo fitossanitário, com menores riscos de perdas na lavoura, permite posicionamento dos cultivares de acordo com o as características do talhão na propriedade e da época de semeadura. Isso reforça a necessidade do material ser amplamente avaliado na região de forma a conhecer seu potencial produtivo e sua estabilidade para disponibilizar informações precisa e confiável ao agricultor.

Na análise conjunta de nove ambientes e duas safras (**Tabela 2**) o híbrido simples JM 2M77 e o

híbrido triplo JM 3M51 se destacaram com produtividades de 8.814 kg ha⁻¹ e 9.169 kg ha⁻¹, respectivamente. No grupo intermediário com produtividade variando entre 8.208 kg ha⁻¹ e 8.846 kg ha⁻¹ ficaram os cultivares 20A78, DKB 390PRO2 (padrão transgênico), IAC 8046. As variedades produziram menos e não foi verificado diferenças entre suas produtividades. A diferença entre a produtividade do grupo de híbridos mais produtivos e as variedades foi em torno de 25%. Essa diferença é próxima a observada em trabalho específico sobre híbridos transgênicos utilizando a variedade AL Piratininga como padrão e evidencia a disponibilidade de cultivares convencionais de excelente potencial produtivo.

Outro aspecto que deve nortear o agricultor na escolha de cultivares é o índice de plantas acamadas e quebradas que resulta em maiores riscos de perdas da produção, principalmente, no processo de colheita. Neste trabalho o índice variou entre 3 a 8%, sendo que a maioria dos cultivares apresentaram índice menor que 6%. A qualidade do colmo pode ser afetada por vários fatores como patógenos, densidade de plantas, pragas etc...

A diferença de produtividade entre o grupo de híbridos mais produtivos e o menos produtivo foi de aproximadamente 12% (**Tabela 2**). Os híbridos mais produtivos nos ambientes avaliados foram JM 2M77 e o JM 3M51, embora, os híbridos 20A78, DKB 390PRO2, IAC 8046 também apresentaram produtividade satisfatória. Neste sentido, a escolha da cultivar deve levar em consideração o preço das sementes e o nível de investimento que o agricultor planeja para sua lavoura.

CONCLUSÕES

As cultivares convencionais mais produtivas foram JM 2M77 e o JM 3M51, seguido pelos 20A78, IAC 8046.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos de apoio Cícero Cordeiro de Oliveira, Edivaldo Novelli Gomes, Francisco Otávio de Oliveira, João Batista Vieira Júnior e Wilson Luiz Strada, pelo apoio na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. SIMÃO, E.P. 477 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra de 2015/2016. In: <<http://www.apps.agr.br/site/Conteudo/4322>> Acesso em 20 de junho de 2016.

DUDIENAS, C.; DUARTE, A.P.; FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; CRUZ, F.A.; RAMOS JÚNIOR, E.; LEÃO, P.C.L.;

FREITAS, R.S. Evolução das principais doenças foliares da cultura do milho no Estado de São Paulo nas safras 2017/2018 e 2008/2009. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. 2010, p. 740-746.

DUARTE, A.P. & PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Avaliação de Cultivares de Milho no Estado de São Paulo. In: DUARTE, A.P. & PATERNIANI, M.E.A.G.Z. **Cultivares de milho no Estado de São Paulo: Resultados das avaliações regionais - IAC/CATI/Empresas - 1996/1997**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997. p.9-96. (Documento IAC, 58)

FREITAS, R. S.; DUARTE, A. P.; CAZENTINI, G.; BORTOLETTO, N.; KASAI, F. S.; MARTINS, A. L. M.; SAWAZAKI, E.; DUDIENS, C.; CRUZ, F. A.; STRADA, W. L.; BÁRBARO, I. M.; TICELII, M. Avaliação de cultivares de milho na Região Oeste do Estado de São Paulo em 2004/2005 e 2005/2006. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2006. p.217.

FREITAS, R. S.; LEÃO, P.C.; DUARTE, A.P. et. al. Adaptação de Cultivares de Milho na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas Safras de 2006/2007 e 2007/2008. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina.. **Anais...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2008. p.231.

FREITAS, R.S.; LEÃO, P.C.L.; DUARTE, A.P. et al. Desempenho Agrônomo de Cultivares de Milho na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas Safras 2008/2009 e 2009/2010. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. 2010, p. 1500-1505.

FREITAS, R.S.; DUARTE, A.P.; CAZENTINI FILHO; G. ROMAGNOLI, M.J.; GALLO, P.B.; ZONTA, A. Desempenho agrônomo de cultivares de milho para cultivo irrigado no Norte/Oeste do Estado de São Paulo; **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p.1-5.

Tabela 1 - Caracterização dos experimentos de milho convencionais desenvolvidos na região Norte/Oeste do Estado de São Paulo.

Local	Responsável	Altitude m	Solo Tipo	Semeadura Data	Produt. dade kg ha ⁻¹	Adubação			
						Semeadura		Cobertura (N)	
Entidade						kg ha ⁻¹	NPK	kg ha ⁻¹	Fonte ⁽¹⁾
2014/2015									
Votuporanga	IAC/APTA	480	LVe	13/11/2014	6.199	400	10-10-10	60 + 80	20-00-20+S.A.
Ituverava	CATI/FAFRAM	631	LVdf	26/11/2014	7.169	400	08-28-16	80 + 80	20-01-20+S.A.
Riolândia	CATI	420	LVdf	09/12/2014	7.868	330	08-28-16 ⁽³⁾	99 + 37	30-00-15+Uréia
2015/2016									
Adamantina	IAC/APTA	450	LVe	02/12/2015	7.681	350	04-30-10	80	S.A.
Votuporanga	IAC/APTA	480	LVe	30/11/2015	7.768	370	8-28-16	60 + 45	15-00-15+S.A.
Ituverava	CATI/FAFRAM	631	LVdf	25/11/2015	7.849	400	08-28-16	80 + 80	20-00-20+S.A.
Riolândia	CATI	420	LVdf	11/12/2015	9.057	290	8-30-8	42 + 42	S.A.
Palmital ⁽²⁾	IAC/APTA	450	LVdf	10/11/2015	9.662	350	8-28-16	70 + 70	S.A+ureia
Colina	IAC/APTA	580	LVe	27/11/2015	9.665	400	8-28-16	50 + 112	20-05-20+ureia

⁽¹⁾ S.A. = Sulfato de Amônio; ⁽²⁾ Médio Vale do Paranapanema, incluído pela baixa altitude. ⁽³⁾ + Zn

Tabela 2 - Caracteres agrônômicos dos cultivares convencionais de milho avaliados em 9 ambientes na região Norte/Oeste do Estado de São Paulo em 2014/15 e 2015/16⁽¹⁾

Cultivar	Tipo ⁽²⁾	Altura		Rendimento espigas %	Plantas ⁽³⁾ Acam. Queb.		Floresci- mento d.a.s. ⁽⁴⁾	Umida- de ⁽⁵⁾ %	População plantas ha ⁻¹	Produti- vidade ⁽⁶⁾ kg ha ⁻¹
		Planta	Espiga							
		..... cm								
JM 2M77	HS	226	119	77	0	3	54	18,8	62.386	9.169 a
JM 3M51	HT	230	121	76	0	4	54	18,2	62.318	8.814 ab
20A78	HT	200	101	78	0	5	52	17,1	60.797	8.476 bc
DKB 390 PRO2	HS	215	116	76	0	4	56	18,4	62.512	8.314 b-d
IAC 8046	HI	219	112	76	0	4	54	18,0	60.700	8.208 b-e
60XB14	HS	227	125	70	1	7	56	19,6	62.111	8.177 c-e
XB 8018	HD	224	128	72	1	4	56	19,4	62.018	8.028 c-e
IAC 8077	HI	224	119	75	0	4	56	18,5	60.427	7.744 de
IAC 8390	HI	230	121	74	1	4	55	18,2	61.109	7.617 e
AL Avaré	V	225	121	73	0	4	56	18,3	61.152	6.973 f
AL Paraguaçu	V	220	120	74	1	8	55	18,2	60.231	6.849 f
AL Bandeirante	V	228	124	72	1	8	56	18,6	59.610	6.829 f
AL Piratininga	V	230	127	71	1	5	56	18,2	59.640	6.388 f
Média		223	120	74	0	5	55	18,4	61.155	7.814
CV (%)		6,2	8,4	2,6	-	-	-	4,3	3,8	9,6
dms (Tukey a 5%)		11	8	1	-	-	-	1	1.958	629

⁽¹⁾ Locais: Adamantina, Riolândia e Votuporanga (2014/15 e 2015/16), Colina e Ituverava (2015/16). ⁽²⁾ HS = híbrido

HD = híbrido duplo; HI = híbrido intervarietal; HT = híbrido triplo e V = variedade. ⁽³⁾ Plantas acamadas e quebradas. ⁽⁴⁾ Dias após semeadura, exceto em Riolândia (2014/15) e Ituverava (2015/16). ⁽⁵⁾ Teor de água nos grãos na colheita, exceto em Colina, Ituverava e Votuporanga (2015/16). ⁽⁶⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Avaliação de diferentes cultivares de sorgo irrigado submetidos a quatro cortes sucessivos no semiárido alagoano.

Josimar Bento Simplício⁽¹⁾; José Nildo Tabosa⁽²⁾; Fernando Gomes da Silva⁽³⁾; Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite⁽¹⁾; Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim⁽⁴⁾; Eric Xavier de Carvalho⁽²⁾.

⁽¹⁾ Professor Adjunto IV; Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada; Serra Talhada, PE; josimar.bento@ufrpe.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Instituto Agronômico de Pernambuco; Recife, PE; ⁽³⁾ Professor; UFRPE-UAST; ⁽⁴⁾ Pesquisador da EMATER AL, Maceió – AL; ⁽⁴⁾ Aluno de Iniciação Científica; UFRPE-UAST, Serra Talhada, PE;

RESUMO: A proposta de se trabalhar com a cultura do sorgo tem como premissa um sistema radicular agressivo, explorando camadas profundas do solo. Por possuir cutina protetora do colmo e da superfície foliar, resulta em menor perda de água por transpiração, frente às adversidades ambientais. O objetivo com essa proposta foi o de avaliar dez materiais de sorgo com características forrageiras distintas sob irrigação no semiárido durante quatro cortes sucessivos, caracterizando a sazonalidade do ano de 2015. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Centro Xingó de Convivência com o Semiárido, localizado no município de Piranhas, AL. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi formada por três fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas por 0,80 m. A densidade de plantio utilizada foi de 12 plantas m⁻¹ linear. As variedades mais produtivas em quatro colheitas chegaram a produzir entre 150 e 211 tha⁻¹ de matéria verde.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*; colheita sucessiva, rebrota; produção de biomassa.

INTRODUÇÃO

Fazer agricultura no ambiente semiárido sempre foi um desafio, haja vista as inconstâncias observadas nos fatores que caracterizam o clima dessa região, como por exemplo, alta luminosidade e temperatura bastante elevada, aliada a um período curto e distribuição irregular das precipitações, culminando em estresse hídrico.

Este cenário vem se agravando ano após ano com a contribuição efetiva do próprio homem que inadvertidamente, ou não, desmata cada vez mais e desenvolve técnicas de cultivo inapropriadas para esse ambiente. O resultado é a perda da fertilidade do solo, com consequente perda de produtividade

das culturas e diminuição dos rebanhos que movimentam a economia da região semiárida brasileira. Dessa forma, se faz necessário que as instituições de pesquisa e assistência técnica apresentem para os agricultores tecnologias menos agressivas, para minimizar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

A proposta de se trabalhar com a cultura do *Sorghum bicolor* tem como premissa essa forrageira apresentar sistema radicular agressivo, explorando camadas mais profundas do solo em busca de água e nutrientes; possuir serosidade protetora do colmo e da superfície foliar, resultando em menor perda de água por transpiração sugerindo tolerância e adaptabilidade às adversidades do ambiente semiárido, como por exemplo, os estresses bióticos e abióticos.

Outro fator relevante é que, após a colheita da planta mãe, havendo condições de fertilidade, temperatura e umidade no solo as gemas basais emitem a rebrota, tantas vezes quanto as condições permitirem.

Dentre as suas peculiaridades, o sorgo se destaca ainda, por apresentar alto valor nutritivo e alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica no processo de ensilagem, bem como altos rendimentos de massa verde e seca por unidade de área. Também por ser uma planta de fácil manejo cultural, colheita e armazenamento (Botelho et al., 2010; Neumann et al., 2002).

O objetivo com a presente proposta foi o de avaliar dez materiais de sorgo com características forrageiras distintas em sistema irrigado, no ambiente semiárido, durante quatro cortes sucessivos, caracterizando a sazonalidade do ano de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Centro Xingó de Convivência com o Semiárido, localizado no município de Piranhas, Estado de Alagoas (latitude de 9°35'59" S; longitude de 37°45'31" WGr e altitude de 213 m), em 2015. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Bsh (semiárido quente), caracterizado por temperaturas elevadas e precipitações irregulares, com períodos extensos de seca.

A temperatura média do ar ficou entre 25 e 27 °C e os índices pluviométricos anuais de 700 mm, podendo chegar a menos de 500 mm (Plgbb, 1988). Foram avaliados 10 genótipos de sorgo forrageiro (caracterização de cada material) submetidos a quatro cortes sucessivos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições. Cada parcela foi formada por três fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas por 0,80 m. A densidade de plantio utilizada foi de 12 plantas m⁻¹ linear (após desbaste). A área útil de cada unidade experimental foi tomada considerando a fileira central perfazendo uma área útil de 4,80 m².

A adubação do solo foi realizada com base na interpretação da análise de solo. As variáveis biométricas em estudo foram: 1) Altura média de plantas (AP, cm); 2) Produção de massa verde (MV, t ha⁻¹); 3) Produção de massa seca (MS, t ha⁻¹). Para a obtenção da massa seca, foram coletadas amostras da massa verde da parte aérea de cada tratamento (\approx 300 g), a qual foi picada e acondicionada em saco de papel, levando-as para estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 65 °C ou até atingir peso constante. De posse do percentual de matéria seca de cada amostra, foi calculada a produção de matéria seca da parcela e esta extrapolada para toneladas por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção dos dados de campo, estes foram submetidos à análise de variância e as médias forma comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Verificou-se que para altura de plantas, os materiais com características apenas forrageiras, em sua maioria, apresentaram superioridade com média aproximada de 350 cm metros no 1º corte. Enquanto que, aqueles com características de duplo propósito (capacidade de produzir massa verde e grãos), exceto o Qualimax atingiram em média 2,0 metros.

Na média dos quatro cortes, essa tendência foi consolidada, com os materiais forrageiros

apresentando altura superior a 250 cm, enquanto que os materiais de duplo propósito se comportaram com média inferior aos forrageiros.

Esse comportamento é natural, haja vista que grande parte do potencial produtivo dos materiais de sorgo são exteriorizados durante o seu primeiro ciclo, enquanto que a partir das rebrotas há uma tendência de menor desenvolvimento com conseqüente menor produtividade (**tabelas 1 a 3**).

Ainda na **tabela 1** é possível destacar o comportamento do tratamento 1011 que diferentemente dos demais, apresentou elevação de altura média de aproximadamente 23% e 32% no 2º e 3º cortes, respectivamente, em relação ao 1º corte. Mas, essa característica referente ao aumento da altura média, não apresentou relação direta com a produção de massa verde e seca (**tabelas 2 e 3**). Quanto ao tratamento 2502, outro material de duplo propósito, apresentou altura média superior no 3º corte em relação aos demais cortes.

Fatores como temperatura e luminosidade adequadas, disponibilidade de água e nutrientes, certamente contribuíram para esse comportamento diferenciado.

No que se refere aos demais tratamentos nestes pode ser observado decréscimos de altura e produtividades de massa verde e seca. Tendência normal no comportamento produtivo da cultura do sorgo. Haja vista que o sorgo após ser cortado, apresenta capacidade de rebrota, perfilhando consideravelmente. Essa característica denota competição entre as plantas, resultando em menor altura e conseqüentemente, menor produtividade.

No que se refere aos parâmetros constantes na **tabela 4**, o SF 15 apresentou maior altura média obtida de quatro cortes consecutivos, no entanto, essa maior altura não se refletiu em produtividade de massa verde e seca.

Esse comportamento se fez representado pelo tratamento EP 17 que superou 211 t ha⁻¹ de massa verde e se aproximou das 70 t ha⁻¹ de massa seca, superando em aproximadamente 7% e 8%, respectivamente o SF 15. Corroborando com estes resultados, registros de elevadas produtividades de biomassa foram obtidos sob condição irrigada, com o solo fertilizado quimicamente e com adição de matéria orgânica, com a variedade SF 15 da ordem de 194 t ha⁻¹ de matéria verde (Tabosa et al., 2010). Sob condição de sequeiro, o maior resultado de produção de matéria verde obtido na região foi de 126 t ha⁻¹ em duas colheitas, realizadas na localidade de Gararu, SE, em 1989 (Carvalho & Aragão, 1989).

CONCLUSÕES

As variedades de sorgo forrageiro de ciclo tardio sob irrigação nas condições do sertão de Alagoas apresentam elevado vigor de rebrota podendo com isso serem submetidas a quatro colheitas no período de 360 dias.

As variedades de duplo propósito, de ciclo curto apresentam produtividades menores quando comparadas às cultivares de ciclo tardio. Todavia esta deficiência pode ser compensada por um maior número de colheitas no período.

SF15	351 ab			abc	
1158	334 b	343 a	345 ab	231 a	313 b
BR				162	
506	275 c	334 a	242 cd	bc	254 c
Quali				171	
max	216 d	262 b	230 cd	bc	220 d
2502	178 d	158 c	184 d	131 c	163 e
1011	177 d	217 b	234 cd	142 c	192 f
CV (%)	9,2	11,0	13,1	16,1	4,9

Trat. – Tratamento; médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a nível de 5 % de probabilidade.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, P.R.F.; PIRES, A. de A.; SALES, C.J. de.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; JAYME, D.G. e DOS REIS, S.T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.287-297, 2010.

CARVALHO, H. W. L. & ARAGÃO, W. M. Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro no estado de Sergipe. I – Comportamento de progênies avançadas em nossa Senhora da Glória, Gararu e Propria. Boletim de Pesquisa nº 04. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa do Coco – CNPCo, Aracaju – SE, 1989. 29p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; ARBOITE, M.Z.; CERDOTESE, L.; PEIXOTO, L.A. de O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; NASCIMENTO, M. M. A do; LIMA, J. M. P. de; SILVA, F. G. da; SILVA FILHO, J. G. da; BRITO, A. R. M. B. e RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarino no semiárido Brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO e SORGO, 28, 2010. **Anais...** Goiânia: Embrapa, 2010. CD-ROM.

Tabela 1. Altura Média de Plantas (cm) de cultivares de sorgo em sistema irrigado - Piranhas – AL. 2015

Trat.*	Cortes				Média
	1º	2º	3º	4º	
EP 17	396 a			201	
		352 a	324 ab	ab	318 b
SF 25	385 ab	366 a	376 a	246 a	343 a
467	360 ab			202	
		336 a	328 ab	ab	306 b
				215	
SF 11	355 ab	335 a	321 ab	ab	306 b
		348 a	293 bc	188	295 b

Tabela 2. Produção de massa verde (t ha⁻¹) de cultivares de sorgo em sistema irrigado - Piranhas – AL., 2015

Trat.	Cortes				Média
	1º	2º	3º	4º	
EP 17	96,3 a	55,8	42,4		
		a	ab	16,9 abc	211,5 a
SF 15	83,1	52,7	41,7		
	ab	ab	ab	19,6 ab	197,1 ab
467	75,5	49,2	38,8	13,3	172,7
	bc	ab	ab	abcd	abcd
1158	66,5	44,6	36,1	16,8	
	bcd	ab	abc	abcd	164,1 bcd
SF 25	66,5	55,2	41,6	16,8	
	bcd	a	ab	abcd	180,1 e
BR 506	56,1	47,8			
	cd	ab	26,3 c	7,0 d	137,3 de
QUALI	54,7	60,5	43,0		
MAX	cd	a	a	20,3 a	178,6
SF 11	54,0	42,2	39,6	16,8	
	cd	ab	ab	abcd	152,7 cde
1011	50,6 d	52,6	36,8		
		ab	abc	10,1 bcd	150,2 cde
2502	49,9 d	33,9	29,7		
		b	bc	9,1 cd	122,7 e
CV (%)	16,11	21,5	17,4	16,1	13,1

Trat. – Tratamento; médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Produtividade de Massa Seca (t ha⁻¹) de cultivares de sorgo em sistema irrigado - Piranhas – AL. 2015

Trat.	Cortes				Média
	1º	2º	3º	4º	
EP 17					
	30,8 a	17,8 a	13,5ab	6,2 a	68,5 a
SF 15	26,6 ab	16,8			
		ab	13,3ab	6,2 a	63,0 ab
467	22,8 bc	15,7ab	12,4ab	4,1 ab	55,1 bc
1158	21,2	14,2	11,5ab		52,7
	bcd	ab	c	5,6 ab	bcd
SF 25	21,2	17,6 a	13,3ab	5,3 ab	57,6

	bcd				abc
BR 506	17,9 cd	15,3 ab	8,4c	2,4 b	44,1 cd
Qlmax	17,5 cd				56,8 abc
SF 11	17,2 cd	19,3 a 13,5 ab	13,7a 12,6 ab	6,2 a	48,8 cd
1011	16,1 d	16,8 ab	11,7 abc	3,4 ab	48,2 cd
2502	15,9 d	10,8 b	9,5 bc	3,1 ab	39,5 d
CV (%)	16,1	21,5	17,4	37,0	13,1

Trat. – Tratamento; médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Avaliação de parâmetros métricos de materiais genéticos de Sorgo submetidos a quatro cortes sucessivos sob irrigação em ambiente semiárido – Piranhas, AL., 2015

Tratamentos	Altura de Plantas (cm)	Massa Verde (t ha ⁻¹)	Massa Seca (t ha ⁻¹)
EP 17	318 b	211,5 a	68,5 a
SF 15	343 a	197,1 ab	63,0 ab
467	306 b	172,7 abcd	55,1 bc
1158	306 b	164,1 bcd	52,7 bcd
SF 25	295 b	180,1 e	57,6 abc
BR 506	313 b	137,3 de	44,1 cd
QUALIMAX	254 c	178,6 abcd	56,8 abc
SF 11	220 d	152,7 cde	48,8 cd
1011	163 e	150,2 cde	48,2 cd
2502	192 f	122,7 e	39,5 d
CV (%)	4,9	13,1	13,1

Trat. – Tratamento; médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a nível de 5 % de probabilidade.

Biomassa e diâmetro de colmo de milho sob tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas

Domingos da Costa Ferreira Júnior⁽¹⁾; Matheus Santos Graffitti⁽²⁾; Rodrigo Cadelca Júnior⁽²⁾; Marina Freitas e Silva⁽²⁾; Adílio de Sá Júnior⁽³⁾; Ricardo Câmara Werlang⁽⁴⁾; Césio Humberto de Brito⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Jaboticabal, SP; junior.domingos@uol.com.br; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Aminoagrocente, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: A cultura do milho safrinha apresenta grandes perdas devido a pragas e doenças presentes em seu desenvolvimento inicial. Uma das estratégias adotadas para se evitar as perdas decorrentes é o uso de defensivos agrícolas em tratamento de sementes. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com diferentes grupos químicos de fungicidas e inseticidas sobre a produção de biomassa e diâmetro de colmo da cultura do milho. O experimento foi conduzido em condições de 2ª safra em 2016. Os tratamentos foram: (1) testemunha, (2) fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina, (3) metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol e (4) tiametoxam + metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol. Foram avaliados o acúmulo de massa aérea fresca e seca e diâmetro de colmo na cultura do milho. Os tratamentos com fungicidas e inseticidas apresentaram maior acúmulo de matéria fresca que a testemunha, possivelmente devido a efeitos secundários benéficos sobre o metabolismo vegetal. Em relação ao diâmetro de colmo das plantas, não se observou nenhuma diferença estatística entre os tratamentos.

Termos de indexação: controle químico; desenvolvimento inicial; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) se destaca entre os grãos no Brasil por ser o cereal de maior volume produzido e o segundo grão de maior produção, perdendo apenas para a soja (Ratier et al., 2015). A produção brasileira de milho no ano agrícola 2015/2016 totalizou 79,9 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2016).

O milho de segunda safra é aquele advindo das áreas cultivadas em sequeiro, semeado

normalmente após o cultivo da soja precoce entre os meses de fevereiro a março. É possível observar o crescimento das áreas e produção nacional de milho de 2ª safra devido à possibilidade de um maior uso de tecnologias e insumos. Entretanto, a implantação da cultura nessa época está sujeita a várias dificuldades, como uma maior ocorrência de pragas e doenças de início de ciclo, sendo uma das estratégias adotadas para se evitar as perdas decorrentes deste problema é o uso de fungicidas no tratamento de sementes (Mangili & Ely, 2014; Tonim et al, 2014). Na cultura do milho, a prática de tratamento de sementes corresponde a apenas 0,10% do custo de produção ha⁻¹, se mostrando uma prática eficiente e econômica (Goulart & Fialho, 1998).

Pinto (2003) observou que sementes em que houve o tratamento químico proporcionaram emergência de plantas significativamente superior à da testemunha mesmo na ausência de patógenos. Isso indica que além do efeito fitossanitário, o conhecimento dos diversos modos de ação bioquímicos dos defensivos agrícolas é necessário, pois podem existir efeitos secundários dos mesmos sobre o metabolismo vegetal. Um exemplo é o grupo químico das estrobilurinas, que tem demonstrado incremento na produtividade não somente pelo controle de doenças incidentes, mas também pela ação benéfica que esta molécula atua na fisiologia da planta (Brachtvogel, 2010).

Visto isso, é essencial compreender a prática do tratamento de sementes como uma ferramenta importante no manejo de doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com diferentes grupos químicos de

fungicidas e inseticidas sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de 2ª safra no início de 2016 na Fazenda Floresta do Lobo situada no município de Uberlândia – MG (19°05'35,75" S; 48°08'22,48" O; 953 m). Usou-se o híbrido comercial Status, de alto potencial produtivo, no qual buscou-se a expressão deste potencial.

Os tratamentos foram compostos por diferentes tratamentos de semente com fungicidas e inseticidas (**Tabela 1**). Foram empregadas oito repetições por tratamento, seguindo o delineamento estatístico de blocos casualizados.

Tabela 1 – Ingredientes ativos avaliados em tratamento de sementes.

Tratamentos	Dose de i.a. ^{1/1} (g kg ⁻¹) ^{1/2}
Testemunha	---
fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina	0,9 + 0,81 + 0,09
metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	0,04 + 0,05 + 0,33
tiofanato metílico + fluazinam	0,70 + 0,104
tiametoxam + metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	3,04 + 0,04 + 0,05 + 0,33

^{1/1} i.a.: ingrediente ativo.

^{1/2} Dose para um quilograma de sementes.

No manejo da cultura foram realizadas pulverizações de inseticidas, fungicidas e herbicidas visando a expressão do potencial genético do híbrido escolhido.

As avaliações feitas no ensaio foram diâmetro do colmo e matéria fresca e seca de parte aérea. Avaliou-se o diâmetro de colmo no estágio V₈ (oito folhas expandidas). Para tanto, utilizou-se paquímetro digital e foi considerado o diâmetro maior do colmo entre a primeira e a segunda folha. Foram avaliadas dez plantas por parcela, em duas épocas. A matéria fresca e seca da parte aérea das plantas foi analisada no estágio V₄. A metodologia usada foi de quatro repetições (a, b, c, d) de cada tratamento, sendo que em casa repetição avaliaram-se 10 plantas, totalizando 40 plantas por tratamento. As amostras foram pesadas em balança de precisão e posteriormente acondicionadas em estufas a 70 °C até atingirem peso constante para pesagem de matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico Sisvar, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com fungicidas e inseticidas apresentaram maior acúmulo de fitomassa fresca e seca que a testemunha (**Tabela 2**). O tratamento de sementes com fungicidas além de evitar a transmissão de fungos associados à semente para plântula (Nerbass et al., 2008) tem a função de controlar e proteger a semente contra inóculos presentes no solo, conferindo uma boa germinação das plântulas em situações adversas de semeadura (Pinto, 1998).

O melhor desempenho dos tratamentos em relação à testemunha também pode estar relacionado aos efeitos dos princípios ativos sobre a fisiologia e o desenvolvimento das plantas. Prando (2014) observou que sementes tratadas com tiofanato-metílico, mesmo que na ausência de patógenos, apresentavam menor taxa de plântulas anormais quando comparadas às testemunhas; tal fenômeno contribui para um melhor desenvolvimento inicial da cultura, o que pode favorecer maior produção de matéria seca.

Tabela 2 - Acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea de plantas de milho sob diferentes tratamentos de semente. Uberlândia, 2016.

Tratamentos	Matéria fresca (g/planta)	Matéria seca (g/planta)
Testemunha	75,12 b ^{1/2}	7,56 b
fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina	91,36 a	9,43 a
metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	86,00 ab	9,61 a
tiametoxam + metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	93,37 a	10,40 a

^{1/2} Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A piraclostrobina, além de ter contribuído para o controle de doenças de solo, pode também ter tido efeitos secundários sobre a planta, conferindo maior acúmulo de fitomassa que nos tratamentos sem o uso de fungicidas. Segundo Brachtvogel (2010), esta molécula proporciona aumento na atividade da enzima nitrato redutase e da fotossíntese líquida juntamente com a diminuição da produção de etileno, favorecendo o desenvolvimento da planta.

Silva et al. (2009) observaram que o fipronil aplicado em tratamento de sementes de milho contribuiu para um aumento de 53% de massa seca radicular, refletindo também em maior fitomassa da parte aérea. O fipronil e outros inseticidas que atuam em canais de íons estão associados com aumento da tolerância de plantas aos estresses bióticos e abióticos devido ao fato de estes íons atuarem na regulação estomática (Okuma e Murata, 2004)

Os resultados obtidos convergem com os de Tavares et al. (2014), que observaram uma maior matéria seca de parte aérea através do tratamento de sementes com fludioxinil + metalaxyl-m. Dias et al. (2009) observaram que o tratamento de semente com metalaxil resultou em maior porcentagem de germinação e maior velocidade de emergência de plântulas. Pereira et al. (2007) também atribuíram um possível efeito fisiológico positivo do fungicida fludioxinil sobre o desenvolvimento de plantas. Todavia, ainda se desconhecem as vias metabólicas vegetais possivelmente afetadas por estes princípios ativos.

Macedo (2012) também observou incremento de matéria seca da parte aérea de plantas de milho em função do tratamento de sementes com tiametoxam. As causas deste efeito do tiametoxam sobre as plantas ainda são discutidas, sendo diversas hipóteses: indução de atividade enzimática nas plantas (Castro, 2006); inibição da enzima óxido-nítrico-sintase (Pereira, 2010); atividades proteolíticas, influenciando o crescimento e desenvolvimento celular (Carvalho et al., 2003).

Em relação ao diâmetro de colmo das plantas, não se observou nenhuma diferença estatística entre os tratamentos (**Tabela 3**). Schlosser et al. (2012) e Picinini e Fernandes (2003) também não observaram incrementos no diâmetro do colmo de milho e trigo, respectivamente, em função do tratamento de sementes com diferentes classes de defensivos agrícolas.

Tabela 3 - Diâmetro de colmo de plantas de milho sob diferentes tratamentos de semente. Uberlândia, 2016.

Tratamentos	Diâmetro ¹ (mm)
Testemunha	21,50 ns
fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina	22,29
metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	21,94
tiametoxam + metalaxil-M + fludioxonil + tiabendazol	21,73

¹ Diâmetro de colmo avaliado no estágio V₄ (quatro folhas

expandidas).

² Diâmetro de colmo avaliado no estágio V₈ (oito folhas expandidas).

³ Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

CONCLUSÕES

Os diferentes princípios ativos avaliados em tratamento de sementes contribuem para aumento de matéria fresca e seca de plantas de milho em seu desenvolvimento inicial. O diâmetro de colmo não é afetado significativamente pelos diferentes tratamentos de sementes adotados.

REFERÊNCIAS

BRACHTVOGEL, E. L. **População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agrônômicas e fisiológicas**. 2010. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO.

CARVALHO, V. M.; MARQUES, R. M.; LAPENTA, A. S.; MACHADO, M. F. P. S. Functional classification of esterases from leaves *Aspidosperma plyneurom* M. Arg. (Apocinaceae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.26, n.2, p.195-198, 2003.

CASTRO, P. R. C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, n. 32, p. 46, 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_19_11_58_17_boletim_graos_maior_2016_-_final.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2016.

DIAS, M. A.; AQUINO, L. A.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Qualidade fisiológica de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) sob condicionamento osmótico e tratamentos fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, 2009.

GOULART, A. C. P.; FIALHO, W. F. B. **Eficiência de fungicidas no controle de fungos em sementes de milho e seus efeitos na emergência de plântulas em casa de vegetação**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 19 p.

MACEDO, W. R. **Bioativador em culturas monocotiledôneas: avaliações bioquímicas, fisiológicas e da produção**. 80f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MANGILI, F. B.; ELY, D. F. Influência das chuvas na produção de milho safrinha em Londrina-PR. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 1, n. especial, p. 153-164, 2014.

- NERBASS, F. R.; CASA, R. T.; ANGELO, H. R. Sanidade de sementes de milho comercializadas na safra agrícola de 2006/07 em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n. 1, p. 30-36, 2008.
- OKUMA, E.; MURATA, Y. Plant ion channels as potential targets of agro-chemicals. **Journal of Pesticide Science**, Okayama, v. 29, n. 4, p. 304-307, 2004.
- PEREIRA, M. A.; SILVA, F. M. L.; DUARTE, R. M.; CASTRO, P. R. C. Efeito de Tiametoxam e Fludioxonil no comprimento das raízes da batata. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA. 13., 2007 **Anais...** Holambra: ENPAB, 2007. CD-ROM
- PEREIRA, M. A. **Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranja e café: parâmetros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos**. 2010. 124 f. Tese de Doutorado em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 2010.
- PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre o controle de doenças na parte aérea de do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p.515-520, 2003.
- PINTO, N. F. J. de A. Seleção de fungicidas para o tratamento de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 24, n. 1, 1998.
- PINTO, N. F. J. de A. Tratamento de sementes de milho com fungicidas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, 2003.
- PRANDO, M. B. **Efeito do tratamento químico na qualidade sanitária e fisiológica de sementes infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum***. 2014. 68 f. Dissertação de Mestrado em Proteção de Plantas – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014.
- RATIER, F. J. P.; GUERRA, N.; DE OLIVEIRA NETO, A. M. Efeito de misturas de herbicidas na dessecação pré-semeadura e no desenvolvimento inicial do milho safrinha. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 10, n. 1, p.63-70, 2015.
- SCHLOSSER, J.; WALTER, A. L. B.; MARCONDES, M. M.; ROSSI, E. S.; MENDES, M. C.; MATCHULA, P. H.; KRUPA, P.; FARIA, M. V. Efeito de Diferentes Princípios Ativos de Inseticidas em Tratamento de Sementes na Cultura do Milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 29., 2012. **Anais...** Águas de Lindóia: EMBRAPA, 2012. CD-ROM
- SILVA, C. P. L.; FAGAN, E. B.; ALVES, V. A. B.; CAIXETA, D. F.; SILVA, R. B.; GONÇALVES, L. A.; BORGES, A. F.; MARTINS, K. V. Avaliação do efeito de inseticidas em sementes de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.16, n.1, p.14-21, 2009.
- TAVARES, L. C.; MENDONÇA, A. O.; ZANATTA, Z. C. N.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Efeito de fungicidas e inseticidas sobre o desenvolvimento inicial da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.1400-1409, 2014.
- TONIM, R.F.B.; LUCCA FILHO, O.A.; LABBE, L.M.B.; ROSSETTO, M. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia agropecuaria**, Trujillo, v.5, n.1, p.7-16, 2014.

Biometria de genótipos de sorgo sacarino em diferentes épocas de semeadura na Depressão Central do RS.

**Andriéli Hedlund Bandeira⁽¹⁾; Sandro Luis Petter Medeiros⁽²⁾; Beatriz Marty Emygdio⁽³⁾;
Amanda Bottega da Costa⁽⁴⁾; Laura Carolina Cristofoli Muller⁽⁴⁾; Lineu Trindade Leal⁽⁵⁾ Silvia
Cristina Paslauski Nunes⁽⁵⁾**

⁽¹⁾ Professora do Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete (IFFarroupilha), Alegrete, RS, email: andrieli_hedlund@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor da Universidade Federal de Santa Maria, email: slpmedeiros@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, email: bemygdio@cnpt.embrapa.br, ⁽⁴⁾ Estudante do IFFarroupilha - Campus Alegrete, bolsista de iniciação científica do CNPq, email: mieli@pop.com.br ⁽⁵⁾ Estudante do IFFarroupilha - Campus Alegrete, bolsista de iniciação científica do IFFarroupilha, email: welitonlansana96@gmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de Pós-graduação da Universidade Federal de Santa Maria, email: lineuleal@yahoo.com.br; spaslauski@yahoo.com.br

RESUMO: O Sorgo Sacarino por possuir larga adaptabilidade, vem se destacando como opção viável de matéria-prima na fabricação de etanol no período de entressafra da cana-de-açúcar. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar características biométricas de dois genótipos de sorgo sacarino em três épocas de semeadura, em Santa Maria, RS. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As variáveis analisadas foram estatura de planta (cm), comprimento de colmo (cm) e produtividade de colmo ($t\ ha^{-1}$). Não houve interação significativa entre os fatores estudados (genótipos x épocas de semeadura). O genótipo Fepagro 19 apresentou produtividade similar ao BRS 509, porém maior estatura de plantas. Em relação às épocas de semeadura, não houve influência nas variáveis estudadas. Logo, os genótipos estudados associados ao plantio na época de novembro e/ou início de dezembro podem ser recomendados para o cultivo de sorgo sacarino na região da Depressão Central do Estado do RS.

Termos de indexação: fitotecnia, produtividade, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*) pertence à família das Poaceas, sendo cultivado em diversas regiões do mundo. Algumas evidências apontam que seu centro de origem é na África oriental, mais precisamente na Etiópia e Sudão (Martin, 1975). Agronomicamente, o sorgo pode ser classificado em

cinco diferentes tipos (granífero, forrageiro, sacarino, ligno-celulósico e vassoura). O sorgo sacarino caracteriza-se por ser suculento; apresentar altas concentrações de açúcar nos colmos; larga adaptabilidade; ciclo curto (110 a 120 dias); facilidade de mecanização na produção e alta produtividade de biomassa, tornando-se como opção viável de matéria-prima na entressafra da cana-de-açúcar, aumentando o período de utilização das usinas (Chielle, 1984; Bye et al., 1993; Almodares & Hadi, 2009).

Sendo o sorgo uma planta de metabolismo C4, os processos de bioconversão de energia são mais efetivamente afetados ambientalmente por radiação solar; concentração de CO₂, disponibilidade hídrica, nutrientes e temperatura do ar. Características importantes para a produtividade e rendimento de colheita como número de colmo por planta; estatura de planta e diâmetro de colmo; sendo a expressão destes caracteres influenciados pelas condições meteorológicas e pelo manejo e tratos culturais (Marchiori, 2004).

Sendo assim, a escolha dos genótipos utilizados e a época de semeadura são fundamentais na estratégia de manejo agrícola, minimizando quedas de produtividade e consequentemente retorno financeiro para o agricultor. Por tanto, ensaios que verifiquem a adaptabilidade de genótipos e sua plasticidade em relação aos manejos adotados são fundamentais para auxiliar o produtor no momento da semeadura.

Com base neste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar características biométricas de dois genótipos de sorgo sacarino (Fepagro 19 e BRS 509) submetidos a diferentes épocas de semeadura

(outubro, novembro e dezembro), na Depressão Central do RS, mais precisamente no município de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da Universidade Federal de Santa Maria na safra 2012/2013, localizada na região fisiográfica denominada Depressão Central, com altitude média de 95m, latitude 29°43' S e longitude 53°42' W. O clima do local segundo a classificação de Köppen pertence ao tipo Cfa - clima subtropical úmido com verões quentes (Moreno, 1961).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, distribuídos em esquema fatorial 2x3 (genótipos x épocas de semeadura), contendo quatro blocos. Os tratamentos consistiram de diferentes genótipos (Fepagro 19 e BRS 509) e três épocas de semeadura (outubro, novembro e dezembro). As semeaduras do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) foram realizadas nos dias 24 de outubro, 28 de novembro e 18 de dezembro de 2012, manualmente em cinco linhas espaçadas em 0,70 m com 5 m de comprimento, na população de 120 mil plantas por hectares, sendo esse valor corrigido de acordo com a pureza e germinação das sementes, determinadas no Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM.

As variáveis analisadas foram estatura de planta (em cm, realizada pela medição de dez plantas escolhidas aleatoriamente por parcela, no momento da colheita, com auxílio de uma régua graduada, sem a presença da panícula); diâmetro de colmo (em cm, realizada pela medição de dez plantas escolhidas aleatoriamente por parcela, no momento da colheita, com auxílio de um paquímetro) e produtividade de colmo (em t ha⁻¹, obtida através do colmo despilhado oriundo do corte da linha central de cada parcela).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, através do programa Sasm-Agri (Canteri et al, 2001), sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores genótipos e épocas de semeadura, para todas as variáveis analisadas. Isso revela que os genótipos não sofreram influência das épocas de semeadura na determinação dos seus componentes de rendimento.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os genótipos estudados para todas as variáveis estudadas, exceto para produtividade de colmo (t ha⁻¹), que não apresentou diferença entre os genótipos Fepagro 19 e BRS 509 (**Tabela 1**). O genótipo BRS 509 apresentou-se superior apenas para a variável de diâmetro de colmo (cm), já para estatura de plantas esse genótipo foi inferior ao Fepagro 19, diferindo significativamente ($p<0,05$) (**Tabela 1**).

A estatura de planta e o diâmetro de colmo são considerados elementos que compõem os componentes de rendimento, interferindo, direta ou indiretamente na produtividade, no entanto, nesse estudo, foi verificado que por mais que ocorreu diferença entre os genótipos estudados, essas variáveis não interferiram na produtividade de colmo ($p>0,05$), tendo aos dois genótipos produtividade de colmo similares (**Tabela 1**). Com base nessa resposta, poderíamos recomendar o genótipo BRS 509, pois o mesmo não implicaria em perdas de produtividade (produção média de colmos de 43,21 t ha⁻¹), além de minimizar o risco de acamamento, por possuir uma menor estatura de planta, que o genótipo Fepagro 19, já que na região onde foi realizado o presente estudo é considerado uma zona propícia para ocorrência de vento norte no final do ciclo de cultivo do sorgo sacarino.

Marchezan e Silva (1984) avaliando a adaptação de dez cultivares de sorgo, na mesma localidade do presente estudo, obtiveram para estatura de plantas e produtividade de colmo, valores médios de 261 cm e 34,77 t ha⁻¹, respectivamente. Esses valores são inferiores aos encontrados no presente estudo.

Em relação às épocas de semeaduras, não houve diferença significativa ($p>0,05$) para todas as variáveis analisadas, ou seja, o período de semeadura não interferiu nos componentes de rendimento. Para as semeaduras utilizadas no presente estudo foi obtido para as variáveis estudadas: estatura de plantas, diâmetro e produtividade de colmo valores médios de 308,72 cm, 17,04 cm e 43, 21 t ha⁻¹, respectivamente.

A similaridade nas produtividades de colmo entre as épocas avaliadas demonstra que não ocorreram, durante o período experimental, fatores adversos em relação à temperatura e disponibilidade hídrica, resultando em um estabelecimento da cultura eficiente. Teixeira et al. (1997) avaliando produção de sorgo sacarino em São Paulo, SP, encontrou um produtividade média de sorgo sacarino de 45 t ha⁻¹ de colmos, valores similares aos encontrados neste estudo. Esses resultados reforçam a larga adaptabilidade do sorgo sacarino, e que seu cultivo pode ser rentável, além de permitindo uma diversificação produtiva nas propriedades agrícolas do RS.

Tabela 1 – Estatura de planta (EPL); diâmetro de colmo (DMO) e produtividade de colmo (PRODC) de sorgo sacarino para dois genótipos (Fepagro 19 e BRS 509) e três épocas de semeadura (outubro, novembro e dezembro).

Variáveis	EPL (cm)	DMO (cm)	PRODC (t ha ⁻¹)
Genótipos de sorgo sacarino			
Fepagro 19	320,68 a*	15,95 b	42,53 a
BRS 509	296,76 b	18,14 a	43,89 a
Média	-	-	43,21
CV (%)	6,58	13,00	21,37
Épocas de semeadura			
Outubro	312,05 a*	16,62 a	43,80 a
Novembro	308,72 a	17,97 a	45,55 a
Dezembro	305,40 a	16,53 a	40,29 a
Média	308,72	17,04	43,21
CV (%)	6,58	13,00	21,37

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

CONCLUSÕES

Os genótipos estudados não sofreram interferência da época de semeadura.

Para produtividade de colmo os genótipos Fepagro 19 e BRS 509, apresentaram resposta similar para a produtividade de colmo, logo, o BRS 509 é uma excelente alternativa de utilização na região da Depressão Central do RS, devido ao menor risco de acamamento e facilidade de colheita pelo menor porte.

As épocas de semeaduras não influenciaram nas variáveis analisadas, no entanto, recomenda-se a semeadura no mês de novembro e/ou início de dezembro por apresentarem maior incidência de radiação solar na referida região de estudo, proporcionando boa produtividade de colmo.

REFERÊNCIAS

ALMODARES, A.; HADI, M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 4, n.9, p.772-780, 2009.

BYE, P.; MEUNIER, A.; MUCHNIK, J. **As inovações açucareiras: permanência e diversidade de paradigmas.**, v. 10, n.1/3, p. 35-52, 1993.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

CHIELLE, Z. Efeito da irrigação de duas cultivares de sorgo sacarino e quatro densidades de plantio em solos de várzea. In: XIII REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 13, Pelotas, 1984. **Anais...Pelotas: Embrapa, 1984. CD-ROM.**

MARCHEZAN, E.; SILVA, M.I. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v.14, p.161-172, 1984.

MARCHIORI, L. F. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar.** 2004. 277 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

MARTIN, J. H. Historia y clasificación de los sorgos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: WALL, L. S.; ROSS, W. M. **Producción y usos Del sorgo.** Buenos Aires: d. Hemisferio Sur. 1975. P. 4-6.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.

TEIXEIRA, C. G.; et al. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 248-251, 1997.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Parâmetros fitométricos de variedades comerciais e crioulas de milho em sistema orgânico

Otávio Duarte Giunti⁽¹⁾; Anastacia Fontanetti⁽²⁾; Ariana Vieira Silva⁽³⁾; Carolina de Lima Tejada Podestá⁽⁴⁾; Emmanuélly Maria de Souza Fernandes⁽⁵⁾; Alexandra Providello⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Agroecologia e Desenvolvimento Rural; Universidade Federal de São Carlos; Araras, São Paulo; otavio.ifsuldeminas@gmail.com; ⁽²⁾ Professora do Depto de Desenvolvimento Rural; Universidade Federal de São Carlos; ⁽³⁾ Professora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São Carlos.

RESUMO: A redução no número de variedades disponíveis, a partir da liberação de cultivares transgênicas de milho compromete a autonomia e a consolidação de sistemas orgânicos de produção. Objetivou-se avaliar, em duas localidades com altitudes distintas, os parâmetros fitométricos de cinco variedades comerciais (AL Avaré, AL Bandeirante, Cativerde 02, AL Piratininga e UFVM 200 – Soberano) e duas variedades crioulas (Santa Rita 1 e Santa Rita 2) de milho, em sistema orgânico de produção. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2x7, sendo o primeiro fator dois locais com altitudes distintas (Muzambinho/MG, 1100 m de altitude e Araras/SP, 665 m de altitude) e o segundo fator composto por sete variedades de milho, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Avaliou-se diâmetro de colmo, altura de plantas, altura de inserção e número de folhas acima da espiga superior, índice de clorofila total Falker, teor de nitrogênio foliar, acamamento e estande final. Houve interação entre os fatores apenas para o parâmetro número de folhas acima da espiga superior, com valores mais elevados no município de Muzambinho, para todas as variedades, com exceção da crioula Santa Rita 2, semelhante em ambos os locais. Com exceção dos parâmetros índice de clorofila total Falker e porcentagem de acamamento, os demais parâmetros mostraram-se superiores em Muzambinho.

Termos de indexação: Altitude. Precipitação pluviométrica. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Apesar dos híbridos poderem ser utilizados em sistemas orgânicos, as variedades são viáveis para

agricultores que utilizam menores quantidades de insumos e para regiões ou épocas de plantio com limitações para altas produtividades, além do fato das sementes de variedades poderem ser produzidas e mantidas pelos próprios agricultores (Guimarães et al., 2009).

Como ocorre no sistema convencional, a escolha das variedades, deve levar em conta a resistência ou tolerância aos estresses mais prováveis da região e do sistema de cultivo (hídrico, nutricional, térmico, radiante, pragas e doenças). Uma vez que os fatores genéticos, as condições ambientais e de manejo são condicionantes para o adequado rendimento da cultura. As variações na temperatura do ar, na disponibilidade de radiação solar e hídrica influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta (Forsthofer et al., 2006).

Assim, objetivou-se avaliar em duas localidades com altitudes distintas, os parâmetros fitométricos de variedades comerciais e crioulas de milho, em sistema orgânico de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2014/2015 foram instaladas duas unidades experimentais, em altitudes distintas: a unidade 1 foi conduzida em área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Araras (SP), em Latossolo Vermelho distrófico, situada a 665 m de altitude (latitude 22°18'27,75" Sul e longitude 47°23'09,83" Oeste), clima Cwa, segundo Köppen (1948).

A unidade experimental 2 foi instalada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, em Latossolo Vermelho-Amarelo

distrófico, situada a 1100 m de altitude (latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste), clima Cwb, segundo Köppen (1948).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, sendo dois locais (Araras e Muzambinho) e sete variedades (cinco variedades comerciais: AL Avaré, AL Bandeirante, AL Piratininga, Cativerde 02 e UFVM 200 – Soberano e duas variedades crioulas, denominadas Santa Rita 1 e Santa Rita 2), com quatro repetições, totalizando 28 parcelas em cada local.

A parcela experimental foi constituída de oito linhas com 5,0 m de comprimento espaçadas em 0,8 m, com cinco plantas por metro e densidade populacional de 62.500 plantas ha⁻¹. A área total de cada parcela foi de 32 m², com avaliação das duas linhas centrais de cada parcela, excluindo 0,5 m de cada extremidade das linhas, totalizando área útil de avaliação de 6,4 m².

Para a adubação utilizou-se, nas duas localidades e baseado nos resultados da análise de solo, 10,0 t ha⁻¹, em peso seco e com respectiva correção de umidade, do composto Visafertil Orgânico®, contendo 1,30% de N; 3,13% de P₂O₅; 1,62% de K₂O; 11,11% de CaO; 0,98% de MgO; 1,50% de SO₄; 69,2 ppm de Cu; 561,4 ppm de Fe; 511,2 ppm de Mn; 766,0 ppm de Zn; 37,40% de umidade e pH de 8,0. A dosagem utilizada seguiu a recomendação de Coelho (2006), visando suprir a dose de 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio, para uma produtividade esperada de grãos de 6 a 8 t ha⁻¹. A dose total do composto foi aplicada uma única vez, distribuída na linha de semeadura, por ocasião do plantio.

O preparo do solo em pré-plantio foi feito mediante uma operação de aração e duas de gradagens. A semeadura foi realizada no dia 04/12/2014 em Muzambinho e no dia 17/12/2014 em Araras. Aos 25 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste nas parcelas, para o estabelecimento da população de 55.000 plantas de milho por hectare.

As sementes das variedades comerciais e crioulas não receberam tratamento. O controle das plantas espontâneas foi realizado por meio de três capinas manuais e, para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797), foi realizada uma aplicação do inseticida biológico Dipel WP® (*Bacillus thuringiensis* var. kurstaki) na dose de 500 g ha⁻¹ (16,80 g ha⁻¹ de ingrediente ativo).

Para coleta de dados foram marcadas, ao acaso, 10 plantas na área útil de cada parcela e, no estádio fenológico R1 (florescimento) avaliou-se: a) diâmetro médio de colmo, em milímetros, medido na metade do primeiro entrenó expandido; b) altura

média das plantas, em centímetros, medindo-se do nível do solo à base da inserção da folha bandeira; c) a altura média de inserção da espiga superior, em centímetros, medindo-se do nível do solo até a inserção da espiga superior; d) o número médio de folhas acima da espiga superior; e) índice de clorofila Falker (ICF) total, utilizando-se o aparelho ClorofiLOG (Falker, 2008), com leituras no terço inferior, médio e superior da folha inteira, oposta e abaixo da espiga superior de cada planta e, f) determinação do teor de nitrogênio foliar (N) em laboratório. Para a determinação do teor de N foliar, seguiu-se a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), com a coleta da folha oposta e abaixo da espiga superior, sendo amostradas 10 folhas por parcela, posteriormente secas em estufa, moídas em moinho tipo Willey e encaminhadas para a análise química em laboratório. Por ocasião da colheita, no estádio R6, quando os grãos apresentaram aproximadamente 18 a 21% de umidade avaliaram-se: a) número médio de plantas acamadas, computadas aquelas que apresentaram tombamento natural, com resultados expressos em porcentagem; e b) estande final, expresso em plantas parcela⁻¹;

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável número de folhas acima da espiga superior (NFAES) houve efeito da interação entre os fatores local e variedades, com menores valores para os verificados no município de Araras, para todas as variedades, exceto para a variedade Santa Rita 2. Em Araras, a variedade Cativerde 02 apresentou menor NFAES, estatisticamente semelhante ao encontrado nas variedades Bandeirante, Santa Rita 1 e Soberano. Já em Muzambinho, não houve diferença significativa entre as variedades, para esse parâmetro (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Valores médios do número de folhas acima da espiga superior (NFAES) de variedades de milho em função da interação local de plantio x variedades. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedade	AR	MZ
	NFAES	
Avaré	5,83 Ba	6,80 Aa
Bandeirante	5,60 Bab	6,53 Aa
Cativerde 02	4,98 Bb	6,53 Aa
Piratininga	5,82 Ba	6,40 Aa
Santa Rita 1	5,73 Bab	6,45 Aa
Santa Rita 2	6,10Aa	6,28 Aa

Soberano 5,73Bab 6,48 Aa
AR – Araras; MZ – Muzambinho. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si.

O local de plantio afetou significativamente a maioria das variáveis analisadas, com exceção do índice de clorofila total Falker (ICF) e porcentagem de acamamento (% ACA), com valores mais elevados para os parâmetros observados no município de Muzambinho (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Valores médios de diâmetro de colmo (DC), altura das plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), índice de clorofila total Falker (ICF), teor de nitrogênio foliar (N), porcentagem de acamamento (ACA) e estande final (EF) das plantas em função de locais de plantio. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Local	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)
AR	23,01 b	235,78 b	138,78 b
MZ	32,39 a	316,16 a	200,60 a
	N	ACA (%)	EF (plantas ha ⁻¹)
AR	22,95 b	24,64 a	43761,00 b
MZ	27,33 a	25,36 a	54441,86 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em condições de altitudes mais elevadas, como em Muzambinho, o milho semeado apresenta maior número de dias para atingir o pendoamento, tendo seu ciclo aumentado (Argenta et al., 2003), o que pode ter refletido nos parâmetros fitométricos mais elevados nesse município.

Em Muzambinho, os teores de N foliar mostraram-se superiores aos obtidos em Araras, com teor médio próximo ($27,33 \text{ g kg}^{-1}$) da faixa adequada de $27,5$ a $32,5 \text{ g kg}^{-1}$ para a cultura no milho (Malavolta et al., 1997). Já em Araras, o teor médio de N foliar ($22,95 \text{ g kg}^{-1}$) foi abaixo do considerado adequado. Folhas com teores adequados de N, por assimilarem maior quantidade de CO_2 e sintetizarem mais carboidratos na fotossíntese, acumulam mais biomassa seca, resultando em maior rendimento de grãos (Kappes et al., 2009; Nascimento et al., 2012).

Para as variáveis altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga superior (AIE), índice de clorofila total Falker (ICF) e porcentagem de acamamento (% ACA) observou-se efeito isolado das variedades. Os menores valores de AP foram verificados para as variedades Avaré, Piratininga, Bandeirante, Piratininga, Soberano e Cativeverde 02 (**Tabela 3**), corroborando com os autores CATI (2010); Cruz et al. (2014).

Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga superior (AIE), índice de clorofila Falker total (ICF) e porcentagem de acamamento (ACA) das plantas em função das variedades de milho. Araras/SP e Muzambinho/MG, ano agrícola 2014/15.

Variedades	AP (cm)	AIE (cm)
Avaré	243,88 bc	133,95 cd
Bandeirante	232,66 c	129,44 d
Cativeverde 02	252,53 bc	154,01 bc
Piratininga	266,98 b	157,44 b
Santa Rita 1	339,11 a	233,53 a
Santa Rita 2	343,55 a	232,36 a
Soberano	253,06 bc	147,11 bcd
	ICF	ACA (%)
Avaré	56,34 a	17,63 e
Bandeirante	55,15 ab	27,13 bc
Cativeverde 02	55,85 a	18,63 de
Piratininga	56,52 a	18,63 de
Santa Rita 1	52,13 b	32,75 ab
Santa Rita 2	53,53 ab	35,13 a
Soberano	56,16 a	25,13 cd

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à AIE, as variedades Avaré, Soberano e Bandeirante apresentaram menores valores e semelhantes entre si, enquanto a variedades Piratininga e Cativeverde 02 foram estatisticamente iguais, superiores à variedade Bandeirante e semelhante à variedade Soberano. Já as variedades Santa Rita 1 e Santa Rita 2 apresentaram a maior AP e AIE (**Tabela 3**). Freitas et al. (2013) ao avaliarem o desempenho de cultivares de milho nas regiões norte e oeste do estado de São Paulo, em condições de baixa altitude, obtiveram, como média de 11 experimentos, valores mais baixos para os parâmetros altura de plantas e de inserção da espiga superior para as variedades Bandeirante, Avaré e Piratininga. E Santos et al. (2015), ao avaliarem cultivares de milho em Andradina (SP), com altitude de 379 m, obtiveram, para a variedade Cativeverde 02, valores próximos aos obtidos nesse estudo, no manejo convencional, mas inferiores quando no manejo orgânico. Valores elevados de altura de plantas e inserção de espigas são característicos em variedades crioulas de milho e os resultados assemelham-se aos obtidos por Araujo et al. (2013); Fonseca et al. (2015); Silveira et al. (2015).

No que diz respeito ao ICF, as variedades Avaré, Cativeverde 02, Piratininga e Soberano apresentaram valores superiores que, no entanto, não diferenciaram dos obtidos nas variedades

Bandeirante e Santa Rita 2 (**Tabela 3**). Com exceção das variedades Santa Rita 1 e 2, as demais apresentaram ICF adequado para o estágio R1 de desenvolvimento do milho (Malavolta et al., 1997).

Em relação à porcentagem de plantas acamadas, a variedade Santa Rita 2 apresentou o valor mais elevado, semelhante ao da variedade Santa Rita 1 que, por sua vez, não diferiu da variedade Bandeirante. Já a variedade Avaré apresentou menor porcentagem de acamamento, estatisticamente semelhante aos percentuais observados nas variedades Cativerde 02 e Piratininga (**Tabela 3**). O acamamento poder ser consequência da altura elevada das plantas (Duete et al., 2008) e pode ser influenciado também pela altura de inserção das espigas e diâmetro dos colmos (Foloni et al., 2008). No entanto, ressalta-se que a variedade Bandeirante, com menor AP e AIES em comparação às demais, apresentou porcentagem de acamamento superior a outras variedades com maior AP e AIES, como a Avaré e Piratininga (**Tabela 3**).

CONCLUSÕES

A maior parte dos parâmetros fitométricos avaliados apresentou resultados superiores quando o milho foi cultivado em condições de altitude mais elevada.

AGRADECIMENTOS

Os autores podem fazer agradecimentos breves nesse espaço, não no texto nem nos rodapés das páginas ou tabelas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V. *et al.* Desempenho agrônomo de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRADA (CATI-DSMM). **Evolução das cultivares de milho variedades "AI" produzidas pela CATI**. 2010. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/MilhoCati/index.htm>. Acesso em: 03 dez. 2015.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica, 78).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014, 35 p. (Documentos, 167).

DUETE, R. R. C. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (^{15}N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33 p.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. 69 p.

FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; BRIANCINI, R. Competição de cultivares de milho em espaçamento reduzido no ambiente safrinha do oeste paulista. **Colloquium Agrariae**, v. 4, n.2, p. 01-08, 2008

FONSECA, D. J.; PARIZOTTO, C.; MERGENER, R. A. Cultivo agroecológico de cinco variedades de polinização aberta de milho no município de Campos Novos, SC. **Unesc & Ciência**, v. 6, n. 1, p. 19-24, 2015.

FORSTHOFER, E. L. *et al.* Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e época de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

FREITAS, R. S. *et al.* Desempenho de cultivares de milho convencionais na região norte/oeste do estado de São Paulo nas safras 2011/12 e 2012/13. **Revista Núcleos**, edição especial, p. 117-124, 2013.

GUIMARÃES, L. J. M. *et al.* **Comportamento de variedades de milho em diversas regiões do Brasil: ano agrícola 2007/08**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Comunicado Técnico, 168).

KAPPES, C. *et al.* Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

NASCIMENTO, F. M. *et al.* Diagnóstico foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 67-75, 2012.

SANTOS, N. C. B. *et al.* Características agrônomo e de desempenho produtivo de cultivares de milho-verde em sistema orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1807-1822, 2015.

SILVEIRA, D. C. *et al.* Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia**, v.
1, n. 1, p. 01-11, 2015.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125 submetido a lâminas de água e densidades de plantas

Omar Possatto Junior⁽¹⁾; Oelcio José Stipp⁽²⁾; Evandrei Santos Rossi⁽¹⁾; Diego Ary Rizzardi⁽¹⁾; Filipe Bengosi Bertagna⁽¹⁾; Hayssa Vilela Santos⁽³⁾; Marcelo Akira Saito⁽⁴⁾; Alex Viana Alves⁽³⁾.

⁽¹⁾Doutorando em genética e Melhoramento (Bolsista Capes); Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, Paraná; omar.pj@hotmail.com, rossi.es@hotmail.com, diegoragro@hotmail.com, filipeabbertagna@gmail.com; ⁽²⁾Doutor em Agronomia; UEM, ojstipp@uem.br; ⁽³⁾Mestrando em Agronomia (Bolsista Capes); UEM; hayssa.vilela@hotmail.com, alex_alves28@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; UEM; marcelo_1503@hotmail.com.

RESUMO: O cultivo do milho pipoca (*Zea mays* L. subsp. *everta*) é promissor, mas necessita de mais pesquisas fitotécnicas à cultura. O objetivo foi verificar a influência da densidade de plantas e das lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores, densidade de plantas com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹) e lâminas de água, com cinco níveis: (574,86; 609,86; 644,86; 679,86 e 714,86 mm). O delineamento foi de blocos ao acaso, com tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, as densidades de plantas foram alocadas ao acaso nas parcelas e as lâminas de irrigação, foram dispostas nas subparcelas de cada parcela. Foi avaliado: comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras, massa de mil grãos, rendimento de grãos e capacidade de expansão. Foram feitos os pressupostos básicos, análise de variância e regressão ($p < 0,05$). Houve efeito significativo para densidade de plantas e de lâminas de irrigação de forma isolada, para as variáveis comprimento de espigas, número de grãos por fileiras, massa de 1000 grãos e rendimento de grãos, não houve interação significativa. Houve efeito linear crescente do adensamento populacional e lâminas de irrigação elevando o rendimento de grãos do híbrido IAC 125, a capacidade de expansão não sofreu influência dos fatores.

Termos de indexação: *Zea mays*, rendimento de grãos, capacidade de expansão.

INTRODUÇÃO

O cultivo do milho pipoca (*Zea mays* L. subsp. *everta*) é promissor, no Brasil, pois a cultura tem potencial econômico favorável, superior ao do milho comum (Bordallo et al. 2005). No entanto, para a obtenção de altos rendimentos, necessitam-se mais informações fitotécnicas para a cultura, como as relacionadas à densidade de plantas e manejo de irrigação (Ávila et al. 2011).

A densidade plantas é uma técnica usada para aumentar o rendimento de grãos do milho. No entanto, o número ideal de plantas por hectare é variável, pois a capacidade de resposta à densidade de plantas depende das características do genótipo, da radiação solar e da disponibilidade de água e de nutrientes (Marchão et al., 2006).

O milho caracteriza-se também pelo seu alto consumo hídrico, em comparação com outras espécies, o período crítico é no florescimento e enchimento de grãos, no qual a deficiência hídrica prejudica severamente o rendimento de grãos. Assim, a utilização planejada da irrigação melhora a estabilidade produtiva (Mizzuni & Ribeiro, 2012).

O objetivo foi verificar a influência da densidade de plantas e das lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá-UEM. Os dados de precipitação pluvial e temperatura, utilizados para o cálculo da irrigação de controle ao longo do ciclo da cultura, foram fornecidos pela Estação Meteorológica automática, instalada dentro da área experimental.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois fatores, para o híbrido de milho pipoca IAC-125. Os fatores foram: densidades de plantas, com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹) no espaçamento entre linhas de 0,9 m e lâminas de água (irrigação e precipitação), com cinco níveis: (574,86 (sem irrigação complementar); 609,86; 644,86; 679,86 (controle) e 714,86 mm).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, os tratamentos alocados em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. A densidade de plantas foi considerada como tratamento principal designado ao acaso nas parcelas e as lâminas de irrigação, como tratamentos secundários, dispostas nas subparcelas de cada parcela.

O modelo matemático e estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + t'_k + (tt)_{ik} + e_{ijk}$$

As parcelas experimentais apresentavam área bruta de 81 m² e as subparcelas apresentavam área útil de 10,8 m².

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto com adubação de base com 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08-20-20, a adubação de cobertura foi de 100 kg de N ha⁻¹, na forma de ureia.

Nos primeiros 20 dias, realizaram-se irrigações uniformes em toda área. Após esse período as lâminas de irrigação foram originadas das diferentes lâminas de água na direção perpendicular à linha de aspersores, utilizando o sistema de irrigação por aspersão com distribuição dos aspersores a cada 6 m em uma linha principal (Line Source Sprinkler System) (HANKS et al., 1976). A irrigação suplementar foi aplicada quando o teor de água do solo atingiu a umidade intermediária entre a capacidade de campo e o ponto de murcha.

De cada subparcela retirou-se cinco espigas aleatórias, das quais avaliou-se os componentes de produção: comprimento de espiga (cm) (CME), diâmetro de espiga (mm) (DE), número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras (NF) e massa de mil grãos (g) (MMG), o rendimento de grãos (RG) foi estimado em kg ha⁻¹ a partir da massa total de grãos das subparcelas e corrigida para 14% de umidade, para determinar a capacidade de expansão (CE) de cada subparcela, foram tomadas duas amostras de 30 g de grãos com umidade entre 13% e 14%. Os grãos foram estourados em pipoqueira elétrica com temperatura de 280°C, por 2 min. e 10 seg. Em seguida, o volume da pipoca expandida foi medido em proveta de 2000 mL. A capacidade de expansão (CE, em mL g⁻¹) foi obtida pela razão: volume da pipoca expandida e a massa de grãos.

Verificou-se a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley e a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk (p<0,05). Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância. Como os fatores são quantitativos, aplicou-se a análise de variância da regressão polinomial para verificar a possível dependência das variáveis respostas em função dos fatores estudados (p<0,05). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados climáticos, (dados não apresentados), constatou-se que, durante a fase inicial do desenvolvimento da cultura, houve baixa precipitação. As condições de estresse hídrico verificadas nos primeiros estádios de crescimento podem afetar o potencial produtivo do milho, pois nestes estádios definem-se, o NF e o NGF (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Desta forma, a aplicação da

irrigação supriu a necessidade hídrica inicial. Nos períodos posteriores ocorreram precipitações por chuvas com maior regularidade, porém ocorreram períodos de déficit hídrico.

Houve efeito significativo (p<0,05) da densidade de plantas e de lâminas de irrigação de forma isolada, para as variáveis CME, NGF, MMG e RG. Para a variável NF houve efeito significativo (p<0,05), pra fonte de variação lâminas de irrigação. Para interação densidade de plantas x lâminas de irrigação não houve efeito significativo (p<0,05) pelo teste de F e análise de regressão em nenhuma das variáveis estudadas, evidenciando independência dos fatores nestas condições experimentais (dados não apresentados).

Para CME os dados obtidos permitiram o ajuste do modelo de regressão linear decrescente significativo, em função da densidade de plantas, representado pela equação $\hat{Y} = 17,493 - 0,000012x$ e R² 84,99%. A equação indica que, a cada acréscimo de 15.000 plantas na densidade, corresponde um decréscimo de 0,18 cm no CME (Figura 1).

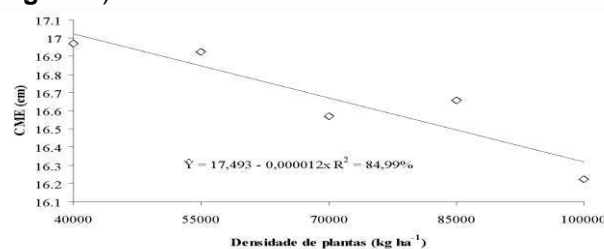


Figura 1. Comprimento de espiga (CME) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

Os resultados podem ser justificados pela associação positiva entre o aumento da densidade de plantas e competição por luz, água e nutrientes, afetando a manutenção das demais estruturas vegetais (Marchão et al., 2006) (Figura 1).

Para a variável CME em função de lâminas de irrigação observa-se o ajuste do modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão $\hat{Y} = - 19,416183 + 0,108619x - 0,000081x^2$ e R² = 81,65% (Figura 2).

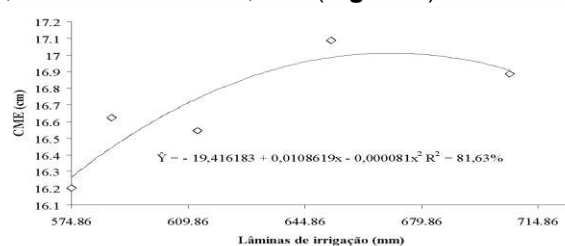


Figura 2. Comprimento de espiga (CME) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

A partir da lâmina 574,86 mm, foi observado que o aumento da lâmina de irrigação esteve associado ao acréscimo no CME. De acordo com a derivação da equação do segundo grau, o ponto de máximo proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 670,48 mm, com uma resposta máxima estimada de 17 cm de CME, declinando em lâminas de irrigação superiores a 670,48 mm (Figura 2).

Para a NF em função de lâminas de irrigação, pode-se observar o ajuste de um modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão $\hat{Y} = -18,300654 + 0,104122X - 0,000082x^2$ e $R^2 = 87,24\%$ (Figura 3).

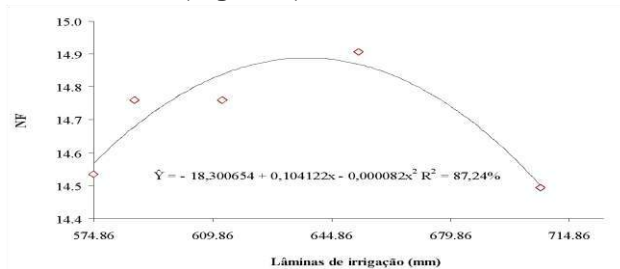


Figura 3. Número de fileiras (NF) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

Após a derivação da equação, o ponto de máximo proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 634,89 mm, resultando em uma resposta máxima estimada de 14,89 fileiras na espiga do milho pipoca (Figura 3).

Para a variável NGF verificou-se comportamento linear decrescente significativo, representado pela equação de regressão $\hat{Y} = 37,429 - 0,000016X$ e $R^2 = 55,5\%$. Isso significa que a cada 1.000 plantas acrescidas há um decréscimo de 0,016 no número de grãos por fileira do milho pipoca. (Figura 4)

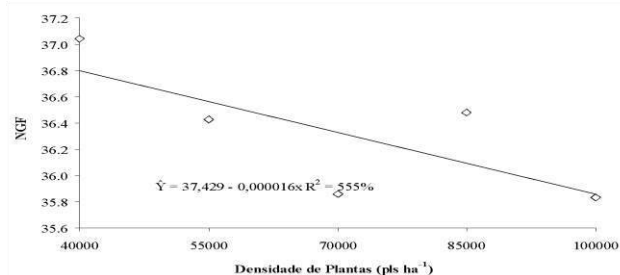


Figura 4. Número de grãos por fileira (NGF), em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Resultados similares foram encontrados por Marchão et al. (2006), que observaram redução significativa no NGF à medida que se elevou a densidade de plantas, sendo este comportamento atribuído a competição por luz, água e nutrientes.

Embora o efeito é significativo, a redução no NGF, foi de baixa magnitude, com aproximadamente um grão entre a menor e a maior densidade de plantas.

Quanto ao fator principal lâminas de irrigação, para variável NGF, verificou-se ajuste de um modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão $\hat{Y} = -52,616691 + 0,272578X - 0,000207X^2$ e $R^2 = 95,48\%$ (Figura 5).

Na Figura 5, observa-se que, após a derivação da equação de regressão, o ponto de máxima resposta proporcionada pelas lâminas de irrigação foi estimado em 658,40 mm de água, que resultou em 37,11 grãos por fileira no milho pipoca.

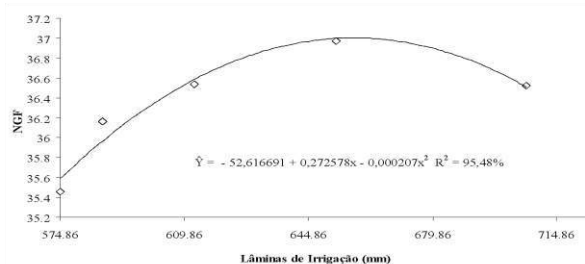


Figura 5. Número de grãos por fileira (NGF) em função das lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

A relação entre MMG e densidades de plantas foi melhor explicada pelo modelo de regressão linear, representado pela equação $\hat{Y} = 152,9271 + 0,000077X$ e $R^2 = 47,53\%$ (Figura 6).

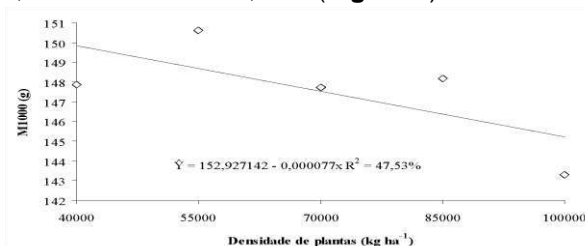


Figura 6. Massa de mil grãos (M1000) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

A equação obtida sugere que, a cada 10.000 plantas ha^{-1} adicionadas na lavoura, decréscimo aproximadamente 0,77g na MMG (Figura 6). Estes resultados demonstram que com a elevação da densidade de plantas ocorre aumento na competição intraespecífica levando a redução em componentes do rendimento.

A relação entre MMG e lâminas de irrigação foi melhor explicada pelo modelo de regressão quadrático, equação $\hat{Y} = 501,5375 - 1,1397X + 0,00091X^2$ e $R^2 = 96,70\%$ (Figuras 7).

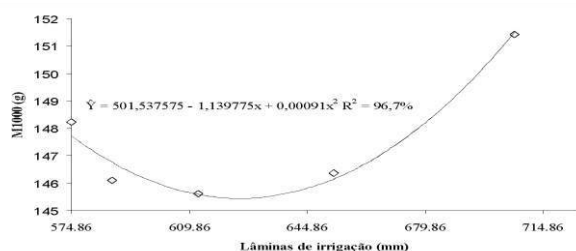


Figura 7. Massa de mil grãos (M1000) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

A partir da lâmina 574,86 mm, foi observado que o aumento da lâmina de irrigação esteve associado a um decréscimo na MMG. De acordo com a derivação da equação, o ponto de mínima proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 626,20 mm, resultando em resposta mínima 145,47 g na MMG, aumentando nas lâminas de irrigação superiores. Estes resultados diferem dos obtidos por Ávila et al. (2011) em que a equação quadrática indicava ponto de máxima para MMG.

A relação entre RG e densidades de plantas foi melhor explicada por um modelo de regressão linear, pela equação $\hat{Y} = 2777,4538 + 0,007781X$ e $R^2 = 92,29\%$ (Figura 8).

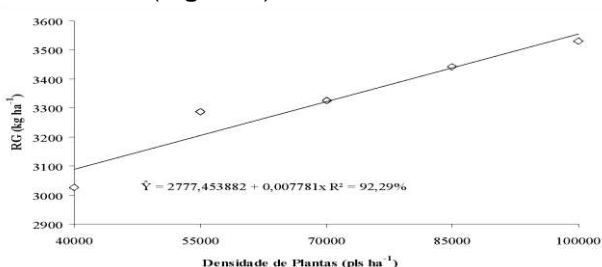


Figura 8. Rendimento de grãos (RG) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Observa-se que houve incremento de magnitude considerável na RG, com o aumento na densidade de plantas. A equação obtida sugere que, a cada 1.000 plantas ha^{-1} acrescidas, correspondem a um acréscimo de aproximadamente 7,8 $kg\ ha^{-1}$ em RG. O RG estimado pelo modelo de regressão, na máxima densidade estudada, foi de aproximadamente 3556 $kg\ ha^{-1}$ (Figura 8).

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Queiroz (2011), que avaliou dois híbridos de milho pipoca, incluindo o IAC-125, verificando aumento linear no RG quando se elevou a densidade de plantas até 100.000 plantas ha^{-1} .

A relação entre RG e lâminas de irrigação foi melhor explicada pelo modelo de regressão linear (Figura 9), representada pela equação de

regressão $\hat{Y} = -295,658420 + 5,7729X$ e $R^2 = 73,7\%$.

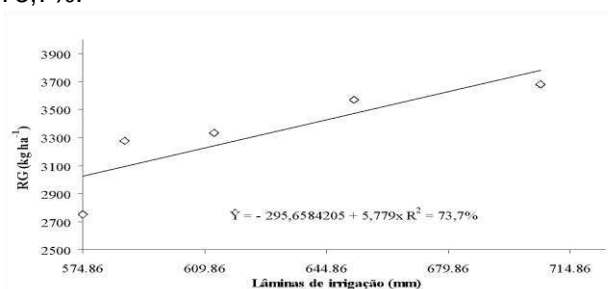


Figura 9. Rendimento de grãos (RG) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Para cada milímetro (mm) de água adicionada ocorre acréscimo no RG de 5,7729 $kg\ ha^{-1}$. Os resultados obtidos corroboram com os obtidos por Ávila et al. (2011) que avaliaram o híbrido IAC-125 submetido a cinco lâminas de irrigação, e verificaram ajuste de um modelo linear crescente para a variável PG.

CONCLUSÕES

Não houve efeito do adensamento populacional e lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão do milho pipoca.

Houve efeito linear crescente do adensamento populacional e lâminas de irrigação elevando o rendimento de grãos do híbrido IAC 125.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e fomento a pesquisa.

REFERÊNCIAS

AVILA, M. R.; GOMES, E.D.; FEDRI, G.; SCAPIM, C.A.; BARIZÃO, D.A.O.; ALBRECHT, L.P.; RODOVALHO, M.A. Híbridos de milho pipoca cultivados sob diferentes lâminas de irrigação. *Scientia Agrária*, v.12, n.4, p.199-209, 2011.

BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.123-127, 2005.

FANCELLI A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous

variable irrigation crop production studies. **Soil Science of American Journal**, v. 40, n. 3, p. 426-429, 1976.

MARCHÃO, R. L. et al. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, p. 170-181, 2006.

MINUZZI, R.B. & ANDRÉ RIBEIRO JR., A. Requerimento de água para irrigação do milho em Santa Catarina durante eventos La Niña. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1330–1337, 2012.

QUEIROZ, D.C. **População de plantas e componentes de produção de milho pipoca**. Maringá, 2011, 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC125 submetido a diferentes densidades de plantas e lâminas de água

Evandrei Santos Rossi⁽¹⁾; Oelcio José Stipp⁽²⁾; Diego Ary Rizzardi⁽¹⁾; Omar Possatto Junior⁽¹⁾; Mauricio Carlos Kuki⁽¹⁾; Filipe Bengosi Bertagna⁽¹⁾ Hayssa Vilela Santos⁽³⁾; Marcelo Akira Saito⁽⁴⁾

⁽¹⁾Doutorando em Genética e Melhoramento (Bolsista Capes); Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, Paraná; rossi.es@hotmail.com, omar.pj@hotmail.com, diegoragro@hotmail.com, filipeabbertagna@gmail.com, mcarloskuki@gmail.com; ⁽²⁾ Doutor em Agronomia; UEM, ojstipp@uem.br; ⁽³⁾ Mestranda em Agronomia (Bolsista Capes); UEM; hayssa.vilela@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; UEM; marcelo_1503@hotmail.com.

RESUMO: No cenário nacional é evidente o aumento da produção de milho pipoca, e ainda há carência em informações relacionadas a densidades de plantas e lâminas de irrigação para obter altos rendimentos. Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da densidade de plantas e de lâminas de água sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125 na safra agrícola 2015/16 em Maringá, PR. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos níveis de dois fatores: densidade de plantas, com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 pls ha⁻¹) e lâminas de água também com cinco níveis (857,4 (sem irrigação suplementar); 867,26; 886,60; 916,78 (controle) e 959,81, com seis repetições. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com tratamentos arrançados em parcelas subdivididas. Foram avaliadas as seguintes: altura de plantas e de espigas, número de fileiras de grãos, número de grãos por fileira, rendimento de grãos e capacidade de expansão. Com base nos resultados da anova e, da regressão verificou-se que não houve interação significativa para densidades de plantas x lâminas de água, indicando que os fatores atuam de forma independente ($P>0,05$) para as características agrônômicas do híbrido IAC 125. Houve efeito linear crescente do rendimento de grãos do híbrido IAC 125 em função da densidade de plantas e lâminas de água.

Termos de indexação: produtividade de grãos, capacidade de expansão, *Zea mays* var., *everta*.

INTRODUÇÃO

O milho pipoca é bastante popular no Brasil, e os cultivos crescem a cada ano, mostrando-se como uma cultura em potencial no País, pois há área disponível e condições climáticas favoráveis. No entanto para obter rendimentos sólidos, há necessidade de pesquisas relacionadas a práticas culturais que são fundamentais para este objetivo,

destacando-se a densidade de plantas e manejo de irrigação (Marques et al., 2014; Avila et al. 2011).

Resultados de pesquisa apontam ser a cultura do milho altamente responsiva a elevação na densidade de plantas para obter altos rendimentos de grãos, até um nível ótimo que depende de cada genótipo e nível tecnológico (Flesh & Vieira, 2004; Mendes et al., 2013). Com isso pode-se elevar a densidade de plantas otimizar o uso da radiação solar e também de nutrientes disponíveis no solo (Demétrio et al., 2008).

O milho caracteriza-se também pelo seu alto consumo hídrico diário, em comparação com outras espécies (Mizzuni & Ribeiro, 2012). Assim, a utilização planejada da irrigação constitui uma ferramenta viável e importante para maior estabilidade produtiva ao longo dos anos de cultivo (Vian et al. 2016). Para o milho pipoca são poucos trabalhos que estudam densidade de plantas combinada com irrigação, mas pesquisas apontam ser a irrigação uma alternativa para elevar o rendimento da cultura (Ávila et al., 2011).

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi verificar a influência da densidade de plantas e de lâminas de água sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125 em Maringá, PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primeira safra do ano agrícola 2015/16, na Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, no município de Maringá, distrito de Iguatemi, na região Noroeste do Paraná.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos níveis de dois fatores, para o híbrido de milho pipoca IAC-125. Os fatores utilizados foram: densidades de plantas, com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹) no espaçamento entre linhas de 0,9 m e lâminas de água (irrigação e precipitação), também, com cinco níveis. Os níveis das lâminas de

água foram: (857,4 (sem irrigação complementar); 867,26; 886,6; 916,78 (Controle) e 959,81 mm).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso e, os tratamentos alocados em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. A densidade de plantas foi considerada como tratamento principal e as lâminas de irrigação, como tratamentos secundários. As parcelas experimentais foram compostas por fileiras de 6 m comprimento e 13,5 m de largura. As parcelas foram divididas em cinco partes, resultando em subparcelas de duas fileiras de plantio x 6 m (10,8 m² de área útil) com uma fileira de bordadura entre as mesmas.

A semeadura foi realizada dia 08/12/2015 com auxílio de matracas, depositando 2 a 3 sementes por cova em área previamente sulcada com semeadora de semeadura direta. A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08-20-20.

No estágio fenológico V3, realizou-se o desbaste das plantas, ajustando as densidades desejadas. No estágio fenológico V4, aplicou-se como adubação de cobertura a dose de 100 kg de N ha⁻¹, na forma de ureia. Os demais tratamentos culturais, foram realizados de acordo com as recomendações para o cultivo do milho na região.

Da semeadura até o estabelecimento da cultura (20 dias), realizaram-se irrigações uniformes em toda área. Após esse período as lâminas de irrigação foram originadas das diferentes distribuições de água na direção perpendicular à linha de aspersores, utilizando o sistema de irrigação por aspersão com distribuição dos aspersores a cada 6 m em uma linha principal (Line Source Sprinkler System) (HANKS et al., 1976). Foram utilizados aspersores da marca Naan-Dan modelo de impacto 5022, com bocal verde e pressão de serviço de 3,0 bar. As lâminas totais foram obtidas pelo somatório das precipitações de chuva e lâminas de irrigação. A irrigação foi mensurada com auxílio de copos coletores alocados nas subparcelas. A lâmina de irrigação de controle (100%) foi determinada por meio da equação de Penman-Monteith (Penman-Monteith FAO 56), apresentada por Allen et al. (2006), por meio dos dados meteorológicos diários a partir de uma estação meteorológica automática, instalada dentro da área experimental. A irrigação suplementar foi aplicada quando o teor de água do solo atingiu a umidade intermediária entre a capacidade de campo e o ponto de murcha.

Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta (AP), altura da inserção da espiga (AE), número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por fileira (NGF), rendimento de grãos (RG) e capacidade de expansão (CE).

Foram verificadas a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley e a normalidade dos

resíduos pelo teste de Shapiro Wilk ($p < 0,05$). Os pressupostos foram atendidos, em seguida, procedeu à análise de variância.

Como os fatores são quantitativos, aplicou-se a análise de variância da regressão polinomial para verificar a possível dependência das variáveis respostas em função dos fatores estudados ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o software Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos testados foram submetidos à análise de regressão ($p < 0,05$), para verificar o comportamento das variáveis respostas em função das densidades de plantas, das lâminas de irrigação e da interação entre ambos os fatores.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da densidade de plantas e lâminas de água de forma isolada para as variáveis, número de grãos por fileira e rendimento de grãos. O número de fileiras foi afetado significativamente somente pela densidade de plantas de forma isolada.

Para interação densidade de plantas x lâminas de irrigação não houve efeito significativo pelo teste de F e análise de regressão em nenhuma das variáveis estudadas, evidenciando que os fatores são independentes nestas condições experimentais.

A altura de plantas e de espigas, não foram afetadas significativamente pela densidade de plantas e lâminas de água, evidenciando estabilidade do híbrido IAC-125.

A capacidade de expansão é uma das principais características a serem estudadas em milho pipoca. No presente trabalho, a capacidade de expansão não respondeu às alterações de densidades de plantas e de lâminas de água. Ávila et al., 2011 avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação para os híbridos de pipoca Jade e IAC-125 e constataram ausência de efeito sobre a expansão para o híbrido Jade e efeito quadrático com ponto de máxima para o IAC-125. Rossato Junior et al., (2013) avaliaram três híbridos e constataram ausência de efeito da densidade de plantas sobre a capacidade de expansão, evidenciando que o caráter é estável a alterações de manejo da cultura, e constitui-se numa característica pouco influenciada pelo ambiente, portanto, de alta herdabilidade e governada por poucos genes.

Para variável número de fileiras em função de densidades de plantas, a relação foi melhor explicada por um modelo de regressão linear decrescente ($P < 0,05$), representado pela equação de regressão $\hat{Y} = 14,46044446 - 0,000008x$ e $R^2 = 66,06\%$ (Figura 1).

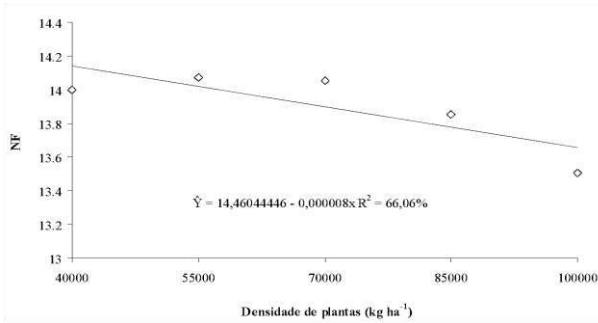


Figura 1. Número de fileiras (NF) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC 125 na safra 2015/16.

Isto sugere que, com o acréscimo de 1.000 plantas na densidade, ocorre um decréscimo de 0,008 número de fileiras por espiga do milho pipoca (Figura 1).

Os resultados encontrados nesta pesquisa para a variável em estudo corroboram com os obtidos por Flesch & Vieira (2004) e Demétrio et al., 2008, em que observaram que com o aumento na densidade de plantas, reduziu o número de fileiras de grãos, porém com índices de baixa magnitude.

Para a variável número de grãos por fileira em função de diferentes densidades de plantas, ajustou-se um modelo de regressão linear ($P < 0,05$), representado pela equação de regressão $\hat{Y} = 38,145333 - 0,000023X$ e $R^2 = 76,21\%$, ou seja, a cada 15.000 plantas ha⁻¹ adicionadas corresponde a um decréscimo de 0,345 no número de grãos por fileira na espiga do milho pipoca (Figura 2).

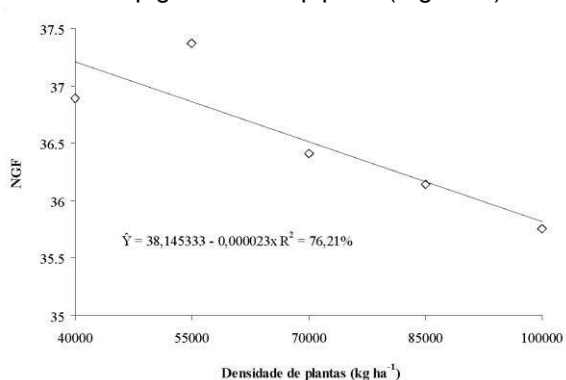


Figura 2. Número de grãos por fileira (NGF), em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125 na safra 2015/16.

Resultados similares aos desta pesquisa foram encontrados por Flesch & Vieira (2004), que também observaram redução significativa no número médio de grãos por fileira à medida que se elevou a densidade de plantas, sendo este comportamento atribuído a competição por luz, água e nutrientes.

Neste estudo, embora o aumento da densidade de plantas tenha provocado um efeito significativo de redução no número de grãos por fileira, tal efeito foi de baixa magnitude, com amplitude de aproximadamente um grão entre a menor e a maior densidade de plantas. Dessa forma, as elevadas densidades de plantas no cultivo de milho pipoca praticamente não afetaram o rendimento de grãos.

Para número de grãos por fileira em função de lâminas de água, ajustou-se um modelo de regressão quadrático significativo ($P < 0,05$) representado pela equação de regressão $\hat{Y} = -269,160848 + 0,657953X - 0,000353X^2$ e $R^2 = 81,8\%$ (Figura 3). Após a derivação da equação do segundo grau, o ponto de máximo proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 931,94 mm, resultando em uma resposta máxima estimada de 37,42 números de grãos por fileira de milho pipoca (Figura 3).

Os valores das lâminas de irrigação responsivas nesta pesquisa estão em conformidade com a literatura, pois estas lâminas de irrigação coincidem com um ponto, onde há boa disponibilidade de água para o sistema radicular e aeração, fatores fundamentais para o bom desempenho fitotécnico das plantas (Marques et al., 2014).

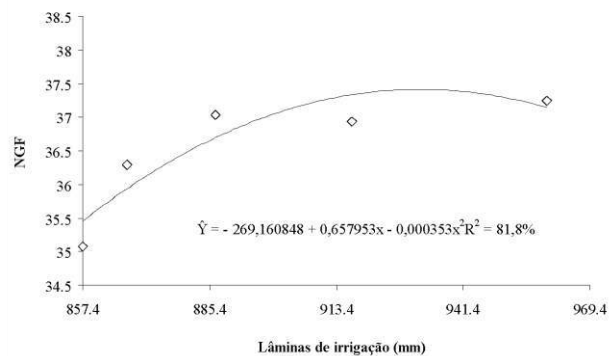


Figura 3. Número de grãos por fileira (NGF) em função de diferentes lâminas de água para o híbrido de milho pipoca IAC-125 na safra 2015/16.

A resposta do rendimento em função da densidade de plantas foi melhor explicado por um modelo de regressão linear crescente representado pela equação $\hat{Y} = 1457,4028 + 0,004132X$ e $R^2 = 60,40\%$ (Figura 4).

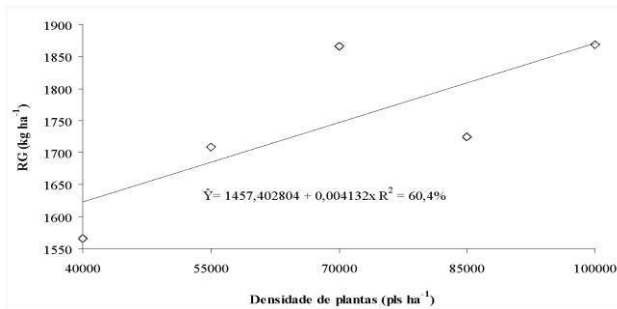


Figura 4. Rendimento de grãos (RG, em kg ha⁻¹) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125 na safra 2015/16.

A equação obtida sugere que a cada 1.000 plantas adicionadas, correspondem a um acréscimo aproximado de 4,2 kg ha⁻¹, no rendimento de grãos (Figura 4), chegando a uma produtividade de 1870,6 kg ha⁻¹, pelo modelo de regressão, na máxima densidade estudada.

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Queiroz (2011), que avaliou dois híbridos de milho pipoca, incluindo o IAC-125 em densidades de plantas de 40.000 a 100.000 plantas ha⁻¹, e constatou aumento linear da produção em condições de safrinha e efeito quadrático com ponto de máxima em condições de safra de verão.

Um importante indicativo a partir dos resultados obtidos é de que a maior competição intraespecífica promovida pelo aumento da população até 100.000 plantas ha⁻¹, não foi suficiente para reduzir o rendimento de grãos, mesmo tendo-se constatado efeito negativo em determinados componentes de rendimento. Dessa forma o maior número de espigas por área em cultivos mais adensados pode compensar as perdas em alguns componentes do rendimento resultando em maior produtividade de grãos (Mendes et al., 2013; Flesch & Vieira, 2004).

A relação entre rendimento de grãos e lâminas de água foi melhor explicada por um modelo de regressão linear crescente ($P < 0,05$) (Figura 5), representada pela equação de regressão $\hat{Y} = -175,000 + 2,140932X$ e $R^2 = 65,16\%$.

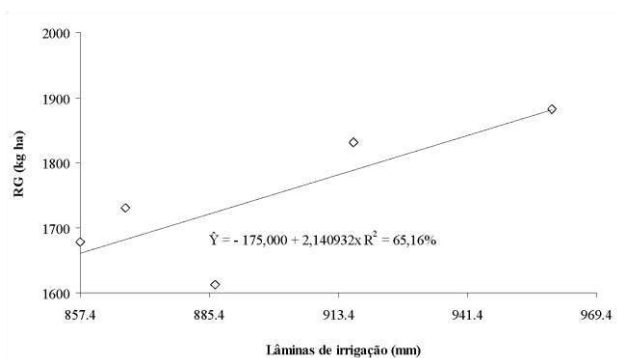


Figura 5. Rendimento de grãos (RG, em kg ha⁻¹) em função de diferentes lâminas de água para o híbrido de milho pipoca IAC-125 na safra 2015/16.

Com isso, para cada milímetro (mm) de água adicionada resulta em um acréscimo no rendimento de grãos de 2,1409 kg ha⁻¹, representado pelo coeficiente angular (Figura 5).

Os resultados referentes à aplicação de diferentes lâminas de irrigação, em milho pipoca, confirmaram que a irrigação é uma alternativa importante para elevar o rendimento de grãos (VIAN et al., 2016) e contribui para suprir a demanda de milho pipoca no país. O aumento do rendimento de grãos foi decorrente da maior disponibilidade, absorção e utilização da água, permitindo a otimização dos processos fisiológicos das plantas no momento correto (Vian et al., 2016).

CONCLUSÕES

Houve efeito linear crescente do rendimento de grãos em função da densidade populacional e lâminas de água do híbrido IAC 125.

Não houve efeito na capacidade de expansão do milho pipoca em função da densidade populacional e lâminas de água.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, J. Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- AVILA, M. R.; GOMES, E.D.; FEDRI, G.; SCAPIM, C.A.; BARIZÃO, D.A.O.; ALBRECHT, L.P.; RODOVALHO, M.A. Híbridos de milho pipoca cultivados sob diferentes lâminas de irrigação *Scientia Agraria*, v.12, n.4, p.199-209, 2011.
- DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43,n.2, p.1691-1697, 2008.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FLESH, R.D.; VIEIRA, L.C. Espaçamento e densidade de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina. Brasil. *Ciência Rural*, v.34, n.1, p.2531, 2004.
- MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, A.A.N.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; NUMOTO, A.Y. Sowing time of popcorn under supplementary irrigation in the second season in Parana State, Brazil. *International Journal of Food, Agriculture and Environment*. v. 12, n.2, p. 640-647, 2014.

MENDES, M.C; MATCHULA, P.H; ROSSI, E.S; OLIVEIRA, B.R; SILVA, C.A; SÉKULA, C.R. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 92-101, 2013.

QUEIROZ, D.C. **População de plantas e componentes de produção de milho pipoca**. Maringá, 2011, 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá.

ROSSATO JUNIOR, J. A. D. S., CAZETTA, D. A., BARBOSA, J. C., & FORNASIERI FILHO, D. Popping expansion and yield responses of popcorn cultivars under different row spacings and plant populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.12, p.1538-1545, 2013.

VIAN, A.L.; SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; SIMON, D.H.; DAMIAN, J.M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.46, n.3, p.464-471, 2016.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. **Soil Science of American Journal**, v. 40, n. 3, p. 426-429, 1976.

.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Características agronômicas do sorgo biomassa submetidas a diferentes doses de nitrogênio e potássio em cobertura.

Ana Lúcia Lara Lanza⁽¹⁾; Iran Dias Borges⁽²⁾; Júnia de Paula Lara⁽³⁾; Lorena Martins Brandão⁽⁴⁾; Alice Lagoeiro de Abreu⁽⁵⁾; Kelson Willian de Oliveira⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; laralanza@terra.com.br; ⁽²⁾ Professor doutor adjunto Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Mestranda Universidade Federal de São João Del Rei, PPGCA; ⁽⁴⁾ Mestranda Universidade Federal de São João Del Rei, PPGCA; ⁽⁵⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma Universidade Federal de São João Del Rei; Graduando em Engenharia Agrônoma Universidade Federal de São João Del Rei

RESUMO: O sorgo é uma cultura produtiva e a necessidade de adubação com N e K₂O se faz necessária por serem os elementos absorvidos em maiores quantidades relacionados ao aumento da produtividade. Assim o objetivo desse trabalho é avaliar características agronômicas, do sorgo biomassa sobre efeito da adubação com N e K₂O em cobertura. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos estão num esquema 4 x 4, sendo 4 doses de N (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) e 4 doses de K₂O (80, 120, 160, 180 kg ha⁻¹). As características, avaliadas, altura média; diâmetro do colmo; produção de massa verde e massa seca. Para altura de planta e diâmetro de colmo não houve efeito significativo. O desenvolvimento do sorgo é favorecido pelo aumento das doses de N e K₂O até um valor máximo. Para produção de massa verde as doses de 80 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O são adequadas. Contudo, indica-se a aplicação de N e K₂O em cobertura para produção de massa verde e massa seca.

Termos de indexação: *Sorghum* bicolor, produtividade, adubação

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é a base alimentar de mais de 500 milhões de pessoas em mais de 30 países. Somente arroz, trigo, milho e batata o superam em termos de quantidade de alimento consumido. Essa planta é um produto da intervenção do homem, que domesticou a espécie e, ao longo de gerações, vem transformando-a para satisfazer as necessidades humanas.

Dos tipos comerciais e agrônômicos de Sorgo pertencentes ao gênero *Sorghum*, o tipo biomassa,

recém, evidenciado em pesquisas e tecnologias é despontado como excelente alternativa para geração de energia e também com grande potencial de produção de massa chegando a mais de 120 t ha⁻¹. Essa cultivar tem ciclo mais longo (cerca de 180 dias), porte muito alto (até 6,0 m) e boa adaptação às condições climáticas da maioria das regiões produtoras brasileiras (Embrapa, 2013).

O sorgo biomassa possui a particularidade de ser sensível ao fotoperíodo o que faz com que este tenha um maior período vegetativo e consequentemente maior produção de massa verde e massa seca (Parrella et al., 2010; Pereira et al., 2012).

A planta do sorgo biomassa possui muitas folhas, caule fibroso e grande porte, apresentando uma capacidade de fornecer energia, que é medida pelo poder calorífico superior, que chega a 4000 Kcal/Kg de massa seca que valor considerado alto para estudos energéticos (Embrapa, 2014). É uma cultura muito produtiva e responde muito ao suprimento de água e, em especial à adubação, podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtida pela cultura do milho. Entretanto, mesmo apresentando estas características favoráveis, a cultura é responsiva à aplicação de fertilizantes e a adubação com N e K₂O assume papel de relevância por estes dois elementos serem absorvidos em maiores quantidades e por estarem diretamente relacionados ao aumento de produtividade (Resende et al., 2009).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar características agrônômicas, do sorgo biomassa (BRS716) sobre o efeito da adubação nitrogenada e potássica em cobertura com diferentes doses na região Central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Campus Sete Lagoas, MG. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2015. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 3 repetições. Nas parcelas consistiam as doses de N e as doses de K₂O. Os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) x 4 doses de potássio (80, 120, 160, 180 kg ha⁻¹ de K₂O) aplicados em cobertura em dose única no estágio V5 - V6 (5 e 6 folhas completamente desenvolvidas).

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros espaçadas entre si a 0,70 m, sendo as duas linhas centrais utilizadas para efeito de coleta de dados e observações, desprezando 0,50 m nas extremidades. As fontes de N e K₂O utilizadas foram sulfato de amônia e cloreto de potássio, aplicadas superficialmente e ao lado, à distância de 15 cm, das linhas de plantio. Utilizou-se a cultivar de sorgo biomassa BRS 716, caracterizado por ciclo tardio, cultivado com estande de 110.000 plantas ha⁻¹.

O plantio foi semeado em 17/12/2015 e a emergência ocorreu em 22/12/2015. As colheitas das plantas foram realizadas em 6 épocas diferentes a partir de 23/03/2016 (91 DAE) até pouco depois do florescimento contemplando todo o período de crescimento vegetativo da cultura, coletando-se 5 plantas inteiras da área útil de cada parcela.

As características avaliadas foram: altura média, em metros, das plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo ao ápice da panícula com auxílio de uma trena, altura de plantas aos 135 dias após emergência (DAE) ; diâmetro do colmo da planta medido no terço médio inferior com auxílio de um paquímetro digital; produção de massa verde (MV) através da pesagem de 5 plantas de cada parcela, os dados foram convertidos para t ha⁻¹ ; produção de massa seca (MS) determinado em porcentagem (%) através da retirada de uma amostra de 350 gramas da massa verde das parcelas, no momento da colheita, as quais foram armazenadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, os dados foram convertidos para t ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de médias para comparação dos 48 tratamentos por Scott-Knot ($p < 0,05$). Foram ajustados modelos de regressão e teste de comparação de médias com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os modelos para ajuste das equações serão escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas avaliada aos 135 DAE, não teve efeito significativo para as doses de N e K₂O, isso permite inferir que esta característica não é influenciada pelas doses de nutrientes quando aplicados em cobertura. Os valores médios de altura de plantas foram 3,73 m com valores variando de 3,65 a 3,80m.

Parrella et al. (2011), avaliando desempenho agrônomo de sorgo biomassa, observaram plantas híbridas com alturas ente 2,77 a 5,5m. Segundo Wight et al. (2012), a altura das plantas pode ser utilizado como um indicador útil para produção de massa seca em híbrido de sorgo sensível ao fotoperíodo, já que estes apresentam maior período vegetativo, o que contribui para maior crescimento e produção de massa verde.

O diâmetro de plantas de sorgo biomassa não teve efeito significativo para N e K₂O, isso permite inferir que esta característica não é influenciada pelas doses de nutrientes aplicados em cobertura. Seu valor médio foi de 1,98 cm com valores variando de 1,91 a 2,07 cm. Durães et al. (2013) também não encontraram variabilidade para o caráter diâmetro entre os genótipos de sorgo sacarino avaliados em seus estudos.

A massa verde teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com máximo valor, estimado pela equação de regressão, obtido aos 83 DAE (**Figura 1**), com valores observados variando de 61,25 a 69,5 t ha⁻¹.

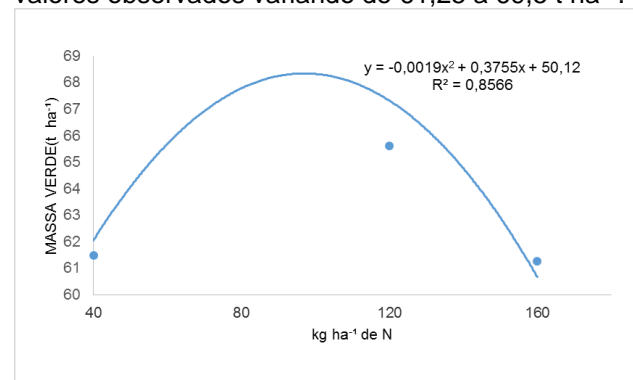


Figura 1. Valores para massa verde (t ha⁻¹) em plantas de sorgo biomassa (BRS 716) submetidos a 4 doses de N (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), UFSJ, Sete Lagoas, 2016

De acordo com Martins et al. (2012) trabalhando com produtividade de sorgo forrageiro sob diferentes combinações de adubação nitrogenada verificaram que houve diferença significativa da adubação nitrogenada sobre a produtividade da cultura do sorgo na safrinha demonstrando que essa variável interfere no seu desenvolvimento e produtividade, como observado neste trabalho.

A massa verde teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de potássio, com máximo valor, estimado pela equação de regressão, obtido aos 86 DAE (**Figura 2**), com valores observados variando de 23,75 a 25,75 t ha⁻¹.

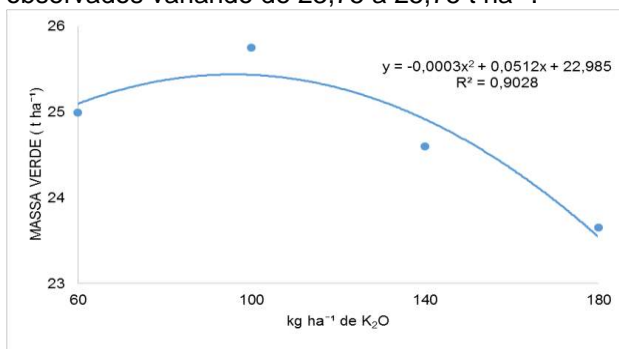


Figura 2. Valores para massa verde (t ha⁻¹) em plantas de sorgo biomassa (BRS 716) submetidos a 4 doses de K₂O (60, 100, 140 e 180 kg ha⁻¹). UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

Damasceno et al. (2010), verificaram uma produção de massa verde em híbridos de sorgo biomassa que variou de 17,72 a 135,28 t ha⁻¹, o que está dentro dos resultados encontrados nesse trabalho. Como sustentam Mengel & Kirkby (1980), sob condições de bom teor de umidade do solo, o K nativo do solo pode ser suficiente para o ótimo crescimento das plantas, e assim a adubação potássica pode não induzir acréscimos na produção.

Como a massa verde não respondeu à doses crescentes de adubação potássica, pode-se afirmar que o K nativo foi, no mínimo, suficiente para atender às exigências de K da planta, e, portanto, as quantidades acumuladas em excesso, a partir da adubação efetuada, configuraram o que muitos especialistas chamam de "consumo de luxo".

A massa seca teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com máximo valor obtido aos 67 DAE (**Figura 3**) com valores variando entre 18,6 e 24,82 t ha⁻¹.

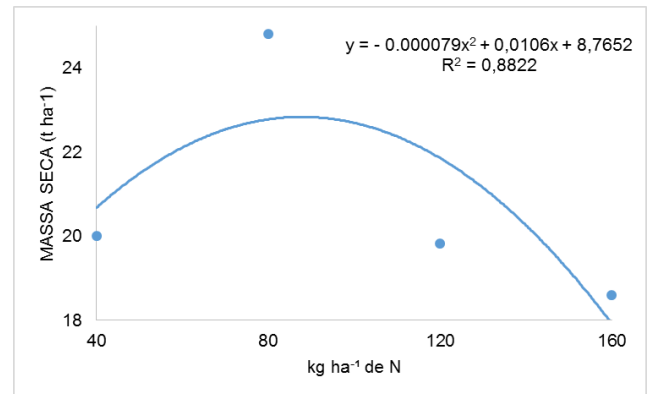


Figura 3: Valores para massa seca (t ha⁻¹) em plantas de sorgo biomassa (BRS 716) submetidos a 4 doses de N (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

A massa seca teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de potássio, com máximo valor obtido aos 113DAE (**Figura 4**) com valores variando entre 18,60 e 24,82 t ha⁻¹.

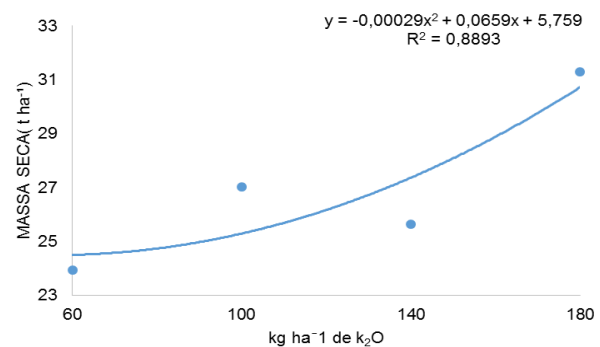


Figura 4: Valores para massa seca (t ha⁻¹) em plantas de sorgo biomassa (BRS 716) submetidos a 4 doses de K₂O (60,100,140,180 kg ha⁻¹). UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

Os resultados de massa seca obtidos neste trabalho não coincidem com os de Rodrigues Filho et al. (2006), que em estudo com quatro híbridos de sorgo forrageiro não encontraram diferença significativa na produção de massa seca em função das doses de N entre 50 e 100 kg ha⁻¹, cujas médias foram de 59,32 e 15,17 t ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, há relatos de produtividade de massa seca bem mais elevada em plantios de sorgo biomassa (cerca de 60 a 90 t ha⁻¹), quando plantados em épocas mais adequadas (setembro, outubro). Assim pode-se inferir que a predominância de falta de resposta dos materiais estudados às doses de K₂O pode ser justificada, também, pelo plantio fora da época mais indicada para a cultura, quando o sorgo poderia expressar melhor o seu potencial produtivo.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento da cultivar de sorgo biomassa (BRS 716) é favorecido pelo aumento das doses de nitrogênio e potássio em cobertura até um valor máximo.

Para uma boa produção de massa verde do sorgo biomassa as doses de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 100 kg ha⁻¹ de potássio são adequadas.

Indica-se a aplicação de N e K₂O em cobertura para produção de massa verde e massa seca para o sorgo biomassa.

REFERÊNCIAS

- DAMASCENO, C. M. B.; PARRELLA, R. A. C.; SOUZA, V. F. de; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E. Análise morfoagronômica e bioquímica de um painel de sorgo energia para características relacionadas à qualidade da biomassa. Circular Técnica Embrapa Sete Lagoas/MG, v. 190, Dez 2013.
- DURÃES, N.N.L.; NUNES, J.A.R.; PARRELLA, R.A.C., BRUZI, A.T., LOMBARDI, G.M.R.; FAGUNDES, T.G Seleção de múltiplos caracteres agroindustriais em sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Uberlândia. **Anais...** Viçosa, MG: SBMP, 2013.p.1638-1641.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**, Brasília, 2013
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**, Brasília, 2014
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- MARTINS, I. S.; FUKUDA, A. J.; SILVA JUNIOR, E. C.; FERREIRA, I.; CAZETTA, J. O. Produtividade de sorgo safrinha sob diferentes combinações de adubação nitrogenada. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia, São Paulo, 2012.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Potassium in crop production. Adv. Agron., 33:59-110, 1980.
- PARRELLA, R.A.C. et al. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).
- PARRELLA, R.A.C. Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014.19p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).
- PEREIRA, G.A.; PARRELLA, R.A.C. Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: (s.n.).2012
- RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119).
- RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 7, p. 37-48, 2006.
- WIGHT, J. P.; HONS, F. M.; STORLIN, J. O.; PROVIN, T. L.; SHAHANDEH, H Management effects on bioenergy sorghum growth, yield and nutriente uptake. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v 46, p.593-604, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Características de híbridos para produção de milho verde submetidos a diferentes estratégias de adubação pós plantio

Alice Lagoeiro de Abreu⁽¹⁾; Kelson Willian de Oliveira⁽²⁾; Iran Dias Borges⁽³⁾; Thayline Fernandes Ferreira⁽⁴⁾; Junia de Paula Lara⁽⁵⁾; Ana Lucia Lara Lanza⁽⁶⁾; Lorena Martins Brandão⁽⁷⁾

(1) Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; (2) Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; kelsonwillian@hotmail.com (3) Professor; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; (4) Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; (5) Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; (6) Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; (7) Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais

RESUMO: Todo milho que não é cultivado para produção de grãos secos, commodities, são chamados de milho especial. Como exemplos temos o milho verde, milho doce, milho pipoca, minimilho, milho para canjica, dentre outros, que possuem mercado com alto valor agregado (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2009). O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de milho para produção de milho verde, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais. Foi instalado um experimento com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As características avaliadas foram Número de espigas, Peso das espigas com palha, Peso das espigas sem palha, Comprimento das espigas sem palha e Diâmetro da espiga sem palha. As cultivares de milho influenciam quantitativamente e qualitativamente a produção de espigas verdes. As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de espigas verdes, nas condições de realização deste trabalho. A cultivar BRS VIVI tem menor produção de espigas verdes que as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO, porém com o BRIX maior e os parâmetros de espigas comerciais adequados. Para espigas verdes a BRS VIVI e RB 9004 PRO são mais adequadas para comercialização.

Termos de indexação: milho doce; adubação; cultivares.

INTRODUÇÃO

Entre as várias aplicações de uso do milho, encontra-se o seu consumo *in natura* conhecido como ponto de milho verde, sendo colhido na fase de grão leitoso e pastoso, normalmente entre 20 a 25 dias após a polinização. O milho verde faz parte da tradição da culinária brasileira, onde se tornou um grande atrativo para os pequenos e médios produtores devido ao bom preço de mercado e da alta demanda pelo produto. Pode ser consumido, cozido ou assado, na forma de curau, como suco e ingredientes para fabricação de bolos, biscoitos, sorvetes e pamonhas (MORAES, 2009).

O mercado consumidor do milho verde tem se tornado cada vez mais exigente em relação à qualidade do produto. As espigas devem apresentar boa condição sanitária, ser bem formadas e bem granadas. De acordo com Moraes (2009), as principais características exigidas pelo mercado brasileiro para o milho verde são: grãos dentados amarelos, grãos uniformes, espigas longas e cilíndricas (espigas maiores que 15 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro), sabugo fino e claro, boa granação, pericarpo delicado e bom empalhamento, boa produtividade, alta capacidade de produção de massa e baixa produção de bagaço, tolerância às principais pragas e doenças. Além dessas características, essa cultura exige precisão do produtor na colheita e rapidez na comercialização.

De acordo com a Ceasa - Minas 99,6 % do milho verde ofertado em 2014 foi produzido em Minas Gerais, o restante provém do estado de São Paulo. A importância do milho verde se dá principalmente na época da entressafra, quando sua demanda aumenta significativamente. E é nesta

época que se atingem os maiores preços de comercialização do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado e conduzido na Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas- MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47, situada a 19°28'36" S e 44°11'53" O, a 769 m de altitude. O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico, comum na região, esta possui temperatura média anual de 22,73 °C e a precipitação total durante o período experimental de 712,4 mm (EMBRAPA, 2016). O período experimental compreendeu os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016.

Não se fez necessário a correção do solo antes do plantio, sendo feito somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A semeadura do milho verde foi feita manualmente, no dia 19 de novembro de 2015.

O experimento foi instalado com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As características avaliadas foram o Teor de sólidos solúveis (BRISX), altura da planta (ALT) e diâmetro do colmo (DIAC).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência das cultivares em todas as características avaliadas, excetuando altura de planta, altura da primeira espiga e diâmetro de colmo. Já as adubações realizadas pós-plantio influenciaram apenas o número de espigas. Não se observou interação significativa entre os fatores nas variáveis analisadas.

Independentemente da adubação adotada a cultivar BRS VIVI proporcionou menor número de espigas verdes que as demais, que foram semelhantes entre si. Somente com adubação de N + K em cobertura obteve-se maiores valores de NESP (TABELA 01), permitindo inferir não ser

vantajoso o uso de um complemento com adubação foliar para essa característica.

Grigulo et al. (2011), avaliando o desempenho de genótipos de milho para Consumo *in natura* em Tangará da Serra - MT, quanto ao número de espigas, observaram valores de produtividade dos genótipos de milho comum também superiores aos dos genótipos de milho doce.

Tabela 1: Número de espigas verdes (NESP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+		
BRS VIVI	8	Aa	4	Aa	6	Aa	6 a
RB 9110 PRO	18	Ab	15	Ab	17	Ab	17 b
RB 9004 PRO	19	Bb	18	Bb	14	Ab	17 b
MÉDIA	15	B	12	A	12	A	

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

Os valores de número de espigas verdes obtido foi cerca de 46000 por hectare (13 por 2,8 m²). Já Do Vale et al, (2011), trabalhando apenas com cultivares de milho verde obteve valores inferiores ao do presente trabalho.

Independentemente da adubação adotada, a cultivar BRS VIVI proporcionou menor peso de espigas verdes com palha que as demais. Contudo, não houve influência da diferentes adubações no PCP (TABELA 02).

Os valores obtidos neste trabalho são semelhantes aos de Do Vale et al. (2011) e inferiores aos observados por Grigulo et al. (2011) que obtiveram média de 17,1 t ha⁻¹ para a cultivar superdoce e 24,5 t ha⁻¹ em cultivar verde. Contudo, neste trabalho, conduzimos a cultura em solo de menor fertilidade química natural e em sequeiro.

Tabela 02: Peso com palha de espigas verdes (PCP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+		
BRS VIVI	1,89	Aa	1,03	Aa	1,66	Aa	1,52 a
RB 9110 PRO	3,76	Ab	2,83	Ab	3,42	Ab	3,34 b
RB 9004 PRO	3,91	Ab	3,71	Ab	3,56	Ab	3,73 b
BRS VIVI	3,19	A	2,52	A	2,88	A	

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Independentemente da adubação adotada, assim como PCP, a cultivar BRS VIVI proporcionou menor PSP que as demais, que foram semelhantes entre si. Também, não houve influência da diferentes adubações no PSP (TABELA 03).

Tabela 03: Peso sem palha de espigas verdes (PSP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	1,36	Aa	0,66	Aa	1,17	Aa	1,07	a
RB 9110 ^{PRO}	3,04	Ab	2,21	Ab	2,71	Ab	2,65	b
RB 9004 ^{PRO}	2,78	Ab	2,46	Ab	2,44	Ab	2,56	b
MÉDIA	2,39	A	1,78	A	2,11	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si.
Média com as mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Assim como para PCP, os valores obtidos neste trabalho para PSP são inferiores aos de Grigolo et al. (2011) que obtiveram média de 11,3 t ha⁻¹ em cultivar superdoce e 13,4 t ha⁻¹ em cultivar verde, e superiores aos obtidos por Do Vale et al. (2011), 4,1 t ha⁻¹. Contudo, Grigolo et al. (2011) não observaram diferenças significativas entre as cultivares para essa característica.

Independentemente da adubação adotada, assim como PCP e PSP a cultivar BRS VIVI obteve menor comprimento de espigas que as demais. Já cultivar RB 9110 PRO proporcionou espigas mais compridas. Não houve influência da diferentes adubações no comprimento de espigas (TABELA 04), diferentemente do observado por Lemos (2008).

Diferenças significativas para comprimento de espigas verdes entre cultivares também foram observadas por Lemos (2008) e Do Vale et al. (2011).

Oliveira Junior et al. (2006), no seu trabalho sobre seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura, também observaram resultados de milho doce inferior ao verde (16,53 e 21,6 cm respectivamente). As médias obtidas no

presente trabalho foram inferiores aos demais, tanto para o milho doce quanto para o verde.

Tabela 04: Comprimento de espigas verdes (COMP) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVA R	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTUR A		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	13,7 6	Aa	13,3 2	A a	13,8 9	A a	13,6 6	a
RB 9110 PRC	16,9 0	Ab	16,0 0	A b	15,9 3	A b	16,2 8	c
RB 9004 PRC	14,4 6	Aa	14,9 0	A b	16,1 4	A b	15,1 7	b
MÉDIA	15,0 4	A	14,7 4	A	15,3 2	A		

A cultivar RB9110 PRO proporcionou diâmetro de espigas inferior às demais, que foram semelhantes entre si. Contudo, essa característica não foi influenciada pelas adubações adotadas. Pode se observar que essa cultivar se caracterizou com espigas grandes e mais finas que as demais, e ainda assim dentro do parâmetro de espigas comerciais (TABELA 05).

Reis (2009), comparando o diâmetro de espigas, observou que os híbridos doces apresentaram melhores resultados, confirmando a característica típica desse tipo de milho (4,12 a 5,02 cm), resultado semelhante à média do presente trabalho. Já para o milho verde, observou resultados (4,06 a 4,22 cm) inferiores às médias encontradas no presente trabalho. Oliveira Junior et al. (2006), observaram resultados semelhantes para o milho doce (4,69 cm) e para o milho verde (4,18 cm).

Tabela 05: Diâmetro de espigas verdes (DIAE) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	46,1	Aa	43,7	Aa	45,4	Ab	45,1	b
RB 9110	43,5	Aa	42,2	Aa	42,1	Aa	42,6	a
RB 9004	44,1	Aa	45,4	Aa	45,8	Aa	45,0	b
MÉDIA	44,5	A	43,8	A	44,4	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si.
Média com as mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Independentemente da adubação adotada, a cultivar BRS VIVI proporcionou valores de sólidos solúveis totais muito maiores que as demais, que

foram semelhantes entre si, e não houve diferenças significativas entre as adubações adotadas (TABELA 06).

Para a cultivar doce BRS VIVI, observou-se valores de 15,37 °Brix em média e 7,8 ° Brix para as cultivares verdes. Assim como neste trabalho, Pinho et al. (2008), avaliando a qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional, constaram que o teor médio de sólidos solúveis para os milhos doces SWB 551 (15,83 °BRIX) e BRS VIVI (14,50 °BRIX) apresentaram percentual significativamente superior aos das demais cultivares.

Tabela 06: Teor de sólidos solúveis totais de espigas verdes (BRIX) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA	
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+			
BRS VIVI	15,5	Ab	15,8	Ab	14,7	Ab	15,3	b
RB 9110	7,8	Aa	8,3	Aa	7,2	Aa	7,8	a
RB 9004	8,2	Aa	7,2	Aa	8,2	Aa	7,9	a
MÉDIA	10,5	A	10,5	A	10,1	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si. Média com as mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

O milho comum tem em torno de 3 % de açúcar e entre 60 e 70 % de amido, enquanto o milho doce tem de 9 a 14 % de açúcar e de 30 a 35 % e o superdoce tem em torno de 25 % de açúcar e de 15 a 25 % de amido (LUZ et al., 2014). Assim, os valores obtidos com as cultivares verdes e com a cultivar doce estão dentro do esperado, com valores em torno de 7.8 e 15.3 °BRIX.

CONCLUSÕES

As cultivares de milho influenciam quantitativamente e qualitativamente a produção de espigas verdes.

As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de espigas verdes, nas condições de realização deste trabalho.

A cultivar BRS VIVI tem menor produção de espigas verdes que as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO, porém com o BRIX maior e os parâmetros de espigas comerciais adequados.

Para espigas verdes a BRS VIVI e RB 9004 PRO são mais adequadas para comercialização.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho.

À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

DO VALE, J. C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P. S. L. **Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde.** *Bragantia*, Campinas, v.70, n.4, p.781-787, 2011.

GRIGULO, A. S. M.; AZEVEDO, V. H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P. H. **Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo *in natura* em Tangará da serra, MT, Brasil.** *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 603-608, July/Aug. 2011.

LEMOS, J. P. **Desempenho de híbridos para produção de milho verde submetidas a diferentes estratégias de manejo da adubação foliar, no norte de Minas Gerais.** 2008. 36f. Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba/MG. 2008.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. **Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita.** *Horticultura Brasileira*, v. 32, n.2, p. 163-167, 2014.

MORAES, A. R. A. de. **A cultura do milho verde.** 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/MilhoVerde/index.htm>. Acesso em: 29 de abril. 2016.

OLIVEIRA JR., L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. **Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*.** *Ciênc. Technol. Aliment.*, Campinas, vol. 26, p. 159-165, jan.-mar. 2006.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Alternativas para agregar valor.** DBO Agrotecnologia, 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61041/1/Milhos-especiais.pdf>>. Acesso em: 20 abril. 2016.

PINHO, L.; PAES, M. C. D.; ALMEIDA, A. C.; COSTA, C. A. **Qualidade de milho verde cultivado em sistema de produção orgânico e convencional.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.



REIS, L. S. **Desenvolvimento de genótipos de milho doce: avaliação de genitores e híbridos.** 2009. 76 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, São Paulo, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Características de híbridos para produção de minimilho submetidos a diferentes estratégias de adubação pós plantio

[Kelson Willian de Oliveira^{\(1\)}](#); [Alice Lagoeiro de Abreu^{\(2\)}](#); [Iran Dias Borges^{\(3\)}](#); [Raphael Ferreira Alves^{\(4\)}](#); [Junia de Paula Lara^{\(5\)}](#); [Ana Lucia Lara Lanza^{\(6\)}](#); [Thayline Fernandes Fereira^{\(7\)}](#)

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais;; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei. Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei;; ⁽⁶⁾ Mestranda; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁷⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei.

RESUMO: O minimilho é classificado como uma espécie olerícola que possui alto valor agregado e é destinado basicamente ao consumo humano devido ao sabor dos grãos. Segundo Sousa et al. (2012), este milho é muito comum nos EUA, mas vem ganhando grande espaço no mercado brasileiro incitado pela indústria de conserva. Várias cultivares de milhos tem sido avaliadas, mas ainda não existe cultivar comercial específica para a produção de minimilho. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de milho para produção de minimilho e milho verde, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais. Foi instalado um experimento com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). Há influencia de cultivares de milho, quantitativamente e qualitativamente, na produção de minimilho. As cultivares BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO são aptas para o uso como minimilho, sendo adequadas para comercialização. As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de minimilho.

Termos de indexação: milho doce; adubação; cultivares.

INTRODUÇÃO

Uma nova forma de utilização do milho é o minimilho, também conhecido como 'baby corn', que é o nome dado à espiga de milho jovem contendo os estilo-estigmas de até 3 cm, em desenvolvimento

e não fertilizada (RAUPP et al., 2008). Minimilho é o nome dado à espiga de milho jovem contendo os estilo-estigmas de até 3 cm, em desenvolvimento e não fertilizada (RAUPP et al., 2008). O milho comum tem em torno de 3 % de açúcar e entre 60 e 70 % de amido, o milho doce tem de 9 a 14 % de açúcar e de 30 a 35 % de amido e o superdoce tem em torno de 25 % de açúcar e de 15 a 25 % de amido (LUZ et al., 2014). Mutações espontâneas ocorridas no milho, descobertas há cerca de 100 anos, deram origem o chamado milho doce (*Zea mays spp. saccharata* e *Zea mays spp. rugosa*). Tais mutações retardam a síntese de amido levando ao acúmulo de açúcares, principalmente da sacarose.

Assim, o minimilho é classificado como uma espécie olerícola que possui alto valor agregado e é destinado basicamente ao consumo humano devido ao sabor dos grãos. Segundo Sousa et al. (2012), este milho é muito comum nos EUA, mas vem ganhando grande espaço no mercado brasileiro incitado pela indústria de conserva.

Várias cultivares de milhos tem sido avaliadas, mas ainda não existe cultivar comercial específica para a produção de minimilho. A cultivar deve apresentar bom rendimento e maior percentagem de espiguetas comerciais, além de ser tolerante ao quebramento e ao acamamento (PEREIRA FILHO et al., 1998).

Entender o desempenho de cultivares de milho para a produção de minimiespigas em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de milho para produção de minimilho, submetidas á diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado e conduzido na Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas- MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47, situada a 19°28'36" S e 44°11'53" O, a 769 m de altitude. O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico, comum na região, esta possui temperatura média anual de 22,73 °C e a precipitação total durante o período experimental de 712,4 mm (EMBRAPA, 2016). O período experimental compreendeu os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016.

Não se fez necessário a correção do solo antes do plantio, sendo feito somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A sementeira do minimilho e milho verde foram feitas manualmente, no dia 19 de novembro de 2015.

O experimento foi instalado com o delineamento experimental inteiramente casualizado - DIC, com três repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). As características avaliadas foram o Teor de sólidos solúveis (BRX), altura da planta (ALT) e diâmetro do colmo (DIAC).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar BRS VIVI proporcionou maiores valores de sólidos solúveis totais que as demais, independentemente da adubação. Contudo, não houve diferenças significativas entre as adubações adotadas (TABELA 1).

Em trabalho realizado por Oliveira (2014), estudando conservas de minimilho orgânico: processamento e aceitação sensorial, os valores da média de sólidos solúveis foi semelhante ao presente trabalho, onde obteve médias de 6,0 °brix para o milho doce e super doce, e 5,5 °brix para o milho verde. Já Lima et al. (2015), em seu trabalho de análises físicas, composição centesimal e nutricional de minimilho orgânico de diferentes variedades, obtiveram resultados inferiores para cultivar doce (4,5 °brix) e milho super doce (3,0 °brix), porém para cultivar verde os valores foram maiores (5,0 e 6,0 °brix).

Tabela 1: Teor de sólidos solúveis totais de miniespigas (BRX) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO						MÉDIA
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+		
BRS VIVI	6,76	Ab	6,53	Ab	6,02	Aa	6,44 b
RB 9110 ^{PRO}	4,96	Aa	5,73	Aa	5,28	Aa	5,33 a
RB 9004 ^{PRO}	4,96	Aa	5,13	Aa	5,08	Aa	5,05 a
MÉDIA	5,56	A	5,80	A	5,46	A	

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%)

Não houve diferença entre as cultivares e entre as adubações para a altura de plantas, permitindo inferir que para as condições deste trabalho essa característica não sofreu influência dos tratamentos propostos.

Moreira et al. (2014), também como neste trabalho, não observaram diferenças significativas quando comparado o milho verde e o milho doce. Entretanto, Do Vale et al. (2011), avaliando índice de seleção de cultivares, e Brandão (2015), avaliando cultivares para produção de minimilho em função de estratégias de fertilização em plantio irrigado, observaram diferenças de altura de plantas entre as cultivares analisadas.

Quanto ao diâmetro do colmo, a cultivar BRS VIVI foi superior às demais, e não houve influência da diferentes adubações pós-plantio (TABELA 2).

Os valores obtidos neste trabalho são semelhantes aos observados por Brandão (2015) que obteve médias de diâmetro de colmo para as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO de 1,40 e 1,39 cm, respectivamente. No estudo de Moreira et al. (2014), não houve diferença significativa entre as cultivares de milho verde e milho doce com média de 1,65 cm, resultado superior ao presente trabalho e ao trabalho de Brandão (2015).

Tabela 2: Diâmetro de colmo (DIAC) por 2,8 m² de três cultivares de milho submetidas a três

estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO							
	N e K COBERTURA		ALGA +		N e K - ALGA+		MÉDIA	
BRS VIVI	14,3	Aa	16,7	Ba	14,2	Aa		15,0	b
RB 9110 ^{PRO}	12,4	Aa	13,2	Aa	14,5	Aa	13,3	a
RB 9004 ^{PRO}	13,0	Aa	11,5	Aa	12,9	Aa	12,4	a
MÉDIA	13,2	A	13,8	A	13,9	A		

Média com as mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Os valores obtidos neste trabalho são semelhantes aos observados por Brandão (2015) que obteve médias de diâmetro de colmo para as cultivares RB 9110 PRO e RB 9004 PRO de 1,40 e 1,39 cm, respectivamente. No estudo de Moreira et al. (2014), não houve diferença significativa entre as cultivares de milho verde e milho doce com média de 1,65 cm, resultado superior ao presente trabalho e ao trabalho de Brandão (2015).

Pereira Filho et al. (2005) como no presente trabalho não observaram diferenças significativas no aumento do colmo com o aumento de doses de nitrogênio. Entretanto, Santos et al. (2014) e Soratto et al. (2010), observaram que o diâmetro de colmo foi incrementado pela elevação das doses de N em cobertura, independentemente da fonte utilizada.

A análise do solo não foi realizada recentemente e, provavelmente, a falta de resposta positiva das cultivares à aplicação da adubação em cobertura (N e K) e foliar foi devida à adubação de plantio ter sido suficiente para atender à demanda das cultivares e/ou aos altos teores de elemento no solo durante o cultivo.

CONCLUSÕES

Há influência de cultivares de milho, quantitativamente e qualitativamente, na produção de minimilho.

As cultivares BRS VIVI, RB 9110 PRO e RB 9004 PRO são aptas para o uso como minimilho, sendo adequadas para comercialização.

As diferentes adubações pós-plantio (N e K), via solo e foliar, não influenciam a produção de minimilho.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho.

À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, L. M. Características agronômicas de cultivares de milho em função de estratégias de fertilização. 2015. 32f. Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas. 2015.

DO VALE, J. C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SILVA, P. S. L. Índice de seleção para cultivares de milho com dupla aptidão: minimilho e milho verde. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.4, p.781-787, 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. *Horticultura Brasileira*, v. 32, n.2, p. 163-167, 2014.

MOREIRA, A.; SANTOS, M. Z.; FAVARÃO, S. C. M. Características agronômicas de genótipos de milho para produção de minimilho. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.7, n.3, p. 633-643, set./dez. 2014.

OLIVEIRA, L. F. Conservas de minimilho (*Zea mays*, L.) orgânico: Processamento e aceitação sensorial. *Revista Verde*, Pombal - PB - Brasil, v 9. , n. 4, p. 271 – 277, out-dez, 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C. Efeito de densidade de semeadura, níveis de nitrogênio e despendoamento sobre a produção de minimilho. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado técnico 119, 4p, 2005.

PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; FURTADO, A. A. L. Produção do minimilho. Embrapa Comunicado Técnico, n.7, 1998, 4 p.

RAUPP, D. S. et al. Minimilho em conserva: avaliação de híbrido. *Acta Amazonica*, v.38, p. 509-516, 2008.

SANTOS, R.F. et al. Produtividade do minimilho em função das adubações nitrogenada e potássica. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 61, n.1, p.121-129, jan/fev, 2014.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja.



Revista Ciência Agronômica, Ceará, 41:511-518,
2010.

SOUSA, S. M.; PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F.F.
Milho doce: origem de mutações naturais. 1. ed.
Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 44 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Caraterísticas agrônômicas de híbridos experimentais e comerciais de milho em diferentes densidades populacionais.

Rafael Augusto Lima Rodrigues⁽¹⁾, Emerson Borghi⁽²⁾; Israel Alexandre Pereira Filho⁽²⁾; Miguel Marques Gontijo Neto⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante, Universidade Federal de São João Del Rey Campus Sete Lagoas. rafaelaugustolimarodrigues@gmail.com. ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG.

RESUMO: A densidade de plantas é uma característica importante na determinação do potencial produtivo no milho. A depender do híbrido, da densidade populacional e do ambiente produtivo a planta pode aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais disponíveis para expressão do máximo potencial produtivo. O objetivo do trabalho foi avaliar as características agrônômicas de híbridos experimentais e comerciais sob diferentes populações de plantas. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas/MG, no ano agrícola 2014/15. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete híbridos e três populações de plantas. Foram utilizados quatro híbridos experimentais (1I923, 2E530, 1F640, 3H842) mais três híbridos comerciais (BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390) e as populações foram de 50.000, 60.000 e 70.000 plantas ha⁻¹. Avaliou-se as características agrônômicas altura de plantas, altura de espigas, estande final, número de espigas, índice de espigas, número de grãos por espiga, massa de 300 grãos e produtividade de grãos. Entre os híbridos avaliados, 3H842 apresenta a maior produtividade de grãos, em virtude do maior estande final e número de grãos por espiga. A população de plantas aumenta o número de espigas por hectare, porém, não proporciona alterações nas características agrônômicas dos híbridos, tampouco a produtividade de grãos. O híbrido experimental 3H842 apresenta potencial para o programa de melhoramento de milho. A produtividade é dependente do número de grãos por espiga. Quanto maior a população de plantas menor o índice de espigas.

Termos de indexação: híbridos; produtividade; população de plantas.

INTRODUÇÃO

Existem inúmeros trabalhos de pesquisa conduzidos nas diferentes regiões produtoras de milho no Brasil para identificar e posicionar os híbridos de milho que melhor se adequam a diferentes condições de cultivo, em especial variações na população de plantas. Normalmente estes resultados estão relacionados a inúmeros fatores que vão desde local de cultivo até o histórico da área e condições edafoclimáticas.

Para os programas de melhoramento, a avaliação de híbridos experimentais é de suma importância tanto para posicionamento destes materiais nas diferentes condições regionais que permitam posicionar as recomendações técnicas face a utilização futura destes materiais. De acordo com Sangoi et al. (2002), o lançamento de híbridos de milho tolerantes ao aumento da densidade de plantas contribuiu para o incremento do potencial produtivo na segunda metade do século vinte.

De acordo com Cruz et al. (2015) a semente é o principal insumo de uma lavoura e sua escolha deve merecer toda atenção do produtor que deseja ser bem-sucedido em seu empreendimento. Aspectos relacionados às características do híbrido (tais como potencial produtivo, estabilidade, resistência a doenças e adequação ao sistema de produção em uso e às condições edafoclimáticas) deverão ser levados em consideração, para que a lavoura se torne mais competitiva, possibilitando ao agricultor as melhores opções a tomada de decisão mais assertiva às suas condições.

A população de plantas é um dos principais fatores que influem na capacidade da lavoura em captar recursos do ambiente (água, luz e nutrientes). Tal atributo é particularmente importante para culturas anuais, pois pode ser ajustado safra a

safras em razão de diferentes interações entre genótipo e ambiente de produção (Foloni et al., 2014).

Com base nesse pressuposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características agrônômicas de híbridos experimentais e comerciais sob diferentes densidades populacionais nas condições de Sete Lagoas-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola 2014/15 na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas/MG, apresentando as coordenadas: 19°26'50" S de latitude e 44°10'13,41" de longitude, e 717 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por sete híbridos de milho (experimentais: 1I923, 2E530, 1F640, 3H842; comerciais: BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390) e três populações (50.000, 60.000 e 70.000 plantas ha⁻¹). Cada unidade experimental foi constituída por 4 linhas de 6 metros de comprimento espaçadas em 0,70 m, perfazendo uma área total de 16,8 m².

Antes da instalação do experimento (novembro/2014), a área experimental foi submetida à dessecação química utilizando herbicida glyphosate (1,8 kg do i. a. ha⁻¹). A semeadura do experimento foi realizada mecanicamente em 20 de novembro de 2014, utilizando semeadora-adubadora para plantio direto.

A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 34,4 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 68,8 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 430 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-28-16, seguindo as recomendações de Sousa e Lobato (2004) para a cultura do milho.

A emergência do milho ocorreu 5 dias após a semeadura, em 29/11/2014. Quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico de 4 folhas desenvolvidas, procedeu-se a adubação nitrogenada em cobertura na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia. Para cada parcela, o fertilizante nitrogenado foi aplicado manualmente à lanço nas entrelinhas do milho, sendo incorporado por lâmina de água fornecida via irrigação por aspersão.

As determinações das características morfológicas da cultura do milho foram efetuadas por ocasião da colheita. As variáveis avaliadas foram: altura de plantas e de inserção da espiga

(medição, com régua graduada em centímetros, a altura entre o nível do solo e a inserção da última folha e da primeira espiga, respectivamente) em 10 plantas por unidade experimental; estande final e número de espigas (contagem do número de plantas e de espigas nas duas linhas centrais de cada unidade experimental descartando 1 m de cada extremidade, sendo os valores extrapolados para hectare); índice de espigas (relação entre o número de espigas em função do estande de plantas); número de grãos por espiga (contagem do número de grãos após debulha de 5 espigas escolhidas aleatoriamente dentro de cada unidade experimental), massa de 300 grãos (pesagem de quatro amostragens de 300 grãos cada, corrigidas a 13% de umidade) e produtividade de grãos (13% de umidade).

Os dados de cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5%, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** encontram-se os valores de altura de plantas, altura da espiga, estande final, número de espigas e índice de espigas em função dos híbridos e da população de plantas. Com relação a altura de plantas e de inserção da espiga, o híbrido 3I842 obteve os maiores valores e os híbridos 1I923, 2E530 e 1F640 os menores. Os demais híbridos foram estatisticamente semelhantes e com valores intermediários. A população de plantas não influenciou nestas variáveis analisadas.

Os híbridos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no estande final de plantas (**Tabela 1**). É importante salientar que somente a população de 50.000 plantas ha⁻¹ conseguiu atingir a população desejada. Nas demais houve redução de 1043 plantas ha⁻¹ para se atingir a população de 60.000 plantas ha⁻¹ e 1009 plantas ha⁻¹ para atingir a população final de 70.000 plantas ha⁻¹. Estas variações na população final de plantas não prejudicaram no número final de espigas e, por consequência, no índice de espigas (**Tabela 1**). Nestas variáveis o híbrido 1I923 obteve valores estatisticamente superiores aos demais, e o híbrido DKB 390 os menores. Mesmo com população final de plantas abaixo do objetivo do trabalho, para o número de espigas todas as populações obtiveram valores acima do proposto. Como consequência, o índice de espigas foi superior a 1 em todas as populações avaliadas. Porém, verificou-se que na menor população houve maior número de espigas em comparação às demais populações demonstrando que, nas condições em que o experimento foi conduzido, o

aumento da população de plantas foi inversamente proporcional ao número de espigas por hectare.

Os valores de número de grãos por espiga, massa de 300 grãos e produtividade de grãos de milho em função dos híbridos e da população de plantas estão descritos na **tabela 2**. O híbrido experimental 3H842 apresentou maior número de grãos por espiga, sendo significativamente superior aos demais. Já o híbrido BRS 3040 foi o menor, embora não diferindo estatisticamente do híbrido experimental 1I923. Constata-se que, para este híbrido, o número de grãos por espiga foi inversamente proporcional ao número de espigas por hectare (**tabela 1**). A população de plantas não influenciou significativamente para esta variável.

Com relação à massa de 300 grãos (**tabela 2**) verificou-se que o híbrido DKB 390 foi estatisticamente superior aos demais híbridos avaliados, muito embora os híbridos experimentais 1I923, 2E530 e BRS 3040 sejam estatisticamente semelhantes. Assim como o número de grãos por espiga, a população de plantas não influenciou significativamente esta variável.

Para as condições em que o experimento foi conduzido, a produtividade de grãos foi influenciada diretamente pelo número de grãos por espiga. o híbrido 3H842 obteve maior produtividade de grãos em função de que este híbrido experimental apresentou o maior número de grãos por espiga (**tabela 3**). Da mesma maneira, o híbrido BRS 3040, por apresentar menor número de grãos por espiga, culminou em menor produtividade de grãos. A produtividade de grãos não foi influenciada pela população de plantas.

CONCLUSÕES

A população de plantas aumenta o número de espigas por hectare, porém, não proporciona alterações nas características agronômicas dos híbridos, tampouco a produtividade de grãos.

O híbrido experimental 3H842 apresenta potencial para o programa de melhoramento de milho.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, a produtividade é dependente do número de grãos por espiga.

Quanto maior a população de plantas menor o índice de espigas.

REFERÊNCIAS

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. de P. **Quatrocentos e setenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 28 p. (Série Documentos 184)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 35, n. 6., p. 1039-1042, 2011.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. de M. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 312-325, 2014.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância de híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (ed). Cerrado: Correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, cap. 12, p. 308-310.

Tabela 1: Valores médios de altura de plantas, altura de inserção da espiga, estande final de plantas, número de espigas por hectare e índice de espigas por híbridos de milho submetidos a diferentes populações de plantas. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Altura de plantas	Altura da Espiga	Estande Final	Espigas	Índice de Espigas
Cultivares	-----m-----	-----m-----	plantas ha ⁻¹	-----nº ha ⁻¹ -----	nº planta ⁻¹
1I923	2,41 b	1,24 b	59524 a	75132 a	1,27 a
2E530	2,42 b	1,25 b	59524 a	62566 bc	1,06 bc
1F640	2,43 b	1,25 b	59524 a	68122 ab	1,16 ab
3H842	2,59 a	1,40 a	59392 a	63889 bc	1,08 bc
BRS3040	2,45 ab	1,28 ab	60449 a	68350 ab	1,14 abc
BRS1055	2,49 ab	1,31 ab	59392 a	68386 ab	1,16 ab
DKB390	2,51 ab	1,37 ab	58333 a	58862 c	1,01 c
População (pl ha ⁻¹)					
50.000	2,47 a	1,30 a	50397 c	61054 c	1,21 a
60.000	2,48 a	1,30 a	58957 b	67006 b	1,13 b
70.000	2,47 a	1,30 a	68991 a	71485 a	1,04 c
CV (%)	3,86	6,73	2,96	7,62	8,42

Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2: Valores médios de número de grãos por espiga, massa de 300 grãos e produtividade de grãos de milho por híbridos de milho submetidos a diferentes populações de plantas. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	Grãos por espiga	Massa de 300 grãos	Produtividade de grãos
Cultivares	-----nº-----	-----g-----	-----kg ha ⁻¹ -----
1I923	525 de	101,22 ab	10497 abc
2E530	561 cd	97,07 ab	9561 bc
1F640	627 b	92,49 b	11204 ab
3H842	738 a	90,51 b	11496 a
BRS3040	494 e	97,30 ab	8949 c
BRS1055	569 cd	92,11 b	9908 abc
DKB390	581 c	104,55 a	10465 abc
População (pl ha ⁻¹)			
50.000	590 a	98,12 a	9931 a
60.000	591 a	96,65 a	10363 a
70.000	574 a	94,61 a	10598 a
CV (%)	5,20	7,79	11,64



Médias seguidas por letras iguais nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Comparação entre híbridos de milho convencional e transgênico sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura

Antônio Carlos de Oliveira Júnior⁽¹⁾; Rodrigo Moreira Albano da Silva⁽²⁾; Ariana Vieira Silva⁽³⁾; Eduarda de Oliveira⁽⁴⁾; Guilherme Vinicius Teixeira⁽⁵⁾; Marcelo Bregagnoli⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho; Muzambinho, Minas Gerais, acarloliveira.jr@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho; ⁽³⁾ Professora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho; ⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho; ⁽⁶⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - *Campus* Muzambinho.

RESUMO: O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela planta de milho e diretamente ligado ao seu desenvolvimento. Dessa forma, o presente trabalho procurou determinar e aproximar a melhor dose de nitrogênio por hectare aplicado em cobertura comparando o híbrido 2B587PW com o híbrido convencional 2B587. Para isso foram realizadas 5 doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 kg de N ha⁻¹) em DBC, com quatro repetições, a fim de avaliar a produtividade juntamente com componentes de produção (número de fileiras e número de grãos por fileira). Não se obteve variação significativa de produção e número de grãos por fileira, destacando somente o número de fileiras maior no híbrido 2B587 PW submetido à adubação de 180 kg de N ha⁻¹.

Termos de indexação: Sulfato de Amônio. Silagem. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino comercial vasto e ocupa posição entre os maiores exportadores mundiais de carne bovina. Visto que a estacionalidade da produção forrageira para alimentação do rebanho brasileiro limita um crescimento ainda maior do setor. A ensilagem vem sendo uma forma de conservação de forragens, utilizada como uma alternativa estratégica para alimentar o rebanho no período de escassez, tornando o sistema produtivo mais rentável uma vez que além de suprir a carência em determinado período do ano, otimiza o uso da terra (Mello et al., 2005).

Pode-se observar que em âmbito nacional é consideravelmente baixo o nível médio de produtividade da planta de milho por hectare, uma vez que os diferentes sistemas de produção necessitam de aperfeiçoamentos a fim de atingir

uma maior produtividade e rentabilidade para os produtores. Um dos principais pontos, que podem auxiliar no aumento da produtividade e melhorar a eficiência da lavoura da cultura, são os fertilizantes nitrogenados (Martins, 2013).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas gramíneas, em muitas situações, é suprido insuficientemente devido a essa alta demanda. A quantidade de N requerida para otimizar a produtividade da silagem uma vez que e esta diretamente ligado ao crescimento vegetativo da planta gerando assim uma maior produtividade (Amado et al., 2002).

Apesar da silagem de milho ser suficientemente conhecida, ainda não foram desenvolvidos estudos suficientes sobre as relações entre características produtivas e adubações de nitrogênio em cobertura, para produção de silagem no sul de Minas Gerais.

Com isso, esse trabalho objetivou-se em determinar a melhor dose de nitrogênio por hectare aplicado em cobertura comparando a produtividade do milho híbrido 2B587PW e convencional 2B587 juntamente com componentes de número de fileira e número de grãos por fileira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2014/2015 na área experimental do IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho. A área possui solo tipo Latossolo Vermelho distroférrico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

Inicialmente foi realizada uma amostragem de

solo na camada de 0-20 cm da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 12,9 mgdm⁻³; K – 220 mg dm⁻³; Ca – 3,06 cmolc dm⁻³; Mg 1,70 cmolc dm⁻³; Al – 0,04 cmolc dm⁻³; M.O. – 3,14 dag kg⁻²; Zn – 15,3 mg dm⁻³; Fe – 44,0 mg dm⁻³; Mn – 12,5 mg dm⁻³; Cu – 2,3 mg dm⁻³; B – 0,26 mg dm⁻³; S – 11,7 mg dm⁻³; V – 66,2%.

Em seguida, foi realizado preparo convencional do solo caracterizado por uma aração e duas gradagens.

Os materiais genéticos utilizados foram os híbridos 2B587PW e o convencional 2B587, tolerantes à seca e caracterizados pelo porte baixo e ciclo precoce.

A semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2015 na densidade de 80 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados 5 doses diferentes de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹), com 4 repetições.

As adubações de semeadura foram realizadas manualmente com 250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16. Já para as doses da adubação de cobertura, usou-se o sulfato de amônio quando as plantas estavam com cinco a seis folhas totalmente expandidas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foi realizada uma pulverização com a mistura de atrazina e nicosulfurom a fim de controlar plantas invasoras, além de um inseticida a base de clorpirifós para o controle da lagarta do cartucho e vaquinha.

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente através do teste F ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2001), onde se avaliou produção de grãos por ha, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de matéria verde por hectare em silagem é um dos dados mais observados quando se busca informações sobre determinada cultivar além de ser preponderante no dimensionamento de silos.

No presente trabalho, conforme tabela 1, para produtividade não houve diferenças significativas entre as diferentes doses de nitrogênio, assim como diferentes tecnologias (convencional e transgênico). Apesar disso, as produtividades obtidas foram superiores as apresentadas por Ferrari Jr. (2005), com uma produtividade de 31 t ha⁻¹ de massa verde.

Isso pode evidenciar, que o solo em questão, pode possuir capacidade relativamente satisfatória de suprimento de N, já que inclusive o tratamento

que não recebeu adubação de cobertura mostrou-se superior aos demais números encontrados.

Tabela 1. Produtividade (t ha⁻¹) da silagem de híbrido de milho transgênico e convencional sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

Produtividade		
Tecnologia		
Tratamento	Convencional	Trangênico
0	41330,00 Aa	42640,00 Aa
60	42450,00 Aa	39880,00 Aa
120	40900,00 Aa	46920,00 Aa
180	45580,00 Aa	49360,00 Aa
240	42450,00 Aa	50870,00 Aa
CV (%)	14,48	

Quanto ao número de fileiras por espiga (tabela 2), não se verificou efeito significativo para os tratamentos dose de nitrogênio. Já se comparando a tecnologia do milho em relação à adubação, o híbrido transgênico na dose de 180 kg de N ha⁻¹ obteve melhor desempenho comparada ao híbrido convencional. Isso pode ser justificado pelo fato de plantas transgênicas serem mais resistentes às pragas, resultando em uma possível melhora na produtividade (Embrapa, 2010).

Tabela 2. Número de fileiras de grãos nas espigas de híbridos de milho transgênico e convencional sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

Número de Fileiras		
Tecnologia		
Tratamento	Convencional	Trangênico
0	16,325 Aa	16,25 Aa
60	15,925 Aa	16,25 Aa
120	16,625 Aa	17,5 Aa
180	15,625 Aa	16,875 Ba
240	15,875 Aa	16,625 Aa
CV (%)	3,78	

Os números de grãos na fileira da espiga não foram influenciados significativamente pelas doses de N e tecnologia dos híbridos (tabela 3). Reafirmando os resultados de Souza et al. (2011), os quais constataram que o número de grãos por

fileira não sofreu variação significativa independente da dose de nitrogênio em cobertura.

Tabela 3. Número de grãos por fileira da espiga de híbrido de milho transgênico e convencional sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

Tratamento	Número de grãos por fileira	
	Convencional	Transgênico
0	31,755 Aa	32,09375 Aa
60	32,1425 Aa	31,140625 Aa
120	32,98 Aa	31,87500 Aa
180	33,01 Aa	32,421875 Aa
240	33,2775 Aa	31,89375 Aa
CV (%)	4,33	

CONCLUSÕES

Não se obteve variação significativa de produção e número de grãos por fileira, destacando somente o número de fileiras maior no híbrido 2B587 PW submetido à adubação de 180 kg de N ha⁻¹.

As adubações de cobertura não interferiram na produtividade da silagem nem ao número de grãos por fileira, de maneira significativa ao nível de 5% de probabilidade, tanto no material transgênico como no convencional.

Na adubação de 180 kg de N ha⁻¹, o híbrido de milho 2B587 PW obteve melhor rendimento no número de fileiras de grãos na espiga em relação ao 2B587.

Os dois materiais apresentaram rendimento produtivo mesmo sem cobertura quando comparado a média apresentadas na literatura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSULDEMINAS – *campus* Muzambinho pela infraestrutura ofertada e aos professores Ariana Vieira Silva e Marcelo Bregagnoli pela orientação.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C. et al. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo sob sistema de plantio

direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Porto Alegre, v. 26, n. 26, p. 241-248, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. set./2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/cultivares.htm>. Acesso em: 30 mai. 2016.

FERRARI JR., E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005.

FERREIRA, A. C. de B. et al. Características agrônomicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001. Trimestral. KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

MARTINS, I. S. **Doses, épocas e modos de aplicação da uréia comum e revestida na cultura do milho**. 2013. 77f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, *Campus* Jaboticabal, Jaboticabal, 2013.

MELLO, R. et al. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 79-94, 30 abr. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n1p95-103>>. Acesso em: 30 de mai. 2016.

PAZIANI S. F. et al. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; SILVA, P.R.F. Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic matter content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 507-517, 2007.

SOUZA, J. A. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n.2, p. 447-454, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Componentes da produção de milho em sucessão ao sorgo consorciado com forrageiras e/ou guandu-anão.

Isabela Maria Dias Moysés Fernandes⁽¹⁾; Isabô Melina Pascoaloto⁽²⁾; Marcelo Andreotti⁽³⁾; Sanderley Simões da Cruz⁽⁴⁾; Leonardo de Lima Froio⁽⁵⁾; Jeferson Garcia Augusto⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de graduação; Universidade Estadual Paulista (UNESP); Ilha Solteira, SP; isabela.maria94@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; bolsista FAPESP; UNESP; Ilha Solteira, SP; isabomelina@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto; UNESP; Ilha Solteira, SP; Bolsista CNPq, dreotti@agr.feis.unesp.br; ⁽⁴⁾ Professor doutor; Instituto Federal do Pará (IFPA); Marabá, PA; ssdacruz@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; leonardofroio95@gmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante de graduação; UNESP; Ilha Solteira, SP; jefercv@hotmail.com.

RESUMO: A chave para conservação do sistema agropecuário é a adoção da rotação de culturas devido aos benefícios químicos, físicos e biológicos que traz ao solo, além do controle de pragas e doenças. O objetivo deste trabalho foi analisar os componentes da produção do milho cultivado em sucessão ao sorgo para silagem em consórcio com forrageiras tropicais e/ou guandu anão. Foi realizado em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos milho em sucessão ao: sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão; sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu; sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão; sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça; sorgo para silagem consorciado guandu-anão; sorgo para silagem em cultivo solteiro. Foram avaliadas a altura da planta, diâmetro basal do colmo, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, número de grãos por espiga, população final de plantas, massa de 1000 grãos e produtividade. Áreas previamente cultivadas com espécies do gênero *Urochloa* apresentam condições mais favoráveis para o cultivo em sucessão de milho que áreas com *Megathyrsus*. O manutenção da área em pousio entre uma safra e outra resultou em menores produtividades do milho que as áreas com *Urochloa*.

Termos de indexação: Integração Lavoura-Pecuária; *Megathyrsus maximum*; *Urochloa brizantha*.

INTRODUÇÃO

É conveniente ao produtor realizar sempre a semeadura de uma só cultura, principalmente quando se tem a estrutura e maquinários necessários e bom retorno financeiro. Entretanto, o

cultivo sucessivo de uma só cultura na área causa problemas quanto à química, física e biota do solo, além de perpetuar pragas e doenças. Segundo Macedo (2009), o monocultivo associado a outras práticas inadequadas é o responsável pela perda de produtividade e degradação dos solos e recursos naturais.

Assim, para preservar a qualidade do solo, Genro Júnior et al. (2009) recomendam a rotação de culturas na área. Ao produtor agropecuário que adota o sistema de Integração Lavoura-Pecuária, uma alternativa viável de sucessão ao sorgo para silagem é o cultivo de milho. Neste aspecto, em condições de Cerrado, Garcia et al. (2013), listaram as vantagens do milho como cultura fundamental dentro da propriedade, como na utilização para alimentação animal na forma de grãos ou forragem verde, utilização na alimentação humana e geração de receita na comercialização do excedente.

O milho, segundo a CONAB (2016), teve uma área plantada de 15,6 milhões de hectares na safra 2014/2015, representando 27% de toda a área destinada a produção de grãos no país no mesmo período, o que destaca ainda mais a importância da cultura em sistemas integrados de produção.

O objetivo do trabalho foi analisar os componentes da produção do milho cultivado em sucessão ao sorgo para silagem em consórcio com forrageiras tropicais e/ou guandu anão em Cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em área de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), localizada no município de Selvíria, MS, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, SP. O tipo climático é Aw, segundo

Köppen, caracterizado como tropical úmido com chuvas no verão e seca no inverno. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os seis tratamentos compostos por: milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão (MSUG); milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (MSU); milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e guandu-anão (MSMG); milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado com *M. maximum* cv. Mombaça (MSM); milho em sucessão ao sorgo para silagem consorciado guandu-anão (MSG); milho em sucessão ao sorgo solteiro para silagem (MSS).

O sorgo forrageiro (cv. Volumax) antecessor foi semeado em espaçamento de 0,45 m, com densidade de 15 a 20 sementes m^{-1} , as forrageiras foram semeadas simultaneamente e na mesma linha, um pouco abaixo das sementes de sorgo para retardar a emergência e com aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC=76 e 72%) para capim-marandu e para capim-mombaça. O guandu-anão foi semeado nas entrelinhas do sorgo, em espaçamento de 0,45 m e com 20 sementes m^{-1} .

Para a produção de silagem foram realizados dois cortes a uma altura de 0,30 m a partir do solo, quando os grãos apresentaram 70% de MS e o corte da rebrota foi realizado 94 dias depois da colheita do primeiro corte, também utilizado para ensilagem. Após a colheita para ensilagem, as áreas em que não havia consórcio com forrageiras foram mantidas em pousio e as forrageiras foram conservadas na área por 6 meses com cortes simulando pastejo a cada 30 dias, sendo realizado no último corte (outubro de 2015) a dessecação da área com Glyphosate (1,56 kg ha^{-1} do ingrediente ativo (i.a.)), antes da instalação da cultura do milho. Após a dessecação das forrageiras foi realizada a caracterização física e química da área e conforme a necessidade, foi realizada calagem seguindo recomendações para a cultura e em consonância com o aplicado na região.

Cada parcela experimental do milho (DKB 350 PRO) ocupou exatamente o mesmo local no espaço que as parcelas dos consórcios antecessores e contou com 7 linhas de milho de 10 m de comprimento, totalizando 27 m^2 por unidade experimental. A semeadura foi realizada por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente de 0,05 m, em espaçamento de

0,45 m. Tanto a adubação de semeadura como a adubação de cobertura foram realizadas de acordo com recomendação para a cultura na região de estudo e adaptada com base na análise da fertilidade do solo.

Ao final do ciclo, quando os grãos de milho apresentaram umidade próxima a 20%, foram avaliadas 10 plantas aleatórias dentro da área útil da parcela para determinação da altura da planta, diâmetro basal do colmo, da espiga, comprimento da espiga e número de grãos por espiga. A população final foi determinada pela contagem de plantas em 3 linhas centrais de três metros por parcela. A massa de 1000 grãos foi determinada por quatro repetições de 100 grãos. A produtividade foi mensurada coletando todas as espigas dos 8 metros centrais das 3 linhas centrais de cada parcela que foram trilhadas e pesadas. Tanto a massa de 1000 grãos como a produtividade final foram transformadas para 13% de umidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$ e $P < 0,01$), utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de altura de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro basal do colmo (Tabela 1) apresentaram diferenças significativas entre tratamentos. A altura de plantas apresentou maiores valores para o tratamento MSU e menores para o MSM e MSG, entre 2,13 e 2,40 m, que estão próximos aos encontrados por Paziani et al. (2009), que ao estudar diferentes cultivares em 26 locais de semeadura, encontraram valores entre 1,90 e 2,66 m.

A altura de inserção da espiga seguiu a mesma tendência que a altura da planta, sendo os maiores valores encontrados para os tratamentos MSU e MSMG e o menor para o tratamento MSM, assim como o diâmetro basal do colmo que teve maior valor para o MSU e menor para MSG.

O capim-mombaça, por ter hábito de crescimento mais vigoroso e produzir maior matéria verde, apresentou rebrota mais acentuada das touceiras semeadas no ano agrícola anterior, em consórcio com o sorgo e, mesmo após duas dessecações, como mostra a Figura 1, foi responsável por reduzir a altura das plantas de milho por efeito de competição, mesmo com as pulverizações espaçadas de 20 dias e com a primeira após 15 dias do manejo de corte. Da mesma forma, os tratamentos de milho em sucessão ao sorgo solteiro e sorgo consorciado com guandu-anão, por apresentarem o solo exposto durante os 6 meses anteriores à semeadura do milho, período de

manutenção do pasto nas demais unidades experimentais, apresentaram maior incidência de plantas daninhas que os tratamentos MSU e MSUG, e, portanto, proporcionaram menor altura de plantas no milho em sucessão.

O tratamento MSU, por suceder áreas com capim-marandu, não tiveram o crescimento indevido de plantas daninhas durante o cultivo do milho, pois o crescimento dessa espécie é menos acentuado e portanto tiveram seu banco de sementes suprimido pelos seis meses de pasto antecedentes e quantidade de palha remanescente sobre o solo.

Não foram observadas diferenças significativas para diâmetro da espiga, comprimento da espiga e número de grãos por espiga (Tabela 1), o que era esperado uma vez que são características diretamente ligadas à genética e não são tão influenciadas pelos tratamentos utilizados. A população final de plantas e a massa de mil grãos (Tabela 1) também não apresentaram diferenças significativas, o que demonstra a uniformidade de condução de todos os tratamentos, não evidenciando perda de estande por fatores bióticos ou abióticos atuantes durante o ciclo da cultura. Garcia et al. (2013) estudando consórcios do milho com diferentes forrageiras também não constataram diferenças significativas entre população final de plantas, número de grãos por espiga e massa de 1000 grãos entre o milho solteiro e o milho em consórcio com *Megathyrsus* (Tanzânia e Mombaça).

Os valores de produtividade estão expostos na Tabela 1 e apresentaram diferenças significativas a 5% entre tratamentos. O tratamento que produziu mais foi o MSUG e o com menor produtividade foi o MSG. Pariz et al. (2009) verificaram resultados semelhantes ao estudar o consórcio de diferentes forrageiras com o milho, no qual a produção foi maior no milho solteiro que no milho consorciado com *Megathyrsus*.

A maior produtividade dos tratamentos em sucessão ao sorgo consorciado com capim-marandu pode ser entendida com base na explicação de menor competição devido a uma menor rebrota das forrageiras desse gênero se comparadas às do gênero *Megathyrsus*, e uma maior quantidade de palhada sobre a área que manteve a umidade superficial do solo, característica importante nas condições de sequeiro, como no presente trabalho. A menor produtividade por parte do tratamento MSG pode ser explicada por um menor estande final de plantas, que embora não tenha dado valores significativos, diferiu em quase 7 mil plantas por hectare do segundo tratamento com menor número de plantas no estande final (MSM). Como o quando foi semeado com outra máquina, o tráfego nas áreas que continham essa espécie durante o ciclo

do sorgo foi maior e conseqüentemente a compactação superficial do solo também, o que não foi um problema acentuado quando houve a semeadura de uma forrageira na área, pois as raízes das forrageiras criam canais no solo que permitem a descompactação natural, mas que pode ter causado problemas de germinação na cultura subseqüente, o milho, na área em que houve o consórcio apenas com o quando-anão, com menor palhada residual.

CONCLUSÕES

O milho em sucessão ao consórcio do sorgo com forrageiras do gênero *Urochloa* encontrou melhores condições de desenvolvimento que em sucessão ao consórcio com *Megathyrsus* ou à manutenção do solo em pousio na entressafra.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de pós-graduação (Processo n. 2015/06685-0) para desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Série histórica de área plantada, produtividade e produção de grãos. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1534&t=2>> Acesso em 23 de maio de 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, C.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZZETTI, S.; CELESTRINO, T. S.; LOPES, K. S. M. Desempenho agrônomo da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595. 2013.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 65-73. 2009.

MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. esp., p.133-146, 2009.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

PAZIANI, S.F.; DUARTE A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

Tabela 1 – Altura de planta (ALTP); altura de inserção da espiga (AIE); diâmetro basal do colmo (DBC); diâmetro de espiga (DE); comprimento da espiga (CE); número de grãos por espiga (NGE); população final (POP); massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de milho em sucessão ao sorgo para produção de silagem consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça e/ou guandu-anão no Cerrado.

Tratamento	ALTP (m)	AIE (m)	DBC (cm)	DE (cm)	CE (cm)	NGE (espiga)	POP (ha ⁻¹)	M1000 (g kg ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
MSUG	2,20 bc	0,95 ab	1,76 ab	4,54	18,68	534	6.8519	307	7.716 a
MSU	2,40 a	1,04 a	1,88 a	4,53	19,85	565	7.0371	279	7.430 ab
MMSG	2,30 ab	1,03 a	1,74 ab	4,56	19,20	552	7.2839	319	5.830 ab
MSM	2,13 c	0,91 b	1,47 cb	4,37	17,45	503	6.7902	294	5.514 ab
MSG	2,14 c	0,94 ab	1,41 c	4,42	17,48	552	6.1111	283	5.095 b
MSS	2,19 bc	0,96 ab	1,47 cb	4,55	19,78	554	7.0371	305	6.197 ab
Média	2,22	0,97	1,62	4,48	18,74	543	68519	298	6.297
CV (%)	2,26	4,46	6,85	2,51	5,88	9,18	7,80	9,75	16,34

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde: **, *, ns: (P<0,01), (P<0,05) e (P>0,05); CV (%): Coeficiente de variação. **MSUG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Urochloa brizantha* e guandu-anão; **MSU** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *U. brizantha*; **MMSG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *Megathyrsus maximum* e guandu-anão; **MSM** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com *M. maximum*; **MSG** – Milho em sucessão a sorgo consorciado com guandu-anão; **MSS** – Milho em sucessão a sorgo solteiro.



Figura 1 – À esquerda: plantas de milho com capim-mombaça proveniente da rebrota das touceiras semeadas no ano agrícola anterior, no tratamento milho em sucessão ao sorgo consorciado com



capim-mombaça. À direita: área da parcela de milho em sucessão ao sorgo consorciado com capim-marandu.

Componentes de Produção de Híbridos de milho em três épocas de semeadura na região no Cerrado Goiano.

Leandro Lopes Gomes⁽¹⁾; Wilian Henrique Diniz Buso⁽²⁾; Halef Pereira de Oliveira⁽³⁾; Janaina Batista de Lima⁽⁴⁾. Layanny Robert Faria⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante, Instituto Federal Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; leandrolopes.agr@outlook.com; ⁽²⁾ Professor; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres; ⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal Goiano Campus Ceres.

RESUMO: Com a presente pesquisa objetivou avaliar o desempenho de diferentes híbridos de milho em três épocas de semeadura no município de Ceres-GO. Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental do IF Goiano Campus Ceres. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) e três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições em cada experimento, totalizando 90 parcelas experimentais. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, respectivamente para as três épocas de semeadura. As variáveis analisadas foram: diâmetro e comprimento da espiga, número de fileira de grãos, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade (kg ha⁻¹). O híbrido DKB Bi 9438 diferiu estatisticamente (P<0,05) dos demais híbridos para massa de 1000 grãos cujo valor foi de 318,90 g. Houve diferença estatística (P<0,05) para diâmetro da espiga entre 30/11/2011 e 01/02/2012 e entre 30/11/2011 e 20/02/2012. Na semeadura de 30/11/2011, os diâmetros de espiga maior foram para os híbridos TRUCK, P3646H, P30F35H e DKB 390. O híbrido DKB Bi 9438 diferiu estatisticamente (P<0,05), para comprimento de espiga, dos demais na semeadura de 30/11/2012. A semeadura de 30/11/2011 diferiu (P<0,05) das demais épocas de semeadura para produtividade. Os híbridos favoráveis para produção em época de altos índices pluviométricos foram: DKB Bi 9438, P3646H.

Termos de indexação: cultivares, semeadura, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que apresenta alto potencial de produção. A produtividade média de milho para a safra 2015/2016 foi de 5.469 kg ha⁻¹. A baixa produtividade dos Estados do Nordeste e Norte (2.427 kg ha⁻¹) o plantio de subsistência contribui para reduzir a média nacional da produtividade (Conab, 2016).

As cultivares atuais têm características de porte mais baixa, melhor arquitetura foliar e também possuem menor massa vegetal. Devido a essas características, esses materiais exercem menores índices de sombreamento e captam melhor a luz solar (Cruz et al., 2006).

De acordo com Duarte e Paterniani (1998), a adaptação de cultivares a uma determinada região produtora varia com a época de semeadura de maneira que, em cultivos extemporâneos, as cultivares mais bem adaptadas não estão associadas com as da safra de verão. Assim, em áreas extensas a avaliação regionalizada de cultivares de milho, nos períodos de safra e safrinha, permite conhecer melhor os ambientes onde cada cultivar se sobressai e comparar suas vantagens e limitações nas diferentes regiões.

A época de semeadura promove alteração no ciclo da cultura e modifica aspectos fisiológicos e morfológicos que podem afetar os componentes de produção. Em pesquisa realizada no Brasil relacionada com o desempenho de híbridos, só algumas retratam a influência da época de semeadura nos componentes da produção de grãos, bem como a adaptação dos híbridos a uma condição de estresse hídrico (Souza et al., 2015).

Diante disso, objetivou com a presente pesquisa avaliar o desempenho de dez híbridos de milho em três épocas de semeadura na região do Vale de São Patrício, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda do IF Goiano Campus Ceres, município de Ceres, Goiás, localizada na latitude S 15° 21' 02", longitude W 49° 35' 36" e altitude de 564 m. Os valores de pluviosidade e temperatura está na **figura 1**.

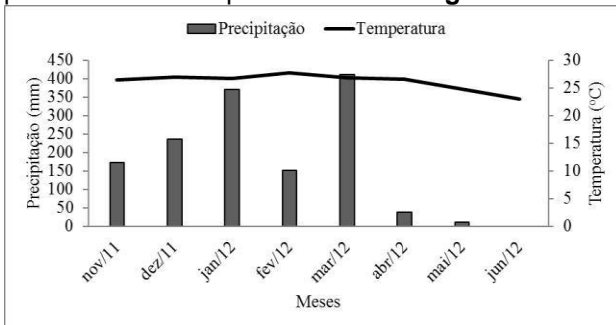


Figura 1- Precipitação e temperatura médias durante o período experimental. Fonte: estação meteorológica do IF Goiano Câmpus Ceres.

O delineamento experimental utilizado nas três épocas de semeadura foi de blocos casualizados, com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) em três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições.

Foi realizada a dessecação das plantas invasoras sete dias antes da semeadura com 3 L ha⁻¹ de glifosato. A semeadura dos experimentos foi realizada nos dias 30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012.

A adubação de semeadura foi de 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 150 kg ha⁻¹ de fósforo e 80 kg ha⁻¹ de potássio. As adubações em cobertura ocorreram quando as plantas estavam na quinta folha, distribuiu-se 40 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de potássio (20-00-20), e na oitava folha, aplicou-se 90 kg ha⁻¹ de N (ureia). Utilizou-se herbicida atrazina na dosagem de 3 L ha⁻¹ quando a cultura estava com seis folhas para controle de plantas daninhas.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros espaçadas de 0,50 m. As avaliações procederam nas duas linhas centrais das parcelas deixando 0,50 m de bordadura nas extremidades. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, respectivamente, para as três épocas.

As variáveis analisadas foram: diâmetro e comprimento da espiga, número de fileira de grãos, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade (kg ha⁻¹). A umidade dos grãos de cada parcela foi aferida, corrigida posteriormente para 13% e calculada a produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias comparadas pelo teste de ScottKnott a nível de significância de 5%. As análises foram realizadas

com software R (R Development Core Team, 2014) com o pacote easyanova (Arnhold 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa ($P>0,05$) entre híbridos e épocas de semeadura para número de fileira de grãos e massa de 1000 grãos.

O número de fileiras de grãos foi estatisticamente igual ($P>0,05$) entre as épocas de semeadura 30/11/2011 e 01/02/2012, cujos valores foram 16,10 e 16,15, respectivamente, e foi diferente ($P<0,05$) para a época 20/02/2012 que apresentou 15,58 fileiras de grãos (**Tabela 1**). A redução no número de fileiras de grãos nesta época ocorreu devido a menor disponibilidade hídrica (**Figura 1**) que ocorreu no período de florescimento.

Ocorreu diferença significativa ($P<0,05$) para a massa de mil grãos, os valores reduziram nas épocas de plantio: 344,46; 222,03 e 198,44 g, respectivamente, para 30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012. A massa de mil grãos diminuiu devido a redução de temperatura e disponibilidade hídrica (**Figura 1**) ocorrida nas semeaduras tardias formando grãos mais leves. Segundo Forsthofer et al. (2006), em semeadura tardia, o enchimento de grãos ocorre em períodos de déficit hídrico, temperaturas e radiação solar incidente menores o que limita a atividade fotossintética e a translocação de fotoassimilados das frações vegetais para os grãos. De acordo Silva et al, (1999) o efeito da semeadura tardia reduz a massa de mil grãos. Um dos fatores que influencia no menor peso específico do grão está relacionada com a redução na temperatura e na disponibilidade de água.

O híbrido DKB Bi 9438 foi estatisticamente superior ($P<0,05$) para a massa de mil grãos que os demais híbridos com massa de 318,30 g. Isto pode ter influenciado para que este híbrido alcance maior produtividade. Mendes et al. (2011) trabalharam com quatro híbridos (P30P34, FORMULA, NK7G27 e P30R50) e verificaram que o híbrido FORMULA apresentou menor massa de 1000 grãos que os demais em semeadura realizada na segunda quinzena de outubro, o mesmo pode ser observado na **Tabela 1**, este mesmo híbrido teve massa de 1000 grãos inferior ($P<0,05$) aos demais.

Os híbridos com número de fileira de grãos estatisticamente superior ($P<0,05$) foram: TRUCK, FORMULA, P30F35H, AG8088PRO, com valores entre 17,11 e 16,27 fileiras. O híbrido DKB Bi 9438 diferiu estatisticamente ($P<0,05$) dos demais híbridos para o número de fileiras de grãos com 14,11 fileiras sendo o de menor desempenho para esta variável avaliada.

Pinotti (2013) comparando cultivares em diferentes épocas de semeadura (Janeiro, fevereiro,

março), observou que o milho semeado tardiamente apresentou diâmetro do colmo e massa de mil grãos inferior ao semeado em janeiro e fevereiro.

Entre as épocas de semeadura houve diferença estatística ($P < 0,05$) para diâmetro da espiga, para todos os híbridos semeados entre 30/11/2011 e 20/02/2012 e entre as épocas de 30/11/2011 e 01/02/2012, com exceção para o híbrido FORMULA que não diferiu entre estas épocas. Não ocorreu diferença estatística ($p > 0,05$) para os híbridos AGN30A37H, AG8088PRO e DKBBi9438 para as épocas de 01/02/2012 e 20/02/2012, conforme apresentado na **Tabela 2**. Estas diferenças estão ligadas a deficiência hídrica que ocorreu a partir da semeadura de 01/02/2012, conforme **Figura 1**.

Ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre os híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos, conforme apresentado na **Tabela 2**.

Na semeadura de 30/11/2011 houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os híbridos em que, os híbridos P3646H e DKB Bi 9438 foram iguais estatisticamente ($P > 0,05$) com produtividade de 9.724 e 10.692 kg ha⁻¹, respectivamente, e diferiram ($P < 0,05$) dos demais. Na segunda e terceira época de semeadura não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os híbridos estudados, conforme a **Tabela 2**.

Ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre as épocas de semeadura para a produtividade, as maiores foram obtidas na primeira época. Na segunda e terceira época os híbridos TRUCK, FORMULA, AGN30A77H e AGN30A37H foram iguais ($P > 0,05$) e para os demais híbridos a produtividade foi maior na segunda época e menor na terceira de acordo com a **Tabela 2**. As menores produtividades na segunda e terceira época de semeadura ocorreram devido a menor disponibilidade hídrica (**Figura 1**).

CONCLUSÕES

Redigir Todos os híbridos diminuíram a produtividade nas épocas de menor índice pluviométrico. Os híbridos P3646H e DKB Bi9438 apresenta maior produtividade quando semeados em novembro.

Para as épocas de semeadura realizadas nos períodos com menor índice pluviométrico (01/02/2012 e 20/02/2012), os híbridos reduzem o seu desempenho produtivo.

A semeadura realizada no dia 30/11/2011 proporciona o melhor desempenho para todos os híbridos.

AGRADECIMENTOS

A todas as empresas que forneceram as sementes de milho híbridos.

REFERÊNCIAS

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2015/2016 – sétimo Levantamento – Abril/2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf. Acesso em 25 de abril. 2016.

CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A., ALVARENGA, R.C., GONTIJO NETO, M.M. VIANA, J.H. M., OLIVEIRA, M.F., SANTANA, D.P. 2006. **Manejo da cultura do Milho**. Circular Técnica 87: 12 p.

DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M. E. A. G. **Avaliação de cultivares de milho no Estado de São Paulo: Influência de fatores abióticos e estratificação ambiental**. Resultados do sistema IAC/CATI/Empresas 1999/2000. Campinas, Instituto Agrônomo, 2000 (Documento IAC, 69).

FORSTHOFER, E.L; SILVA, P. R. F; MINETTO, T; STRIEDER, M. L; RAMBO, L; ARGENTA, G; SANGOI, L; SUHER, E; SILVA, A. A. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; FARIA, M.V.; ALBUQUERQUE, C.J.V.; ROSÁRIO, J.G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.2, p.176-192, 2011.

PINOTTI, E. B. **Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura**. 2013. xi, 121 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2013.

R Development Core Team (2014) R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <<http://www.R-project.org/>>.

SILVA, P. R. F. da.; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho Irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.34, n.4, p.585-592, 1999.

SOUZA, R.S. et al. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.14, n.1, p.49- 60, 2015.

Tabela 1- Número de fileiras de grãos e massa de 1000 grãos. Ceres, 2012

Épocas de semadura	Nº de fileira de grãos	Massa de 1000 grãos (g)
30/11/2011	16,10 a	344,46 a
01/02/2012	16,15 a	222,03 b
20/02/2012	15,58 b	198,44 c
Híbridos	Nº. de fileira de grãos	Massa de 1000 grãos (g)
TRUCK	17,11 a	238,72 c
FORMULA	16,94 a	211,34 c
P30F53H	15,72 b	254,52 b
P3646H	15,61 b	255,40 b
P30F35H	16,27 a	246,95 b
AGN30A77H	15,78 b	270,84 b
AGN30A37H	15,22 b	257,69 b
AG8088PRO	17,05 a	228,09 c
DKB 390	15,61 b	267,90 b
DKB Bi 9438	14,11 c	318,30 a
CV (%)	6,2	9,72

Tabela 2 - Desdobramento da interação entre híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos (kg ha⁻¹)

Híbridos	Época de semeadura		
	30/11/2011	01/02/2012	20/02/2012
TRUCK	8448 aB	3872 bA	2259,84 bA
FORMULA	5896 aB	4224 bA	2735,92 bA
P30F53H	8184 aB	3960 bA	1636,80 cA
P3646H	9724 aA	4312 bA	1570,80 cA
P30F35H	7656 aB	4796 bA	2219,36 cA
AGN30A77H	7304 aB	3080 bA	2170,96 bA
AGN30A37H	7260 aB	3916 bA	2377,76 bA
AG8088PRO	6512 aB	3388 bA	1239,62 cA
DKB 390	8272 aB	4180 bA	1766,16 cA
DKB Bi 9438	10692 aA	6336 bA	1141,54 cA
CV (%)	23,61		

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são iguais pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

Componentes de produtividade de sorgo biomassa, em Dourados, MS.

Luan Marlon Ribeiro⁽¹⁾; Anna Luiza Farias dos Santos⁽¹⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽¹⁾; Ericksson Martins Leite⁽²⁾; Priscila Akemi Makino⁽³⁾; Gessí Ceccon⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, luanmarlon@hotmail.com; ⁽²⁾Mestrando em agronomia, Produção Vegetal, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS; ⁽³⁾Doutoranda em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; ⁽⁴⁾Analista-pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

RESUMO: Devido ao cenário energético atual, com a maior demanda por energia e a preocupação com as questões ambientais, o sorgo tem se destacado como uma importante fonte para a produção de energia limpa e etanol de segunda geração. Dessa forma a Embrapa vem avaliando genótipos de sorgo para a produção de biomassa, como fontes de matéria prima para a produção de energia limpa. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de massa em genótipos de sorgo biomassa, em Dourados, MS. O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, localizada nas coordenadas 22°17' S e 54°48' W a 380 m de altitude, em solo Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de 25 cultivares de sorgo biomassa, provenientes do ensaio de avaliações de cultivares de sorgo biomassa, preparado pela Embrapa Milho e Sorgo. As parcelas consistiam em 4 linhas espaçadas de 0,5 m, com 5 m de comprimento. Os resultados foram submetidos ao teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dentre as características avaliadas destaca-se os genótipos CMSXS 703, CMSXS 702 e 2015 45 B02 pela produção de massa seca de colmo, folhas e total. Os resultados deste trabalho evidenciam a existência de cultivares com alto potencial de produção para cultivo na região de Dourados.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, bioenergia, co-geração.

INTRODUÇÃO

O Brasil tende a crescer mais rápido pela demanda de energia, pois a previsão por problemas energéticos no futuro tem forçado o país a promover

produção de energia por meio da queima da biomassa (Pereira et al., 2012).

Essa biomassa para a produção de bioenergia e também etanol de segunda geração, tem sido umas das alternativas mais promissoras e ambientalmente sustentáveis para a substituição de combustíveis fósseis (Parrella et al., 2010).

Com isso a capacidade total de energia das hidroelétricas foi reduzida, e as termelétricas aumentaram em sua participação de 70%, passando de 14% em 2001, para 23,8% em 2009, no entanto 5% da matriz brasileira de geração de energia elétrica é originária da queima do bagaço da cana-de-açúcar em 313 usinas, as quais comercializam o excedente de energia, sendo a agroeletricidade o mais recente e promissor produto do agronegócio brasileiro (CONAB, 2011).

Com isso a Embrapa Milho e Sorgo vem desenvolvendo híbridos de sorgo biomassa, sensíveis ao fotoperíodo, com alto potencial produtivo e de ciclo curto, possibilitando maior produção de biomassa por hectare/ciclo em comparação às cultivares insensíveis ao fotoperíodo (Rabelo et al., 2014).

O sorgo apresenta uma grande alternativa para este fim, no Brasil o sorgo ocupa uma área de 695,2 mil há, com uma produtividade em torno de 2.673 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade de massa em genótipos de sorgo biomassa, em Dourados, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, localizada nas coordenadas 22°17' S e 54°48' W a 380 m de altitude, em solo Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa. O clima da região pela classificação de Köppen, como Am, com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados 25 genótipos de sorgo biomassa, oriundos da Embrapa Milho e Sorgo. As parcelas continham quatro linhas de cinco metros, espaçadas de 0,50 m entre si, visando a maior produtividade de biomassa.

A semeadura foi realizada em 09/12/15, em sistema plantio direto em sucessão ao feijão-caupi.

A adubação constou de 200 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20 na semeadura.

A emergência das plantas foi verificada em 15/12/15 e a colheita manual das amostras realizada em 16/03/2016.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a dessecação pré-plantio na dose de 1,08 L ha⁻¹ de equivalente ácido de *glyphosate*, e mais uma aplicação de atrazine na dose de 1,5 L ha⁻¹ aos 20 dias após a emergência da cultura.

O controle de insetos-praga foi realizado mediante a aplicação de inseticida Tiametoxam+ Lambda-Cialotrina (21,1 + 15,9 g ha⁻¹) aos dez dias após a emergência do milho.

No estádio de grãos farináceo foram avaliadas características agrônômicas: dias da emergência à floração (DEF), altura de plantas (AP), rendimento de massa verde total (RMVT), rendimento de massa seca de folha (RMSF), rendimento de massa seca de colmo (RMSC), rendimento de massa seca total (RMST), teor de massa seca de colmos (TMSC), teor de massa seca de folhas (TMSF), também foi avaliado porcentagem de folhas, porcentagem de colmo e a população entre os genótipos.

Foram cortadas rente ao solo as plantas de duas linhas centrais de dois metros. Dessa amostra retirou-se uma subamostra de cinco plantas para separação de folhas, colmos e panículas, que foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C para determinação do teor e produtividade de massa seca, total e das partes da planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou efeito significativo para dias de emergência a floração, altura de plantas, teor de massa seca de colmo, porcentagem de folhas e porcentagem de colmo.

As demais variáveis não apresentaram efeito significativo, com média de 43,7% de teor de massa seca de folhas, 235.038 kg ha⁻¹ de rendimento de massa verde total, 19.999 kg ha⁻¹ de rendimento de massa seca de folhas, 54.282 kg ha⁻¹ de rendimento de massa seca de colmo e 73.348 kg ha⁻¹ de rendimento de massa seca total.

Dias de emergência a floração, oito genótipos apresentaram o maior tempo à floração e o único genótipo BRS 655 apresentou o menor tempo à floração (Tabela 1).

A altura de plantas foi superior para os genótipos 201545B013, 201545B009, 201545B016, 201545B010, 201545B022, 201545B023, 201545B002, 201545B017, 201545B021 e CMSXS 7016, em comparação aos outros genótipos avaliados. A maior altura pode ter influenciado o rendimento desses genótipos, pois estes apresentaram rendimentos considerados bons, mesmo não havendo diferença significativa. Para Silva et al. (2014) a uma relação entre altura de plantas e produtividade, ou seja, genótipos de sorgo com maior porte apresentam maiores produtividades.

Os genótipos que foram superiores em teor de massa seca de colmo foi 201545B012, 201545B011, 201545B015, 201545B013, 201545B009, 201545B020, 201545B019, 201545B001, 201545B018, CMSXS 7027, 201545B016 e 201545B021. Estes mesmos genótipos e mais os genótipos 201545B005 e 201545B017 também apresentaram maiores porcentagem de colmo, em comparação aos outros genótipos.

Para Oliveira et al. (2009) a massa produzida pelo sorgo contem baixos teores de lignina, (entre 1% a 10%) o que confere alta qualidade à biomassa.

Com relação a porcentagem de folhas, somente 10 genótipos apresentaram superioridade, em comparação aos outros genótipos.

CONCLUSÕES

Os genótipos de sorgo destinados à produção de biomassa apresentaram maior altura e potencial para a produção de massa seca de plantas.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. A geração termelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil.: análise do desempenho da safra 2009-2010. Brasília, 2011. 157 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_24_11_44_50_perspectivas_agropecuaria_2015-16_-_produtos_verao.pdf>. Acesso em: 23 de maio 2016.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM; CONBEA 2013.

OLIVEIRA, R.; FRANÇA, A.; SILVA, A.; MIYAGI, E.; OLIVEIRA, E.; PERÓN, H. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n. 4, 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufg.emnuvens.com.br/vet/article/viewFile/541/5913>>. Acesso em: 26 de maio 2014.

PARRELLA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PEREIRA, G. A.; PARRELLA, R. A. C.; PARRELLA, N. N. L. D.; SOUSA, V. F.; SCHAFFERT, R. E.; COSTA, R. K. **Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa**. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Agosto, 2012. Águas de Lindóia, SP.

RABELO, M. M.; PARRELLA, R. A. C.; MARTINS NETTO, D. A.; SCHAFFERT, R. E.; SOUZA, V. F.; FRANÇA, A. E. D.; SILVA, M. J.; OLIVEIRA, M. S. **Avaliação de sorgo biomassa visando a produção de bioenergia**. In: 9º Congresso Internacional de Bioenergia, Outubro, 2014. São Paulo, SP.

SILVA, R. A.; PARRELLA, R. A. C.; SOUZA, V. F.; SANTOS, C. V.; RIBEIRO, P. C. O.; SILVA, M. J.; BERNARDINHO, K. C.; SCHAFFERT, R. E.; RABELO, M. M.; OLIVEIRA, M. S. **Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos experimentais de sorgo biomassa**. In: 9º Congresso Internacional de Bioenergia, Outubro, 2014. São Paulo, SP.

Tabela 1. Resultados de genótipos de sorgo biomassa, avaliados em Dourados, MS, 2015/2016. DEF: dias de emergência a floração; AP: altura de plantas; TMSF: teor de massa seca de folhas; TMSC: teor de massa seca de colmo; Folha: porcentagem de folhas; Colmo: porcentagem de colmos; RMVT: rendimento de massa verde total; RMSF: rendimento de massa seca de folha; RMSC: rendimento de massa seca de colmo e RMST: rendimento de massa seca total.

Genótipos	DEF	AP	TMSF ^{ns}	TMSC	Folha	Colmo	RMVT ^{ns}	RMSF ^{ns}	RMSC ^{ns}	RMST ^{ns}
		m	.....%.....				.....kg ha ⁻¹			
BRS 655	118,0 d	2,0 c	31,6	23,0	b 22,3	a 77,9	b 168.066	11.582	30.233	41.816
201545B012	126,0 c	4,3 b	42,0	30,0	a 19,3	b 80,7	a 248.266	19.709	59.958	79.667
201545B011	126,0 c	4,4 b	56,3	32,0	a 17,0	b 82,9	a 185.450	18.879	49.451	68.330
201545B015	126,0 c	4,4 b	45,0	29,3	a 17,6	b 82,2	a 224.466	18.306	55.079	73.386
201545B013	126,0 c	4,7 a	53,0	31,0	a 18,6	b 81,3	a 198.400	19.626	50.658	70.285
CMSXS 7031	127,0 c	4,1 b	43,6	26,3	b 21,0	a 78,8	b 267.700	24.248	55.239	79.486
201545B009	128,0 c	4,8 a	46,6	33,3	a 18,0	b 82,1	a 215.433	17.694	59.775	77.469
201545B005	130,0 b	4,4 b	46,0	28,0	b 19,3	b 80,6	a 240.333	21.200	54.529	75.729
201545B020	130,3 b	4,2 b	48,6	33,0	a 18,6	b 81,1	a 203.400	18.377	54.635	73.012
201545B019	130,6 b	4,2 b	44,6	29,0	a 19,0	b 81,1	a 234.733	19.382	54.171	56.887
201545B003	130,6 b	4,3 b	41,6	27,6	b 22,6	a 77,4	b 278.966	25.506	60.946	86.453
201545B001	131,0 b	4,4 b	41,0	29,3	a 18,0	b 82,1	a 229.566	16.579	55.166	71.745
201545B018	132,0 b	4,4 b	41,0	29,6	a 19,3	b 80,6	a 239.233	18.567	57.373	75.940
CMSXS 7027	132,0 b	4,4 b	42,6	29,6	a 18,6	b 81,3	a 265.800	20.985	63.816	84.802
201545B016	132,0 b	4,8 a	44,6	29,6	a 17,0	b 82,7	a 243.533	18.810	59.663	78.474
201545B010	132,3 b	4,5 a	39,6	26,6	b 20,0	a 80,0	b 232.966	18.656	50.122	68.779
201545B004	132,3 b	4,0 b	46,3	27,3	b 21,6	a 78,2	b 225.233	23.048	48.308	71.357
201545B022	134,3 a	4,8 a	42,3	28,0	b 20,6	a 79,3	b 246.133	21.526	54.665	76.191
201545B023	134,6 a	4,6 a	42,6	28,0	b 19,3	b 80,3	a 261.433	21.782	59.330	81.113
201545B002	135,3 a	4,6 a	35,6	26,6	b 20,3	a 79,4	b 256.466	18.623	54.568	73.191
201545B014	135,3 a	4,4 b	42,0	27,0	b 20,6	a 79,5	b 211.766	18.032	46.515	64.547
201545B017	136,0 a	4,5 a	45,6	28,0	b 19,6	b 80,3	a 270.533	25.103	61.052	79.488
201545B021	136,0 a	4,5 a	49,0	31,3	a 17,0	b 82,9	a 246.266	20.960	62.888	83.848
BRS 716	137,0 a	4,4 b	40,6	26,6	b 21,6	a 78,1	b 227.466	19.714	48.007	67.722
CMSXS 7016	137,0 a	4,5 a	40,6	25,6	b 22,3	a 77,7	b 254.333	23.076	50.901	73.977
Média Geral	131,0	4,3	43,7	28,6	19,6	80,3	235.038	19.999	54.282	73.348
C.V.%	1,2	5,2	11,5	7,8	10,9	2,5	18,7	21,3	21,3	18,0

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Componentes de rendimento e produtividade de grãos de híbridos simples de milho transgênico no sul e leste maranhense

Milton José Cardoso⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁽²⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽³⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽³⁾; Leonardo Melo Pereira da Rocha⁽⁴⁾.

MP02: 02.14.16.003.00.07; 04.14.16.003.00.03

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Meio-Norte; Teresina, Piauí; milton.cardoso@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Tabuleiros Costeiros; Aracaju, Sergipe; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais.

RESUMO: O manejo correto de sistemas de cultivos de milho transgênicos merece atenção por parte dos agricultores e técnicos envolvidos no processo produtivo, para torná-lo, sustentável. O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento produtivo de 17 híbridos simples (HS) transgênicos de milho, na safra 2014/2015, em regiões do sul (São Raimundo das Mangabeiras) e leste maranhense (Magalhães de Almeida). Foi detectada efeito ($P < 0,01$) da interação genótipo x ambiente e o teste de Scott-Nott ($P < 0,05$) identificou, em ambos os ambientes, dois grupos: O grupo A com 15 HS, no sul maranhense, apresentando produtividade média de grãos (PG) superior a 9.000 kg ha^{-1} e o grupo B com dois HS com PG superior a 8.000 kg ha^{-1} . No leste maranhense o grupo A está composto por 11 HS com PG superior a 7.000 kg ha^{-1} e o grupo B com seis HS com PG superior a 6.700 kg ha^{-1} . Os componentes de produção número de grãos por área e peso de grãos por espiga são os que mais correlacionam-se com a produtividade de grãos e contribuem para diferenciar os HS.

Termos de indexação: *Zea mays*, cultivar, cerrado

INTRODUÇÃO

Na região do Matopiba o ambiente oferece limitações que tornam obrigatórios altos investimentos em tecnologia. O milho é um das fontes mais importantes de alimentos no mundo, além de ser matéria-prima básica para a produção de diversos outros tipos de alimento.

Nos últimos anos, os insetos têm contribuído para uma limitação na produção de milho no Brasil, especialmente os da ordem

Lepidoptera (*Spodoptera frugiperda*, *Heliotis zea*, *Heliotis armigera*). Com o advento da biotecnologia foi desenvolvida uma nova metodologia de controle de pragas, que consiste nas plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos (Armstrong et al., 1995). Anteriormente à introdução das tecnologias transgênicas, dois grandes fatores aumentavam sua importância no cultivo do milho no Brasil e no mundo: a alta dependência dos defensivos e o crescente índice de resistência de insetos, com a necessidade de cada vez maior de aplicações e maiores doses. Os resultados eram o aumento de custos de produção e a menor produtividade das culturas. Portanto, o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas oferece o potencial de incrementar o rendimento agrícola, diminuir o uso de agrotóxico, aumentar o valor nutricional de plantas, entre outras, de forma a melhorar as condições de vida e desenvolvimento humano.

No geral, os resultados obtidos com a introdução da biotecnologia na produção de milho em muitos países indicam resultados positivos, reduzindo os custos médios de produção. Gruère et al. (2007) analisaram diversos trabalhos que mostravam os efeitos na produtividade do milho quando estes apresentavam o gene de resistência a insetos, além dos efeitos na redução de utilização de insumos. O efeito no rendimento variou entre 5% e 34% na produtividade da cultura de milho transgênico, além de uma diminuição de defensivos que chegou a 31,4%. Ozelame & Andreatta (2013), demonstraram uma produtividade de grãos de 155 sacas ha^{-1} para o milho híbrido convencional e 165,68 sc ha^{-1} para o milho *Bt*.

Nesse estudo objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de 17 híbridos simples de milho transgênico no sul e leste maranhense.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 17 híbridos simples transgênicos (Tabela 1) de milho no estado do Maranhão (regiões sul e leste maranhense) na safra 2014/2015. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com duas repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m com 0,20 m entre covas, nas fileiras. Foram semeadas duas plantas por cova, deixando-se uma planta por cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral correspondendo a uma área útil de 8,0 m². As adubações foram realizadas de acordo com os resultados das análises de solo de cada área experimental e da exigência nutricional da cultura.

O ensaio do leste maranhense foi semeado em 12/02/2015 e a colheita em 03/06/2015 com precipitação pluviométrica de 703 mm sendo fevereiro (262 mm com 12 dias sem chuva), março (227 mm com 17 dias sem chuva), abril (148 mm com 20 dias sem chuva) e maio (66 mm com 22 dias sem chuva). A floração ocorreu entre os dias 02 a 06/04/2015 sendo observado estresse hídrico nessa fase e no enchimento de espiga. O ensaio do sul maranhense foi semeado em 11/12/2014 e colhido em 30/04/2015. A precipitação durante o ciclo foi de 902,2 mm distribuída nos meses de dezembro/2014 (110,5 mm com 12 dias em chuva), janeiro/2015 (194,6 mm com 10 dias sem chuva), fevereiro (179,5 mm com 12 dias sem chuva), março (207,4 mm com 14 dias sem chuva) e abril (210,2 mm com 16 sem chuva) não sendo observado estresse hídrico que comprometessem o rendimento da cultura.

Tabela 1 - Características de 17 híbridos simples transgênicos de milho comercial. Região sul e leste maranhense. Safra 2014/2015

Híbrido	Tipo	Ciclo	Textura	Empresa
P 2830 H	HS	SP	SMDURO	1
CD 3715 PRO	HS	P	SMDURO	2
MG 652 PW	HSm	P	SMDURO	3
30 A 37 PW	HS	SP	SMDURO	3
P 3646 YH	HS	P	SMDURO	4
MG 300PW	HSm	SP	SMDURO	3
2 B 610 PW	HS	P	SMDENTADO	5
2 B 710 PW	HS	P	SMDURO	5
2 B 604 PW	HSm	P	SMDURO	5
LG 6304 PRO	HSm	P	SMDURO	6
P 3844 H	HS	P	SMDURO	4
2 B 810 PW	HS	N	SMDURO	5
30 A 16 PW	HS	P	SMDURO	3
NS 90 PRO2	HS	P	SMDURO	7
30 S 31 YH	HS	P	SMDURO	4
NS 92 PRO	HS	P	SMDURO	7

LG 6030 PRO HS P SMDURO 6

HS: híbrido simples; HSm: híbrido simples modificado; SP: superpecoce; P: Precoce; N: Normal; SMDURO: Semi duro; SMDENTADO: Semi dentado; 1: DU PONT DO BRASIL S.A.; 2: COODETEC; 3: MORGAN SEMENTES; 4: DU PONT DO BRASIL; 5: DOW AGROCIÊNCIAS SE E BIOTECNOLOGIA; 6: LIMAGRAIN GUERRA; 7: NIDERA SEMENTES LTDA

Os dados, considerando a área útil (8,0 m²), de produtividade de grãos (corrigidos para 14 % umidade), das alturas de planta (em cm medida do solo a inserção do pendão) e de espiga (em cm medida do solo a base da espiga superior), peso de grãos por espiga (em g obtido pela relação entre o peso de grãos e o número de espiga), número de grãos por área (m²) - obtido pela fórmula: $NGM2 = (100 * PGM2) / PCG$, onde PGM2 foi obtido pela relação entre o peso de grãos e a área útil da parcela 8,0 m² e PCG é o peso de cem grãos (média de cinco amostra de cem grãos), rendimento de grãos por espiga (obtido pela relação entre o peso de grãos das espigas e o peso de espigas despalhadas), de cada ambiente, foram submetidos à análise de variância obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Depois de verificada a homogeneidade de variância realizou-se a análise conjunta. Variâncias residuais foram consideradas homogêneas quando a taxa entre o maior e menor valor foi inferior a 7 (Barbosa & Maldonado, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação genótipo x ambiente foi significativa ($P < 0,01$) mostrando diferença entre os ambientes e os genótipos. A significância dessa interação revela também a existência de diferenças entre os 17 híbridos simples transgênicos, quanto aos seus componentes lineares frente aos ambientes estudados.

Os híbridos no ambiente sul maranhense produziram, relativamente, 25,9 % mais grãos em relação aos submetidos ao ambiente do leste maranhense (Tabelas 2 e 3). Provavelmente, uma das causas que contribuiu para o decréscimo na produtividade de grãos foram as deficiências hídricas ocorridas (leste maranhense) durante as fases do florescimento e do enchimento de espiga da cultura (Bergamaschi & Matzenauer, 2014).

Em ambos os ambientes foram identificados dois grupos de híbridos simples transgênicos o grupo A com 15 híbridos no sul maranhense e 11 no leste maranhense e o grupo B com dois e seis híbridos, respectivamente, nos dois ambientes.

Com produtividade de grãos acima de 10.000 kg ha⁻¹ destacaram-se os genótipos 30 A 16 PW, 30 S 31 YH, NS 90 PRO2, 2 B 810 PW (sul maranhense) e com produtividade de grãos acima

de 8.000 kg ha⁻¹ os 30 A 37 PW, 2 B 610 PW, 2 B 710 PW, 2 B 604 PW, 2 B 810 PW, NS 92 PRO, LG 6030 PRO (leste maranhense). Os componentes de produção que mais correlacionaram-se com a produtividade de grãos foram o número de grãos por área com valor de 0,91 (p<0,01) e peso de grãos por espiga com 0,89 (p<0,89).

Tabela 2 - Dados médios da altura da planta (AP em cm), altura da espiga (AE em cm), peso de grãos por espiga (PGE em g), número de grãos por área (NGM), rendimento de grãos por espiga (RGE), peso de cem grãos (PCG em g) e produtividade de grãos (PGHA em kg ha⁻¹) de 17 híbridos simples transgênicos de milho no município de São Raimundo das Mangabeiras (sul maranhense). Embrapa Meio-Norte. Safra 2014/2015.

HÍBRIDO	AP	AE	PGE	NGM	RGE	PCG	PGHA
P 2830 H	236	119 b	110	2.486	0,87	34 b	8.493 b
CD 3715 PRO	241	125 a	124	2.488	0,87	37 b	9.285 a
MG 652 PW	239	121 b	117	2.324	0,87	42 a	9.407 a
30 A 37 PW	238	121 b	116	2.327	0,88	40 a	9.284 a
P 3646 YH	234	124 a	13	2.592	0,86	37 b	9.684 a
MG 300PW	239	126 a	102	2.161	0,88	36 b	8.23 b
2 B 610 PW	236	124 a	115	2.366	0,88	40 a	9.471a
2 B 710 PW	239	126 a	109	2.592	0,87	36 b	9.319 a
2 B 604 PW	240	125 a	97	2.461	0,87	36 b	8.924 a
LG 6304 PRO	240	126 a	110	2.411	0,86	36 b	9.008 a
P 3844 H	230	121 b	124	2.843	0,87	37 b	10.429 a
2 B 810 PW	234	122 b	119	2.868	0,87	36 b	10.171 a
30 A 16 PW	235	120 b	127	2.986	0,88	37 b	10.826 a
NS 90 PRO2	238	116 b	124	2.790	0,87	37 b	10.234 a
30 S 31 YH	237	117 b	124	2.698	0,86	38 b	10.343 a
NS 92 PRO	234	120 b	120	2.513	0,89	38 b	9.598 a
LG 6030 PRO	233	114 b	119	2.498	0,90	37 b	9.063 a
MÉDIA	237	122	116	2.549	0,87	37	9.515
CV(%)	2,49	4,01	12,27	7,05	1,91	6,20	10,8
TRAT(T)	ns	*	ns	ns	ns	**	**

**; * respectivamente, significativo ao nível de 1% e 5% e ns não significativo pelo teste de Scott-Nott. A interação genótipo x ambiente foi significativa a 1% pelo teste F.

Tabela 3 - Dados médios da altura da planta (AP em cm), altura da espiga (AE em cm), peso de grãos por espiga (PGE em g), número de grãos por área (NGM2), rendimento de grãos por espiga (RGE), peso de cem grãos (PCG em g) e produtividade de grãos (em kg ha⁻¹) de 17 híbridos simples transgênicos de milho no município de Magalhães de Almeida (leste maranhense). Embrapa Meio-Norte. Safra 2014/2015.

HÍBRIDO	AP	AE	PGE	NGM2	RGE	PCG	PGHA
P 2830 H	194 b	68 b	136 a	2.154 a	0,86 b	35 b	7.594 a
CD 3715 PRO	200 b	95 a	118 b	1.790 b	0,82 d	37 a	6.701 b
MG 652 PW	188 c	92 a	125 b	1.915 b	0,84 c	38 a	7.004 b
30 A 37 PW	168 d	75 b	149 a	2.335 a	0,88 a	36 b	8.301 a
P 3646 YH	170 d	72 b	107 b	1.587 b	0,83 c	36 b	5.674 b
MG 300PW	181 c	68 b	136 a	2.173 a	0,85 b	36 b	7.790 a
2 B 610 PW	198 b	86 a	150 a	2.411 a	0,87 a	35 b	8.501 a
2 B 710 PW	188 c	74 b	145 a	2.472 a	0,86 b	34 b	8.301 a
2 B 604 PW	201 b	83 a	152 a	2.291 a	0,84 c	36 a	8.347 a
LG 6304 PRO	198 b	83 a	119 b	2.017 b	0,82 d	33 b	6.620 b
P 3844 H	193 b	76 b	124 b	1.937 b	0,82 d	35 b	6.840 b
2 B 810 PW	174 d	68 b	144 a	2.311 a	0,85 b	37 a	8.246 a
30 A 16 PW	193 b	83 a	137 a	2.207 a	0,84 c	35 b	7.740 a
NS 90 PRO2	194 b	91 a	130 b	1.928 b	0,86 b	39 a	7.444 a
30 S 31 YH	212 a	90 a	120 b	1.905 b	0,80 e	35 b	6.705 b
NS 92 PRO	224 a	95 a	147 a	2.345 a	0,87 a	36 b	8.386 a
LG 6030 PRO	209 a	99 b	149 a	2.331 a	0,88 a	36 b	8.280 a
MÉDIA	193	82	135	2.117	0,85	36	7.557
CV(%)	6,09	11,70	11,11	6,10	1,52	3,92	12,22
TRAT(T)	**	**	**	**	**	**	**

** significativo ao nível de 1% pelo teste de Scott-Nott. A interação genótipo x ambiente foi significativa a 1% pelo teste F.

CONCLUSÕES

Genótipos de milho mostram comportamento diferenciado quando cultivados em ambientes do sul e leste maranhense.

Os híbridos 30 A 16 PW, 30 S 31 YH, NS 90 P Pro2, 2 B 810 PW, no sul maranhense, destacam-se com produtividade de grãos acima de 10.000 kg ha⁻¹.

Os híbridos 30 A 37 PW, 2 B 610 PW, 2 B 710 PW, 2 B 604 PW, 2 B 810 PW, NS 92 PRO, LG 6030 PRO destacam-se, no leste maranhense, com produtividade de grãos acima de 8.000 kg ha⁻¹.

Os componentes de rendimento números de grãos por área e o peso de grãos por espiga correlacionam-se melhor com a produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao técnico José Anchieta Fontenele e ao assistente Antonio Vieira Paz pelas contribuições nas instalações e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, C.L.; PARKER, G.B.; PERSHING, J.C.; BROWN, S.M.; SANDERS, P.R.; DUNCAN, D.R.; STONE, T.; DEAN, D.A.; DEBOER, D.L.; HART, J.; HOWE, A.R.; MORRISH, F.M.; PAJEAU, M.E.; PETERSEN, W.L.; REICH, J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C.G.; SATO, S.J.; SCHULER, W.; SIMS, S.R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L.J.; FROMM, M.E. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. **Crop Science**, Madison, v.35, p.550-557, 1995.

BARBOSA, J.C.; MALDORADO JÚNIOR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análise estatísticas de ensaios agrônômicos. **Jaboticabal: Gráfica Multipress LTDA**, 2015. 396 p.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. Porto Alegre: EMATER/RS-Ascar, 2014. 84 p.

GRUÈRE, G.; BOUET, A.; MEVEL, S. Genetically modified food and international trade. Washington: International Food Policy Research Institute, Dec. 2007. 60p. (IFPRI Discussion Paper, 00740).

OZELAME, O.; ANDREATTA, T. Avaliação do desenvolvimento técnico e econômico: um estudo



compartivo entreo milho híbrido e o milho Bt. **Custos e @gronigócio on line**, v. 9, n.2, 2013. Disponível em www.custoseagronegocioonline.com.br



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Comportamento de híbridos de milho transgênico e convencional em ambientes do Meio-Norte brasileiro*

Milton José Cardoso⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁽²⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽³⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽³⁾; Leonardo Melo Pereira da Rocha⁽⁴⁾.

* MP02: 02.14.16.003.00.07; 04.14.16.003.00.03

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Meio-Norte; Teresina, Piauí; milton.cardoso@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Tabuleiros Costeiros; Aracaju, Sergipe; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais.

RESUMO: O manejo adequado de cultivos de milho seja convencional ou transgênico merece atenção por parte dos agricultores e técnicos envolvidos no processo produtivo, para torná-lo, sustentável. O objetivo desse trabalho foi avaliar vinte e seis híbridos sendo 11 simples (HS), cinco duplo (HD) e 6 triplo (HT) de milho sendo 16 transgênicos e dez convencionais na safra 2014/2015 em três ambientes do Meio-Norte brasileiro. Houve efeito ($P < 0,05$) da interação híbrido x ambiente sendo as médias gerais por ambiente de 9.604 kg ha^{-1} (São Raimundo das Mangabeiras, MA), 8.843 kg ha^{-1} (Teresina, PI) e 6.186 kg ha^{-1} (Magalhães de Almeida, MA). Na média dos ambientes dez genótipos produziram acima da média geral (8.211 kg ha^{-1}) e seis com produtividade de grãos superior a 9.000 kg ha^{-1} com destaque para o híbrido simples transgênico 2 B 707 PW com $10.208 \text{ kg ha}^{-1}$. Os híbridos transgênicos produziram mais grãos em relação aos híbridos convencionais sendo que, no geral, a produtividade de grãos seguiu a sequência HS>HT>HD. Os componentes de rendimentos peso de grãos por espiga ($0,90$; $P < 0,01$) e número de grãos por área ($0,95$; $P < 0,01$) foram os que mais correlacionaram com a produtividade de grãos.

Termos de indexação: *Zea mays*, cultivar, produtividade de grãos.

INTRODUÇÃO

As implicações agrônomicas da maior exposição da cultura do milho ao estresse ambiental com o aumento da área plantada em diferentes regiões e com diferentes níveis de tecnologia aplicadas, aliados ao aumento de pragas e doenças, têm se constituído em um grande desafio para as instituições públicas e privadas de pesquisa na geração de tecnologias adequadas para a

solução dos problemas advindos dos deslocamentos espaços-temporais que vem sofrendo a cultura do milho (Tsunechiro & Godoy, 2001). A busca atual é para maximizar produtividade das lavouras e o valor nutritivo de cada variedade ou híbrido de milho, a fim de continuar obtendo-se a sustentabilidade no meio rural (Gomes et al., 2002).

Atualmente, em muitos países, produtores empresariais e familiares usufruem dos benefícios do milho desenvolvido pela Biotecnologia, também chamado de geneticamente modificado (GM) e apresentam maior competitividade, principalmente considerando a diminuição do número de aplicações de agroquímicos (Qaim & Matuschke, 2005). Segundo James (2003a e 2003b), experimentos em campo realizados no Brasil obtiveram um ganho médio em produtividade para o milho *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) em torno de 16% a 24% quando comparado ao milho convencional. Na Argentina, James (2003a) analisou que a produtividade de milho *Bt* foi em média 10% superior que às plantas de milho convencional. Estudos realizados no cinturão do milho nos Estados Unidos avaliando o impacto do milho *Bt* verificaram um ganho em produtividade das plantas transgênicas na ordem de 5 a 12 % (Marra et al., 2002).

Segundo Borchgrave (2002), a adoção do milho geneticamente modificado, os produtores contariam com um aumento de 5% na produtividade e economizariam 50% em inseticidas. Os resultados demonstram que a adoção do milho *Bt* contendo a proteína Cry1A₁ (utilizada no milho contendo a tecnologia TL e YG) melhora o acesso dos produtores à tecnologia para controle das principais pragas, a eliminação das pragas melhora a produtividade do milho, e elimina a necessidade de uso de inseticidas para controlar as principais pragas que afetam a cultura, diminuindo os impactos ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento produtivo de híbridos de milho transgênico e convencional no Meio-Norte brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 26 híbridos de milho (16 transgênicos e 10 convencionais) sendo 11 simples, cinco duplo e 6 triplo de milho, Tabela 1, nos estados do Maranhão (regiões sul e leste maranhense) e do Piauí (região centro norte piauiense) na safra 2014/2015. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com duas repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m com 0,20 m entre covas, nas fileiras. Foram semeadas duas sementes por cova, deixando-se uma planta por cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral correspondendo a uma área útil de 8,0 m². As adubações foram realizadas de acordo com os resultados das análises de solo de cada área experimental.

A análise de variância conjunta obedeceu ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os dados de produtividade de grãos (14 % umidade), índice de espiga, número de espiga por área (NEM2), número de grãos por espiga (NGE), Número de grãos m⁻² (NGM2), peso de grãos espiga⁻¹ (PGE) e peso de cem grãos (PCG) de cada ambiente, foram submetidos à análise de variância obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Depois de verificada a homogeneidade de variância realizou-se a análise conjunta. Variâncias residuais foram consideradas homogêneas quando a taxa entre o maior e menor valor foi inferior a 7. Consideraram-se aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo o efeito de híbridos (Barbosa & Maldorado, 2015).

Tabela 1 - Características de vinte e seis híbridos comerciais transgênicos e convencionais de milho. Região Meio-Norte brasileira. Safra 2014/2015.

Híbrido	T/C	Tipo	Ciclo	Textura	Empresa
XB 8030	C	HD	P	D	1
2 B 707 PW	T	HS	P	SMD	2
30 K 75 Y	T	HSm	P	SMD	3
XB 8018 (30)	C	HD	P	D	1
STATUS VIP3	T	HS	P	D	4
XB 8010	C	HD	P	D	1
BR 206	C	HD	P	SMD	5

XB 7253	C	HT	P	D	1
2 B 433 PW	T	HT	SP	SMDE	2
BRS 3040	C	HT	P	DE	5
FEROZ VIP	T	HD	P	D	4
CD 364 HX	T	HT	P	SMD	6
20 A 78 PW	T	HT	SP	SMDE	3
30 F 53 YH	T	HS	P	SMD	3
BRS 1055	C	HS	SMP	SMT	5
30 A 91 PW	T	HSm	P	SMD	7
BRS 3025	C	HT	P	SMDE	5
IMPACTO VIP	T	HS	P	D	4
2 B 688 PW	T	HT	P	SMD	2
GARRA VIP	T	HT	P	D	4
30 F 35 YH	T	HS	P	SMD	3
P 4285 YH	T	HS	P	D	3
BRS 3035	C	HT	SP	SMDE	5
2 B 587 PW	T	HS	P	SMDE	2
SOMA VIP	T	HSm	P	D	4
X B 7116	C	HT	P	SMD	1

1: Semeali; 2: Dow Agrociências; 3: Du Pont do Brasil; 4: Sygenta Seeds; 5: Embrapa; 6: Coodect; 7: Morgan; C: convencional; T: transgênico; HS: híbrido simples; HSm: híbrido simples modificado; HD: híbrido duplo; HT: híbrido triplo; SP: superprecoce; P: precoce; SMP: semiprecoce; D: duro; DE: dentado; SMD: semiduro e SMDE: semidentado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação híbrido x ambiente foi significativa ($P < 0,01$) mostrando comportamento diferenciados dos híbridos nos ambientes. As médias gerais de produtividade de grãos foram, respectivamente, de 9.604 kg ha⁻¹, 8.843 kg ha⁻¹ e 6.186 kg ha⁻¹, nos ambientes 1 (São Raimundo das Mangabeiras, MA), 2 (Magalhães de Almeida, MA) e 3 (Teresina, PI), Tabela 2. Os híbridos transgênicos produziram ($P < 0,01$) mais grãos em relação aos híbridos convencionais resultados esses similares aos obtidos em outros trabalhos (Carvalho et al., 2010; Werle et al., 2011; Nais et al., 2013; Cardoso, et al. 2014).

Tabela 2 - Produtividade de grãos de 26 híbridos de milho em municípios do centro-norte piauiense, sul e leste maranhense. Embrapa Meio-Norte, safra 2014/2015.

CV	Tipo	C/T	THE	SRM	MA	CONJ
XB 8030	HD	C	7.584 c	7.811 c	4.616 c	6.670
	HS	T	10.964 a	11.553 a	8.107 a	10.208
2 B 707 PW	HSm	T	8.635 c	9.358 c	6.112 b	8.035
30 K 75 Y						

Genótipo	Híbrido	Tratamento	IE	NEM2	NGE	NGM2	PCG
XB 8018 (30)	HD	C	8.428 c	8.970 c	5.315 c	7.571	
	HS	T	9.958 b	9.836 b	6.498 b	8.764	
STATUS VIP3	HD	C	7.446 c	9.000 c	5.665 c	7.370	
XB 8010	HD	C	79.875 c	8.474 c	5.717 c	7.389	
	HT	C	8.162 c	10.195 b	5.524 c	7.960	
BR 206	HT	T	9.725 b	10.789 b	7.637 a	9.384	
XB 7253	HT	C	7.859 c	8.900 c	5.362 c	7.374	
	C	T	8.989 c	8.515 c	6.260 b	7.921	
2 B 433 PW	HT	T	8.210 c	8.514 c	4.785 c	7.170	
BRS 3040	HT	T	10.834 a	11.968 a	6.295 b	9.699	
	HS	T	10.102 b	10.767 b	5.957 b	8.942	
FEROZ VIP	HS	C	8.479 c	9.070 c	5.710 c	7.753	
	HSm	T	10.928 a	10.546 b	7.742 a	9.739	
CD 364 HX	HT	C	7.732 c	8.419 c	6.311 b	7.487	
	HS	T	9.820 b	9.071 c	6.122 b	8.338	
20 A 78 PW	HT	T	8.535 c	10.103 b	5.518 c	8.052	
30 F 53 YH	HT	T	8.550 c	9.158 c	4.734 c	7.481	
	HS	T	10.285 b	11.938 a	6.679 b	9.634	
BRS 1055	HS	T	8.265 c	10.067 b	7.505 a	8.612	
	HT	C	6.977 c	8.322 c	5.149 c	6.816	
30 A 91 PW	HS	T	9.381 b	10.678 b	8.551 a	9.567	
	HSm	T	8.089 c	8.496 c	7.511 a	8.032	
BRS 3025	HT	C	8.014 c	9.183 c	5.449 c	7.549	
	HS						
IMPACTO VIP	HT	T					
2 B 688 PW	HT	T					
GARRA VIP	HS	T					
30 F 35 YH	HS	T					
P 4285 YH	HT	T					
BRS 3035	HS	C					
2 B 587 PW	HS	T					
SOMA VIP	HSm	T					
X B 7116	HT	C					
Média			8.843	9.604	6.186	8.211	
Trat(T)			8,88	9,52	11,36	9,81	
Amb(B)			**	**	**	**	
Teste F			*	ns	ns	ns	

HS: híbrido simples; HSm: híbrido simples modificado; HD: híbrido duplo; HT: híbrido triplo; C: convencional; T: transgênico *e** respectivamente, significativo a 5% e 1% pelo teste de Scott-Nott

No geral a resposta dos híbridos em relação a produtividade de grãos seguiu a série HS>HT>HD, sendo os componentes de rendimentos NEM2 e PGE as principais causas por essas diferenças e que mais correlacionaram-se com a produtividade de grãos: 0,95; P<0,01(NEM2) e 0,90; P<0,01 (PGE) (Tabela 3).

Tabela 3 - Produtividade de grãos e componentes de rendimento de híbridos (HI) de milho convencionais e transgênico em municípios do centro norte piauiense, sul e leste maranhense. Embrapa Meio-Norte, safra 2014/2015.

HI	IE	NEM2	NGE	NGM2	PGE	PCG
----	----	------	-----	------	-----	-----

Genótipo	Híbrido	Tratamento	IE	NEM2	NGE	NGM2	PCG	
HC	HT	C	0,97 b	6,61 b	328 b	2.169 b	119 b	36,39 a
	HT	C	1,00 a	6,79 a	390 a	2.653 a	139 a	35,66 b
SRM								
HC	HT	C	0,97 b	7,26 b	328 b	2.377 b	122 b	37,05 a
	HT	C	1,00 a	7,74 a	352 a	2.723 a	130 a	37,04 a
MA								
HC	HT	C	1,00 a	5,33 b	288 b	1.532 b	103 b	35,73 a
	HT	C	0,99 a	5,45 a	340 a	1.856 a	121 a	35,35 a

THE: Teresina, PI; SRM: São Raimundo das Mangabeiras, MA; MA: Magalhães de Almeida, MA; HC: híbrido convencional; HT: híbrido transgênico; IE: índice de espiga; NEM2: número de espiga por área; PGE: peso de grãos por espiga e PCG: peso de cem grãos.

Os componentes de rendimentos peso de grãos por espiga (0,90; P<0,01) e número de grãos por área (0,95; P<0,01) foram os que mais se correlacionaram com a produtividade de grãos.

CONCLUSÕES

Os híbridos transgênicos produzem mais grãos em relação aos híbridos convencionais.

Os componentes de rendimentos peso de grãos por espiga e número de grãos por área são os que mais se correlacionam com a produtividade de grãos.

Os híbridos simples produzem mais grãos em relação aos híbridos triplos e híbridos duplos e os híbridos triplos mais que os híbridos duplos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao técnico José Anchieta Fontenele e ao assistente Antonio Vieira Paz pela contribuição nas instalações e condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.C.; MALDORADO JÚNIOR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análise estatísticas de ensaios agrônomicos. **Jabotical: Gráfica Multipress LTDA**, 2015. 396 p.
- BORCHGRAVE, R. Cientista belga defende transgênicos para o Brasil. São Paulo: CIB, 2002. Disponível em: <http://www.cib.org.br/>. Acesso em: 20 Jan. 2010.
- CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L.; PACHECO, C.A.P.; GUIMARÃES, P.E.O.; ROCHA, L.M.P. Eficiência do uso da água e produtividade de grãos de híbridos simples e triplos transgênicos de milho no centro norte piauiense. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campo Grande, MT, 2014. **Resumo Simples, MT: SBEA/UFMT**, 2014

CARVALHO, R.O.; CRISÓSTOMO, R. de P.; NORONHA, C.M.; Análise de custo de produtividade: Milho

transgênico x milho convencional. IN: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28, Goiânia, 2010. **Resumo Expandido**: Goiânia/UFGO/ABMS/Embrapa Milho e Sorgo. 2010. CD ROOM.

GOMES, M.S.; PINHO, R.G.V.; OLIVEIRA, J.S.; RAMALHO, M.A.P.; VIANA, A.C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca e degradabilidade ruminal de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p. 83-90, 2002.

JAMES, C. *Biotech corn can boost yields to help growing world food demands*. Ithaca, NY: **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications**. 2003a

JAMES, C. *Global status of commercialized transgenic crops: 2003*. Ithaca, NY: **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications**. 2003b

MARRA, M.C.; PARDEY, P.; ALSTON, J.. The payoffs to transgenic field crops: an assessment of the evidence. **AgBioForum**, v. 5, p. 43-50. 2002

NAIS, J.; BUSOLI, A.C.; MICHELOTTO, M.D. Competição de híbridos de milho transgênico e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação a infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1727) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivo Instituto Biológico**, v.80, n.2, p.159-167. 2013.

QAIM, M.; MATUSCHKE, I. Impacts of genetically modified crops in developing countries: A survey. **Quarterly Journal of International Agriculture**, v.44, p.207-217, 2005.

TSUNECHIRO, A.; GODOY, R.C.B. Histórico e perspectivas do milho safrinha no Brasil. In: SHIOGA, P.S.; BARROS, A.S. R. **A cultura do milho safrinha**. Londrina: IAPAR, 2001.

WERLE, A.J.K.; NOCOGY, R.J.; SANTGOS, F.; BORSOI, A.; SECCO, D. Avaliação de híbridos de milho convencional e transgênico (Bt), com diferentes aplicação de inseticida, safrinha 2010. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, p.150-168, 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Conseqüências do Atraso na Colheita Sobre o Desempenho Agronômico de Híbridos de Milho

Fernando Panison¹; Luis Sangoi²; Ramon Voss¹; Leonardo Dalligna³; Matheus Dalligna³; Vander Oliveira³

⁽¹⁾ Acadêmicos do programa de pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages, SC. E-mail: fernandopanison@hotmail.com, ramonez@hotmail.com

⁽²⁾ Professor do Departamento de Agronomia da UDESC, bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. E-mail: luis.sangoi@udesc.br

⁽³⁾ Acadêmicos de graduação em agronomia da UDESC, bolsistas de iniciação científica PIBIC do CNPq. E-mail: leonardodalligna@hotmail.com, matheusjd.92@hotmail.com, vanderlo@hotmail.com

RESUMO: O atraso na colheita do milho pode ocasionar perdas quantitativas e qualitativas aos grãos. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da época de colheita sobre o desempenho agronômico de híbridos de milho com ciclos contrastantes. O experimento foi implantado em Lages, SC, nas safras 2013/14 e 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas. Na parcela principal foram testados cinco híbridos simples: P32R22H e P1630H (hiper-precoce), P2530 (super-precoce), P30F53YH e P30R50YH (precoce). Nas subparcelas foram testadas cinco épocas de colheita: 0 (maturação fisiológica dos grãos), 10, 20, 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. Avaliaram-se a percentagem de plantas acamadas e quebradas, a massa e a produtividade de grãos. O atraso na colheita aumentou o acamamento e a quebra de plantas. A época de colheita não interferiu sobre a massa de 1.000 grãos. A realização da colheita num período superior a 20 dias após a maturação fisiológica reduziu a produtividade de grãos, principalmente dos híbridos de ciclo hiper-precoce P1630H e P32R22H. Em regiões de alta latitude e altitude, as perdas de produtividade ocasionadas por colheitas tardias se devem ao incremento na quantidade de colmos acamados e quebrados.

Termos de indexação: *Zea mays*, maturação, produtividade de grãos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, os programas de melhoramento de soja no Brasil têm priorizado o desenvolvimento de cultivares mais precoces e com hábito de crescimento indeterminado, onde o crescimento não é interrompido após o início da floração. Isto possibilita semeá-las mais cedo do que os genótipos de hábito determinado (Stülp et al., 2009).

Nas regiões do sul do Brasil em que soja e milho são cultivados simultaneamente na primeira safra, em sistema de rotação cultura, a precocidade das cultivares, associada à semeadura realizada no final de setembro/início de outubro, antecipou a colheita da soja. Esta operação está se concentrando no mês de fevereiro, coincidindo com a colheita do milho. Como a soja é uma cultura mais rentável e sensível ao atraso na colheita, os produtores optam por direcionar as máquinas para a colheita da oleaginosa, deixando muitas vezes o cereal no campo por mais de 30 dias após a maturação fisiológica.

O retardamento da colheita do milho predispõe as plantas ao acamamento e quebramento de colmos. A intensidade deste processo depende das características agronômicas do híbrido e das práticas de manejo utilizadas na lavoura (adubação, densidade de plantas, espaçamento entre linhas).

Quando a colheita é realizada logo após a maturação fisiológica, o rendimento de grãos e a qualidade das sementes são potencialmente maiores (Araújo et al., 2006; Marques et al., 2011; Galvão et al., 2014). No entanto, quando os grãos de milho são armazenados a campo e colhidos com umidade inferior a 20% podem ocorrer perdas de massa devido ao processo de respiração (Kayaa et al., 2005; Lauren et al., 2007). Além disto, a retirada dos grãos com baixa umidade provoca injúrias

mecânicas durante a colheita. Estas injúrias podem favorecer a ocorrência de pragas e fungos fitopatógenos durante o armazenamento (Santin et al., 2004; Marqui et al., 2006).

Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar os efeitos da época de colheita sobre o desempenho agrônomico de híbridos de milho com ciclos contrastantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no município de Lages, SC, durante os anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2006). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. Na parcela principal foram avaliados cinco híbridos simples de milho com ciclos contrastantes: dois híbridos hiper-precoces (P32R22H e P1630H), um híbrido super-precoces (P2530) e dois híbridos precoces (P30R50YH e P30F53YH). Nas sub-parcelas foram testadas cinco épocas de colheita: 0 (grãos na maturação fisiológica), 10, 20, 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. Cada subparcela foi composta por quatro linhas de sete metros de comprimento, espaçadas 0,7 m entre si, tendo como área útil 8,4 m² provenientes das duas linhas centrais, descontando 0,5 m na extremidade de cada linha.

Utilizou-se o sistema de semeadura direta em sucessão a uma cobertura morta de aveia preta (*Avena strigosa*). A adubação de manutenção foi determinada objetivando obter produtividades de 18.000 kg ha⁻¹ de grãos, fornecida no dia da semeadura, utilizando nitrogênio, fósforo e potássio, nas doses de 30 kg ha⁻¹ de N, 295 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 170 kg ha⁻¹ de K₂O. Os fertilizantes foram distribuídos superficialmente próximos às linhas de semeadura. Foram aplicados 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. A cobertura nitrogenada foi dividida igualmente em três estádios fenológico: V4, V8 e V12 da escala de Ritchie et al. (1993). A fonte de N utilizada foi uréia. A semeadura foi realizada com semeadoras manuais, depositando-se três sementes por cova. Quando a cultura se encontrava no estágio V3, efetuou-se o desbaste para ajustar a população do ensaio para 80.000 pl ha⁻¹.

As colheitas foram feitas em intervalos de 10 dias da época 0 para cada híbrido. A colheita das espigas na época 0 foi feita quando os grãos apresentavam a presença da camada preta no ponto de inserção com o sabugo, caracterizando e estágio R6 (maturação fisiológica). No dia da

colheita de cada tratamento determinaram-se as percentagens de plantas quebradas e acamadas.

No primeiro ano agrícola, a colheita da época 0 foi feita em 1/05/2014 para os híbridos hiper-precoces e 10/05/2014 para os híbridos super-precoces e precoces. No segundo ano agrícola, a colheita da época 0 ocorreu nos dias 6/03/2015, 16/03/2015 e 26/03/2015, para os híbridos hiper-precoces, super-precoces e precoces, respectivamente. Em todas as épocas, as espigas da área útil foram colhidas manualmente. A colheita foi feita em duas etapas. Na primeira colheram-se as espigas das plantas que estavam acamadas e quebradas. Posteriormente colheram-se as espigas das plantas que se encontravam eretas. As espigas destas duas colheitas foram trilhadas e pesadas separadamente.

A produtividade foi estimada de duas formas. Na primeira consideraram-se todas as plantas da área útil da parcela, incluindo as que estavam acamadas e quebradas no momento da colheita, simulando o que ocorreria numa lavoura com colheita manual (produtividade potencial). Na segunda estimativa, descontou-se do rendimento potencial um valor correspondente a 50% dos grãos colhidos nas plantas acamadas e quebradas, considerando-se que estes não seriam recolhidos pela colheitadeira, caso a colheita fosse feita mecanicamente (produtividade real).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância, ao nível de significância de 5%. Quando alcançada significância estatística no teste F, as médias dos fatores épocas de colheita e híbridos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de plantas acamadas e quebradas variou de 0% a 33,4% em 2013/2014 e de 0% a 95,4% em 2014/2015 (Tabela 1). Nos dois anos agrícolas, esta variável foi afetada pela época de colheita. Na primeira safra, a percentagem de plantas acamadas e quebradas foi mais alta quando a colheita foi realizada 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. Já em 2014/2015, o acamamento e quebra de colmos aumentou proporcionalmente ao atraso na colheita. Os valores numéricos de acamamento e quebra foram mais altos em 2014/2015 do que em 2013/2014.

Em 2013/2014 não houve diferenças entre os híbridos quanto a percentagem de plantas acamadas e quebradas. Já em 2014/2015 os híbridos hiper-precoces e super-precoces P32R22H, P1630H e P2350 apresentaram maior percentagem de colmos acamados e quebrados do que os

híbridos precoces P30F53YH e P30R50YH. O atraso na colheita do milho é uma prática de alto risco, pois predispõe a cultura ao acamamento e quebra de plantas devido a ocorrência de ventos e chuvas (Gomes et al., 2010).

A produtividade potencial de grãos oscilou entre 11.320 kg ha⁻¹ e 13.686 kg ha⁻¹ em 2013/2014 e entre 13.165 kg ha⁻¹ e 17.047 kg ha⁻¹ em 2014/2015 (Tabela 2). No primeiro ano agrícola houve efeito significativo da época de colheita sobre a produtividade de grãos. No tratamento com 40 dias de atraso na colheita ocorreu um decréscimo de 9,8% (1.285 kg ha⁻¹) na produtividade média dos seis híbridos, em relação à colheita feita na maturação fisiológica. No segundo ano agrícola, a época de colheita não afetou a produtividade de grãos. Não houve diferenças significativas na produtividade dos híbridos em 2013/2014. Por outro lado, em 2014/2015 a produtividade do híbrido P32R22H foi menor do que a dos híbridos P2530 e P30F53YH, na média das cinco épocas de colheita.

A produtividade real dos híbridos considerando uma colheita mecanizada e assumindo que 50% da produção de grãos obtida nas plantas acamadas e quebradas não seriam recolhidos pela colheitadeira foi afetada pela época de colheita em 2013/2014 e pela interação entre época de colheita e híbridos em 2014/2015 (Tabela 3). No primeiro ano, a produtividade real diminuiu quando a colheita foi realizada com mais de 20 dias após a maturação fisiológica. Considerando-se a média dos seis híbridos, houve um decréscimo de 2.230 kg ha⁻¹ quando a colheita foi retardada em 40 dias, representando uma perda de 17,2%, em relação a produtividade registrada na maturação fisiológica. No segundo ano, observou-se uma resposta diferenciada dos híbridos ao atraso na colheita. Os híbridos hiper-precoces P1630H e P32R22H foram mais sensíveis a permanência prolongada no campo do que os híbridos precoces P30F53YH e P30R50YH. A produtividade real média dos dois híbridos hiper-precoces quando colhidos com 40 dias de atraso equivaleu a aproximadamente 56% do valor registrado na maturação fisiológica. Já os híbridos precoces externaram na colheita mais tardia aproximadamente 90% do valor obtido na maturação fisiológica.

A análise do comportamento da massa de grãos mostrou que nos dois anos agrícolas em que se conduziu o trabalho não ocorreram reduções significativas na massa de 1.000 grãos com o atraso na colheita (Tabela 4). Isto é um indicativo de que o processo respiratório dos grãos durante o período de colheita não foi suficientemente intenso para degradar as reservas do endosperma e reduzir a sua massa. Um fator importante que provavelmente

contribuiu para que as perdas de produtividade potencial com o atraso da colheita fossem menores do que as registradas em outros trabalhos é o regime térmico da região em que se conduziu o experimento. Neste sentido, as temperaturas médias mensais dos meses de março, abril, maio e junho, nos quais se concentrou o período entre a maturação fisiológica e a colheita, variaram de 14°C a 18°C. As baixas temperaturas deste período possivelmente mitigaram os efeitos negativos da respiração sobre a massa de grãos nas colheitas mais tardias.

CONCLUSÕES

O retardamento da colheita aumentou a percentagem de plantas acamadas e quebradas.

O atraso na colheita reduziu a produtividade real de grãos, principalmente de híbridos de ciclo hiper-precoces.

O atraso na colheita não reduziu a massa de 1.000 grãos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, v.65, p.687-692, 2006.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, 2006. 306p.

GALVÃO, J.C.C; CONCEIÇÃO, P.M.; ARAÚJO, E.F.; KARSTEIN, J.; FINGER, F.L. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes de milho submetidas a diferentes épocas de colheita e métodos de debulha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, p.14-23, 2014.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H.; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.140-145, 2010.

KAAYA, A.N.; WARREN, H.L.; KYAMANYWA, S.; KYAMUHANGIRE, W. The effect of delayed harvest on moisture content, insect damage, moulds and aflatoxin contamination of maize in Mayuge district of Uganda. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.2595-2599, 2005.

LAUREN, D. R.; SMITH, W.A.; DI MENNA, M. Influence of harvest date and hybrid on the mycotoxin content of maize (Zea mays) grain grown in New Zealand. **New Zealand**

Journal of Crop and Horticultural Science, v. 35, p.331-340, 2007.

MARQUES, O.J.; DALPASQUALE, V.A.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; RECHE, D.L. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Semina**, Ciências Agrárias, v.32, n.2, p.565-576, 2011.

MARQUI, J.L.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M.H.D.; CÍCERO, S.M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.351-358, 2006.

RITCHIE, .; HANWAY, J. J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p.

SANTIN, J. A.; REIS, E. M.; MATSUMURA, A. T. S. Efeito do retardamento da colheita de milho na incidência de grãos ardidos e de fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.182-192, 2004.

STÜLP, M.; BRACCINI, A.L. de; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A. Desempenho agrônomico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 33, p. 1240-1248, 2009.

Tabela 1. Percentagem de plantas acamadas e quebradas de híbridos de milho de ciclos contrastantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Plantas Quebradas e Acamadas (%)							
Safra 2013/2014							
0	0	0	0	2,1	3,6	1,1 b*	79,1
10	4,5	5,7	0,4	2,5	8,2	4,3 b	
20	4,8	4	4,8	6,5	5,9	5,2 b	
30	17,9	25,1	10,4	10,2	10,6	14,9 a	
40	17,3	33,4	14,5	10,4	12,4	17,6 a	
Média	8,9NS	13,6	6	6,3	8,1		
CV (%)	96,2						
Safra 2014/2015							
0	0	3,1	10,8	0,5	0	2,9 c*	80,7
10	2,4	10,7	13,1	0,5	0	5,3 c	
20	4,5	19,9	19,8	6,7	5,3	11,2 bc	
30	8,3	33,7	61	3,9	18,6	25,1 b	
40	58,4	95,4	50,4	15,8	17	47,4 a	
Média	14,7 ab*	32,6 a	31 a	5,5 b	8,2 b		
CV (%)	81,7						

NS - Diferenças entre médias não significativas na linha (P<0,05)

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 2. Produtividade potencial de grãos de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Produtividade de grãos (kg ha⁻¹)^{1/}							
Safra 2013/2014							
0	12.903	12.665	13.541	12.391	13.686	13037 a*	7,3
10	12.875	12.267	13.233	12.515	13.575	12.893 a	
20	12.377	11.818	13.777	13.451	13.369	12.958 a	
30	11.875	11.629	11.964	12.684	13.176	12.266 ab	
40	11.577	11.320	11.746	12.104	12.012	11.752 b	
Média	12.321 NS	11.940	12.852	12.629	13.164		
CV (%)	12,1						
Safra 2014/2015							
0	16.845	13.687	16.675	15.755	15.196	15.631 NS	6,7
10	16.041	13.483	16.108	15.661	14.815	15.221	
20	16.534	14.359	15.050	14.346	14.886	15.035	
30	14.918	13.598	15.642	15.432	14.354	14.788	
40	14.771	13.165	17.047	15.228	15.162	15.074	
Média	15.821 ab	13.658 b	16.104 a	15.284 a	14.883 ab*		
CV (%)	11,1						

NS - Diferenças entre médias não significativas na linha ou na coluna (P<0,05)

^{1/} Valores calculados considerando a colheita manual de todas as espigas na área útil das subparcelas.

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 3. Produtividade real de grãos de híbridos de milho de ciclos contrastantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Produtividade de grãos (kg ha⁻¹)^{1/}							
Safra 2013/2014							
0	12.903	12.665	13.541	12.260	13.432	12.960 a*	
10	12.578	11.948	13.205	12.355	13.026	12.622 a	
20	12.709	11.595	13.438	13.008	12.974	12.745 a	8,1
30	10.816	10.150	11.376	12.028	12.459	11.366 b	
40	10.560	9.464	10.894	11.465	11.265	10.730 b	
Média	11.913NS	11.164	12.491	12.223	12.631		
CV (%)						13,5	
Safra 2014/2015							
0	A16.845 a*	A13.484 a	A15.818 a	A15.715 a	A15.196 a	15.412	
10	A15.856 a	A12.796 a	A14.988 a	A15.623 a	A14.815 a	14.816	
20	A16.139 a	A13.007 a	A13.523 a	A13.872 a	A14.487 a	14.206	11,3
30	A14.305 ab	B11.419 ab	AB12.807ab	A15.136 a	A13.054 a	12.985	
40	B10.505 b	B 6.887 b	AB11.013 b	A14.019 a	A13.872 a	11. 618	
Média	14.730	11.519	13.630	14.873	14.285		
CV (%)						16,8	

^{1/} Valores calculados considerando que 50% dos grãos produzidos nas plantas acamadas e quebradas não seriam recolhidos pela colheitadeira.

NS - Diferenças entre médias não significativas (P<0,05).

* Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 4. Massa de mil grãos de híbridos de milho de ciclos contrastantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Massa de mil grãos (g)							
Safra 2013/2014							
0	304	340	382	315	338	331 NS	
10	309	336	374	324	337	331	
20	301	337	358	313	342	327	4,5
30	321	345	369	316	335	331	
40	311	324	360	294	344	323	
Média	309 d*	336 bc	369 a	312 cd	339 b		
CV (%)						6,4	
Safra 2014/2015							
0	289	318	329	331	357	325 NS	
10	287	313	342	313	348	321	
20	295	313	329	321	334	318	4,3
30	301	315	331	325	329	320	
40	303	314	356	329	355	331	
Média	295 d	315 c	337 ab	324 bc	345 a		
CV (%)						3,8	

NS - Diferenças entre médias não significativas na coluna (P<0,05)

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Consórcio milho-braquiária num sistema de integração lavoura-pecuária: rendimentos do décimo primeiro ano.

Ramon Costa Alvarenga⁽¹⁾; Miguel Marques Gontijo Neto⁽²⁾; Emerson Borghi⁽³⁾; Luciana Moreira Bastos⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; ramon.alvarenga@embrapa.br; ^(2,3) Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Estudante, Universidade Federal de São João Del-Rei.

RESUMO: O consórcio entre lavouras e forrageiras ocupa posição de destaque no planejamento de sistemas de integração lavoura-pecuária por constituírem-se no elo da transição da fase agrícola para a pecuária. Marca também a migração de um sistema exclusivamente agrícola ou de pastagem degradada para o sistema integrado lavoura-pecuária. O milho e a braquiária são as principais culturas adotadas neste consórcio. O objetivo deste trabalho foi o de relatar o desempenho do consórcio de cultivares de milho com espécies de braquiárias num sistema lavoura-pecuária no décimo primeiro ano de condução. Este trabalho teve início em 2005 numa área de 22 ha dividida em quatro glebas de 5,5 ha cultivadas em rotação e sucessão. A sequência da rotação nas glebas, na primavera/verão é: soja - milho+braquiária - sorgo forrageiro+panicum - pastagem de panicum. No outono/inverno, depois da colheita das lavouras, todas as glebas são pastejadas por bovinos machos. Em dezembro de 2015 o consórcio milho-braquiária foi semeado. A braquiária piatã foi semeada com milho RB 9004, BG 7037 e 3H842. O cultivar ruziziensis com o milho RB 9006 e BG 7036 e a xaraés com o BRS 1055. Foram avaliadas as produtividades de silagem e grãos de milho e a produção de massa verde da forrageira. O milho desenvolveu-se normalmente e apresentou boas produtividades evidenciando ausência de concorrência dos capins e estes se estabeleceram adequadamente embora com entre-nos um pouco alongados devido à competição exercida pelo milho.

Termos de indexação: sistema santa fé, plantio direto, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A intensificação dos sistemas de produção de maneira sustentável é alternativa técnica e econômica para mudar o perfil da agropecuária. Dentre estes, a integração lavoura-pecuária (ILP) são sistemas produtivos que incentivam a

diversificação, a rotação, a consorciação e a sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas devido ao sinergismo entre a lavoura e a pastagem (Alvarenga et al., 2006). Neste sentido, o consórcio entre lavoura e forrageiras ocupa posição de destaque por constituir-se no elo da migração da fase agrícola para a pecuária. O milho e a braquiária são as principais culturas neste consórcio.

O objetivo deste trabalho é o de relatar o desempenho do consórcio de cultivares de milho com espécies de braquiárias num sistema ILP no décimo primeiro ano de condução.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema ILP está implantado no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas-MG, com latitude 19°28'S, longitude 44°15'W e altitude de 732m. O clima é Aw (Köppen), ou seja, típico de Savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18° C. O solo é um latossolo vermelho distrófico, muito argiloso (80%).

Em 2005 uma área de 22 ha foi dividida em quatro glebas de 5,5 ha cada que passaram a ser cultivadas em rotação. A sequência da rotação nas glebas, na primavera/verão era: soja - milho+braquiária - sorgo forrageiro+panicum - pastagem de panicum. No outono/inverno, depois da colheita das lavouras, todas as glebas eram pastejadas por bovinos machos especializados na produção de carne (Alvarenga et al., 2007).

Em outubro de 2015 o solo da gleba foi amostrado. Foram retiradas 20 amostras simples nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm para compor a amostra composta. Os resultados da análise do solo são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da gleba onde foi plantado milho + braquiária em dezembro de 2016. Sete Lagoas, 2016.

Profundidade (cm)	pH	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	MO	K	P	V	Sat AL
	H ₂ O	cmolc/cm ³				dag/kg		mg/dm ³			%	
0 a 5	5,1	9,07	0,14	4,99	1,13	6,61	15,7	7,21	192	95,3	42,2	2,074
5 a 10	5,0	9,98	0,63	3,89	0,82	4,93	14,9	4,88	84,8	94,9	33,1	11,337
10 a 20	5,1	9,27	0,57	3,47	0,72	4,33	13,6	4,58	55,9	24,1	31,9	11,626
20 a 40	5,1	8,51	0,52	3,51	0,65	4,26	12,8	3,96	37,6	12,8	33,3	10,887
40 a 60	5,1	7,92	0,62	2,12	0,47	2,63	10,5	3,84	15	6,15	24,9	19,087

No início de outubro de 2015 o pastejo foi suspenso nas três glebas que receberiam as lavouras. Estas foram dessecadas com 2,5 kg/ha de glifosato (720 g/kg) no início de novembro e em 02 de dezembro. As lavouras de milho + braquiária foram semeadas em 04 de dezembro. Seis cultivares de milho foram semeadas numa das glebas: BRS 1055 e 3H842 (cultivar em pré-lançamento pela Embrapa), ambas convencionais, RB 9004 PRO, RB 9006 PRO, BG 7036 H e BG 7037 H. As sementes de milho foram tratadas com 400 mL/20 kg semente de imidacloprido/tiodocarbe (150 g/L/450 g/L).

As sementes das braquiárias com vc de 75% foram misturadas ao adubo por ocasião do plantio na quantidade de 8 kg/ha. A braquiária piatã foi semeada com milho RB 9004, BG 7037 e 3H842. O cultivar ruziense foi consorciado com o milho RB 9006 e BG 7036 e a xaraés com o BRS 1055. A densidade de semeadura do milho foi de 65 mil sementes/ha em sulcos espaçados de 0,5 m com 3,25 sementes/m linear, utilizando uma semeadeira de plantio direto.

A adubação consistiu de 120 kg/ha de K₂O feita a lanço em pré-plantio e 400 kg/ha de 08-28-16 + 0,3% Zn no plantio. Em cobertura foram utilizados 200 kg/ha de ureia aos 32 DAP. No controle químico de plantas daninhas foram utilizados 3,5 L/ha de atrazina (500 g/L) aplicados 20 DAP. No controle de insetos praga foram feitas duas aplicações de inseticidas nos cultivares BG 7036 H, BG 7037 H, BRS 1055 e 3H842. A primeira com 100 mL/ha de espinosade (480 g/L) aos 18 DAP e a segunda com 600 mL/ha de clorpirifós (480 g/L) aos 35 DAP.

O início do florescimento dos cultivares ocorreu entre 30 de janeiro e 02 de fevereiro de 2016. As plantas de milho para silagem foram colhidas com 38% de massa seca (MS) no período compreendido entre 28 de março e 01 de abril de 2016. Em dez repetições de 10 m² cada foi avaliada a produtividade de massa verde (MV) e MS de forragem de cada cultivar de milho e a MV de braquiária (caules + folhas). Em 25 de abril de 2016 foi avaliado o estande, o número de espigas e a produtividade de grãos dos cultivares testados que tiveram seus pesos corrigidos para 13 % de umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gleba de solo utilizada (Tabela 1) mostra valores baixos de pH e altos de Al trocável para o desenvolvimento das culturas. Este solo sob vegetação de cerrado apresenta para estes atributos valores muito alto. No curto prazo será necessária calagem para neutralizar este Al e aumentar o pH. Em 2014 foi feita gessagem com 2 t/ha com a qual era esperado redução no Al, o que não ocorreu. Por outro lado, os outros atributos de solo apresentam-se em nível adequado. Chama atenção o alto valor da matéria orgânica na profundidade de 0 a 5 cm de profundidade. Possivelmente, isto seja produto da palhada x atividade de mesorganismos e raízes muito finas nesta faixa de solo contribuindo na redução do tamanho de materiais vegetais ainda não humificados e que foram parte constituinte da amostra. Especialmente a palhada ainda contribui na reciclagem de nutrientes que se concentram mais a superfície do solo.

A precipitação durante o período de condução das lavouras de milho consorciadas com capim braquiária está representada na figura 1. Apesar de um volume suficiente, nota-se má distribuição em três períodos (15/12/2015 a 03/01/2016, 30/01 a 27/02/2016 e 06/03 a 29/04/2016) com ausência ou eventos de chuva de intensidade menor que 20 mm que seria um valor razoável de chuva para repor a umidade no solo por alguns dias à frente. Apesar disto os consórcios se desenvolveram adequadamente. O milho produziu bem e os capins se estabeleceram satisfatoriamente sem concorrer com a lavoura de milho, tanto é que não foi necessária a aplicação de subdose de herbicida gramínico seletivo ao milho para conter o crescimento do capim braquiária.

Nos materiais de milho com evento Herculex ou nos convencionais houve ligeiro ataques de lagartas que, embora combatidas, causaram danos.

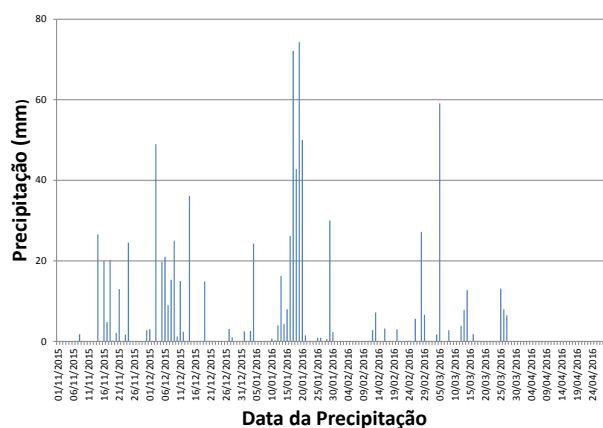


Figura 1. Eventos de precipitação durante o período de condução das lavouras. Sete Lagoas, 2016.

Os rendimentos das lavouras de milho tanto para grãos quanto para silagem foram bons e os capins se estabeleceram adequadamente (Tabela 2). Aqueles materiais de milho com evento PRO apresentaram melhor resultado. Isto se explica, em parte, devido a estes materiais não terem sofrido ataque de lagartas. O BRS 1055 apresentou menor estande e IE o que refletiu em menores produtividades de grãos e silagem, 25% menor que o milho mais produtivo. Os demais materiais apresentaram produtividades de grãos superiores a 8 t/ha que é superior a média de produtividade da região, de 6 t/ha. O mesmo padrão de resultado de produtividade de silagem foi verificado com os materiais convencionais apresentando menor desempenho. Alvarenga et al. (2015) atribuíram melhor desempenho de culturas em sistema ILP devido a este sistema prover satisfatoriamente de palha a superfície do solo que, associado ao maior crescimento em profundidade de raízes das lavouras, permite melhor desempenho destas em região com risco climático.

Tabela 2 - Produtividade de cultivares de milho e de braquiárias cultivadas em consórcio num sistema de integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas, 2016.

Cultivar	Estande	IE	Produtividade Milho		Produtividade Braquiária
			grãos	silagem	
	Plantas/ha		..... t/ha		
RB 9004	64.750	1,00	10,24	51,00	3,7 - Piatã
RB 9006	60.000	1,00	10,50	48,98	2,3 - Ruziziensis
BRS 1055	53.367	0,92	7,76	38,13	4,2 - Xaraés
BG 7037	61.600	1,02	8,75	47,20	1,6 - Piatã
BG 7036	63.778	1,03	8,36	47,00	4,7 - Ruziziensis
3H842	57.250	1,00	8,43	42,90	4,6 - Piatã
Média	60.124	1,00	9,01	45,87	3,5

As braquiárias por ocasião da ensilagem do milho apresentavam-se um pouco estioladas e visualmente com menor proporção de folhas, mas com estande adequado o que garantia uma boa formação da pastagem (Figura 2). Está amplamente difundido entre técnicos que uma massa de capim entre uma e duas t/ha é suficiente para formar uma boa pastagem. No presente caso esta massa foi sensivelmente maior, apesar da predominância de colmos em relação a folhas. Por ocasião da colheita do milho grão o capim já havia se desenvolvido mais apesar da deficiência hídrica (Figura 3).



Figura 2. Consórcio milho-ruziziensis na época da amostragem para produção de silagem. Sete Lagoas, 2016.



Figura 3. Consórcio milho-ruziziensis na época da amostragem para produção de grãos. Sete Lagoas, 2016.

CONCLUSÕES

O consórcio do milho com capim braquiária possibilita alcançar produtividades satisfatórias tanto de silagem quanto de grãos do cereal.

A braquiária consorciada com o milho dá origem à pastagem bem formada.

Deve-se incentivar o cultivo consorciado do milho com capim ao invés do cultivo solteiro do cereal.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a Rede de Fomento ILPF pelo aporte financeiro para condução da Unidade de Referência Tecnológica



Sete Lagoas 1 (Sistema de integração lavoura-pecuária de corte da Embrapa Milho e Sorgo).

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; OLIVEIRA, I. R. de; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; VIANA, M. C. M.; COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária como estratégia de produção sustentável em região com riscos climáticos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 211).

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J. C.; VIANA, M. C. M.; CASTRO, A. A. D. N. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93).



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Corn Agronomic Performance According to Crop Year, Spacing and Plant Population Densities in Vale of São Patrício Region.

Luciana Borges e Silva⁽¹⁾; Willian Henrique Diniz Buso⁽²⁾; Raquel Silva Firmiano⁽³⁾; Leandro Lopes Gomes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professora do Departamento de Agricultura; IF Goiano *Campus* Ceres; Ceres, Goiás; luciana.silva@ifgoiano.edu.br;

⁽²⁾ Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano *Campus* Ceres; Ceres, Goiás; ⁽³⁾ Engenheira Agrônoma, Ceres, Goiás; ⁽⁴⁾ Acadêmico do Curso de Agronomia do IF Goiano *Campus* Ceres; Ceres, Goiás.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the influence of row spacing, plant density, crop year and yield in crop agronomic parameters in a 'Cerrado' area in Brazil. The experiments were conducted during the 2010/2011 and 2011/2012 crop years, at an experimental Farm of the IF Goiás Campus Ceres, located in the city of Ceres, Goiás, Brazil. The experiment was conducted in a complete randomized block design in a 2x3x2 factorial (two crop years: 2010/2011 and 2011/2012, three population densities: 60,000, 70,000 and 80,000 plants ha⁻¹ and two spacing: 0.50 and 0.80 m) with four repetitions, totaling 48 plots. For the first crop year, the highest yield were obtained for populations of 70,000 and 80,000 plants ha⁻¹, with values of 10,922 and 11,796 kg ha⁻¹ of grain, respectively, differing from the productivity of 9,118 kg ha⁻¹ of grain obtained by the population 60,000 plants ha⁻¹. The corn production is significantly influenced by plant density, where the number of cob per area is the main factor for this increase. For the second crop year, the population of 70,000 plants ha⁻¹ resulted in a yield of 6,253 kg grains ha⁻¹, differing from populations of 60 and 80 thousand plants ha⁻¹ that produced 5,045 and 5,606 kg ha⁻¹ of grains, respectively. The density of 70 thousand plants ha⁻¹ lead to a yield increase.

Indexing terms: Cerrado, Stress hídrico, *Zea mays*.

INTRODUCTION

To achieve high grain yield is necessary to adequate the management practices to the environment available resources, allowing better conditions for the plant development. Between the

management strategies that can be used, the plant density plays an important role (Serpa et al., 2012).

The appearance of new corn genotypes increased the demand for studies determining the better plant spatial arrangement because of the morphologic and genetic variations, since this crop is very sensitive to these variations due to its lower capacity to emit fertile tillers, limited prolificacy, low leaf plasticity and its monoic flower structure, where the male and female inflorescences competes for photoassimilates under stress conditions (Sangoi et al., 2011).

The modern hybrids have lower size, better leaf architecture and lower plant mass. Thus, these hybrids exert lower shading indexes and are able to capture better the sunlight (Cruz et al., 2006).

Thus, it is necessary to evaluate the management practices and recommendations for the crop, such as the plant arrangement.

The present study aim to evaluate the corn agronomic characteristics under different spacing between lines, plant densities and crop year in a 'cerrado' region.

MATERIAL AND METHOD

The experiments were conducted in an experimental farm of the Federal Institute of Goiás, Ceres campus, on the municipality of Ceres, Go, with S 15° 21' 03" of latitude and longitude of W 49° 35' 37" and 564 m of altitude. The variation on rainfall and average temperature were registered during the two studied crop years (**Figure 1**).

The soil of the experimental area is classified as a red dystrophic oxysol (Embrapa, 2006), and the chemical analysis of the 0-0.2m layer indicated the following values: Ca= 2.4; Mg= 1.3; Al= 0.0; H= 3.5 (cmol_c dm⁻³); P= 5.6; K= 101.0 (mg dm⁻³); pH= 5.0

(CaCl₂); bases saturation (V%)= 51.8% and organic matter= 1.5 g kg⁻¹. A management dissection was realized seven days before sowing, with 3 L ha⁻¹ of glyphosate for both crop years.

The experiment was installed in a no-tillage system area during the both crop years, on November 18, 2010 and November 18, 2011. The cultivar used was P30F35H whose seeds were industrially treated with Thiamethoxam + fipronil. Sowing was done manually by distributing eight seeds per meter, and 12 days after germination the thinning was carried out, leaving the pre-established population of plants for each treatment.

The sowing fertilization consisted of 20 kg ha⁻¹ of nitrogen, 150 kg ha⁻¹ of phosphorus and 80 kg ha⁻¹ of potassium, whose formula was 04-30-16. The topdressing consisted of two applications, the first was performed when the plants have four unfolded leaves, with the application of 40 kg ha⁻¹ of N and 40 kg ha⁻¹ of potassium (20-00-20). The second application was carried out when the plants presented the sixth leaf, using 70 kg ha⁻¹ of N (urea). At this stage, atrazine was also applied in post-emergence at a dose of 3 L ha⁻¹.

The experiment was conducted in a complete randomized block design in a 2x3x2 factorial, two crop years, (2010/2011 and 2011/2012), three plant population densities (60,000, 70,000 and 80,000 plants ha⁻¹) and two spaces between rows (0.50 and 0.80 m) with four repetitions. Each plot consisted of four rows with five meters in length and for the data collection, the two central lines were used, and 0.50 m around the edges was not considered.

The evaluated variables were: height of the first cob; plant height; stem diameter; thousand grain weight and yield (kg ha⁻¹). The harvest of the corn was performed manually for both experiments, at 130 days after emergence and the grain moisture was adjusted to 13%.

Data were submitted to analysis of variance and compared by the Scott Knott's test at 5% of significance level. Analyses were performed using the R software (R Development Core Team, 2014) and the easyanova package (Arnhold, 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

No interaction was observed between the factors for the evaluated characteristics, but for yield an interaction was observed between the plant population x year and spacing x year.

The variables plant height, cob insertion height and stem diameter were not affected by an increase in spacing between lines from 0.50 to 0.80m and by

the changes in the plant population (**Table 1**). These values corroborated with the results obtained by other authors, in which the reduction of the spacing between the lines did not influenced plant height and cob insertion (Calonego et al, 2011; Gilo et al, 2011).

The plant height and cob insertion height were different for the evaluated crop years (2010/2011 and 2011/2012), with average values of 2.56 and 2.40 m for plant height and 1.26 and 1.17 m for cob insertion height, respectively.

Stem diameter was not different between the crop years, with values from 20.31 to 20.65 mm (**Table 1**). However, for this variable, an effect of the plant population was observed, in which the population of 60 000 plants ha⁻¹ resulted in a higher mean (21.16 mm), differing from the stem diameter of plants from other populations, with 70 and 80 thousand plants ha⁻¹, which presented average values of 20.36 and 19.92 mm, respectively. It is expected that an increase in plant population can lead to a reduction in stem diameter, due to the competition among plants for resources such as water, nutrients and light. Calonego et al. (2011) observed that the plant population of 75,000 plants ha⁻¹ promoted a reduction in the stem diameter.

Silva et al. (2008) observed higher plants for larger populations, due to the increased competition between plants for light, water and nutrients. When there was a reduction in spacing, these authors observed a reduction in plant size due to the better plant distribution.

The thousand grain mass was influenced by the change in spacing and agricultural years (**Table 1**). This characteristic is greatly influenced by environmental factors such as water limitation and severe reduction in growth. This component was crucial to the highest yields obtained in the first crop year, regardless the spacing and plant population (**Table 2**).

The variable grain yield was influenced by the interaction between spacing x year and between plant population x year (**Table 2**). For the first crop year, the highest yield were obtained for populations of 70,000 and 80,000 plants ha⁻¹, with values of 10,922 and 11,796 kg ha⁻¹ of grain, respectively, differing from the productivity of 9,118 kg ha⁻¹ of grain obtained by the population 60,000 plants ha⁻¹. The corn production is significantly influenced by plant density, where the number of cob per area is the main factor for this increase. For the second crop year, the population of 70,000 plants ha⁻¹ resulted in a yield of 6,253 kg grains ha⁻¹, differing from populations of 60 and 80 thousand plants ha⁻¹ that produced 5,045 and 5,606 kg ha⁻¹ of grains, respectively (**Table 2**).

The yield from the first crop year was higher than for all plant populations with values ranging from 9,118 to 11,796 kg of grains ha⁻¹, while in the second crop year the yield ranged from 5045 to 6253 kg of grains ha⁻¹ (Table 2). The lower yield during the 2011/2012 harvest may have occurred due to hybrid stability, that reduced productivity for this season, as the rainfall and temperature were satisfactory for the crop development (Figure 1).

The increase in plant population and the reduction in the spacing resulted in an increased grain yield due to the better spatial distribution of plants in the area, mainly in the 2010/2011 crop year (Table 1).

The highest yield related to an increase in the plant population is due to an increase of harvested cobs ha⁻¹. Silva et al. (2008) reported an increase in yield with an increase in plant population of the hybrid 30K75 from 40 to 80,000 plants ha⁻¹, whose yield reached 6,239 and 8,703 kg ha⁻¹, respectively. With the spacing of 0.60 m between lines, Silva et al. (2012) achieved an increase of 11% in yield with an increase of plant density from 78 to 100 thousand plants ha⁻¹.

CONCLUSION

The density of 70 thousand plants ha⁻¹ lead to a yield increase. The increase in plant population decreases the stem diameter. The reduction on the space between rows increased the thousand grain mass.

ACKNOWLEDGMENT

The companies Irriplan (Syngenta), Herbicampo (Pioneer), Terra Viva (Morgan), Futura (Agrocere) e Uruagro (Dekalb) the donation of seeds of hybrids tested in this research, IF Goiano Campus Ceres and FAPEG for financial support.

REFERENCES

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.50, n.6, p.488-492, 2013.

CALONEGO, J.C., POLETO, L.C., DOMINGUES, F.M., TIRITAN, C.S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p.84-90, 2012.

CRUZ, J.C., PEREIRA, F.T.F., PEREIRA FILHO, I.A., OLIVEIRA, A.C., MAGALHÃES, P.C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.60-73, 2006.

GILO, E.G., SILVA JUNIOR, C.A., TORRES, F.E., NASCIMENTO, E.S., LOURENÇÃO, A.S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.6, p.908-914, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2014.

SANGOI, L., SCHWEITZER, C., SILVA, P.R.F., SCHMITT, A., VARGAS, V.P., CASA, R.T., SOUZA, C.A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, 2011.

SERPA, M.S., SILVA, P.R.F., SANGOI, L., VIEIRA, V.M., MARCHESI, D.R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.541-549, 2012.

SILVA, R.R., THEODORO, G.F., LIBÓRIO, C.B., PESSOA, L.G.A. Influência da densidade de cultivo de dois genótipos de milho na severidade de mancha de cercospora e no rendimento de grãos na "safrinha". **Semina: Ciências Agrárias**, Maringá, v.33, n.4, p.1449-1454, 2012.

SILVA, A.G., CUNHA JUNIOR, C.R., ASSIS, R.L., IMOLES, A.S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, GO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.2, p.89-96, 2008.

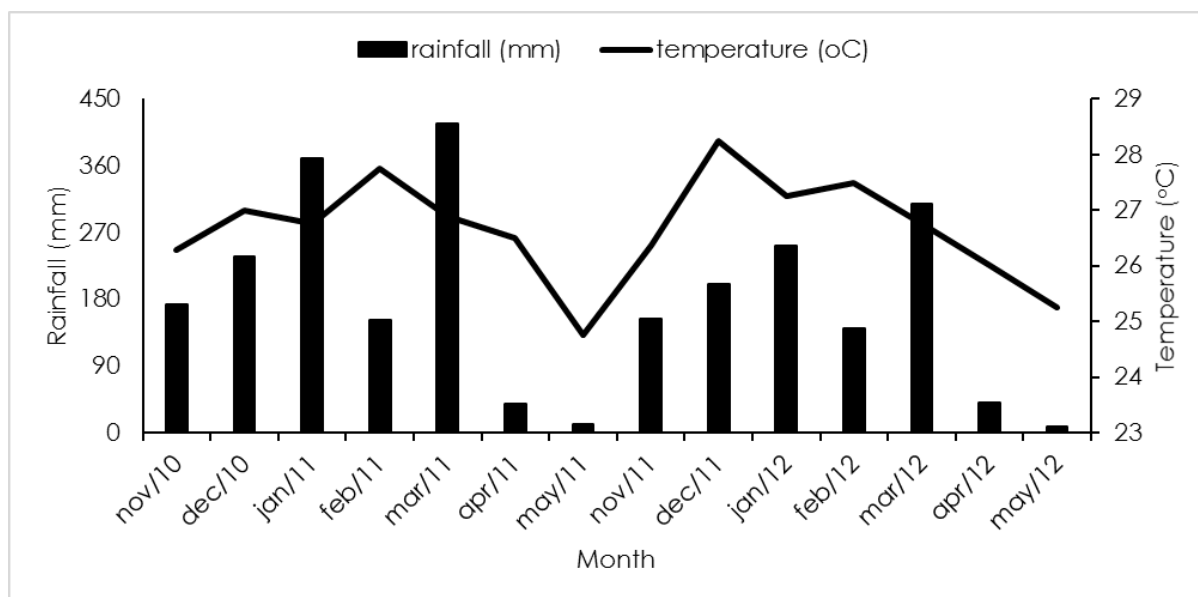


Figure 1. Monthly values for rainfall and temperature during the experimental period, in Ceres, GO.
Source: Meteorological Station of IF Goiano, Ceres Campus.

Table 1. Mean values for the biometric parameters: plant height, cob height, stem diameter and cob diameter in Ceres, Go, Brazil.

Spacing (m)	Plant height (m)	Cob height (m)	Stem diameter (mm)	Thousand grain mass (g)
0.50	2.46 a	1.20 a	20.34 a	263.65 a
0.80	2.51 a	1.23 a	20.62 a	248.54 b
Population (thousand plants ha ⁻¹)				
60	2.44 a	1.18 a	21.16 a	259.06 a
70	2.50 a	1.23 a	20.36 b	258.63 a
80	2.51 a	1.23 a	19.92 b	250.75 a
Year				
2010/2011	2.56 a	1.26 a	20.65 a	310.83 a
2011/2012	2.40 b	1.17 b	20.31 a	201.46 b
CV (%)	5.70	6.90	4.31	9.31

Means followed by the same letter in the column are different according to Scott Knott's test at 5% of probability.

Table 2. Corn yield (kg ha⁻¹) according to plant population and spacing between rows for the 2010/2011 and 2011/2012 crop years. Ceres, Go, Brazil.

Crop year	Plant population (thousand ha ⁻¹)			Spacings (m)	
	60	70	80	0.50	0.80
2010/2011	9,118 aB	10,922 aA	11,796 aA	10,923 aA	10,301 Aa
2011/2012	5,45 bB	6,253 bA	5,606 bB	6,437 bA	4,831 bB

Means followed by the same lowercase in the columns and uppercase in lines are not different according to Scott Knott's test at 5% of probability.

Crescimento de milho com diferentes arranjos espaciais em sistema ILPF na Amazônia Ocidental

Izabela de Lima Feitosa⁽¹⁾; Andreia Marcilane Aker⁽¹⁾; Lidiane Aparecida de Vargas⁽¹⁾; Henrique Nery Cipriani⁽²⁾; Alaerto Luiz Marcolan⁽²⁾; Alexandre Martins Abdão dos Passos⁽²⁾

⁽¹⁾Mestranda – Pós-graduação em Ciências Ambientais (PGCA) – UNIR/EMBRAPA, Porto Velho/RO, lima.izabela@gmail.com; andreiaaker@hotmail.com; lidianeavargas@hotmail.com ⁽²⁾Pesquisadores; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), henrique.cipriani@embrapa.br; alaerto.marcolan@embrapa.br; alexandre.abdao@embrapa.br

RESUMO: Para implantação de sistemas integrados de produção torna-se imprescindível a recomendação do espaçamento ideal entre os componentes a serem associados (lavoura-pecuária-floresta) pelo produtor rural. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo de Eucalipto sobre atributos da planta de milho. O estudo foi implantado na área do sistema ILPF do campo experimental da Embrapa em Rondônia, sendo semeado o milho LG6038 em janeiro de 2016 em consórcio com o capim-xaraés entre os renques de clones de Eucalipto com quatro anos de cultivo. As avaliações foram realizadas em plantas distanciadas em cinco distâncias a partir das árvores (primeira linha, 10, 20, 30 e 45% de largura do renque). Observou-se efeito de decréscimo nos diâmetros de espiga quando o milho foi cultivado entre renques de 30m de distância em relação aos de 42m. Por sua vez, nas demais variáveis, a largura do renque não afetou as mesmas, exceto para as alturas de planta e de inserção de espigas, que apresentaram um comportamento quadrático de resposta ao distanciamento das plantas de eucalipto, sendo o efeito mais pronunciado no renque de 30 metros que no de 42. As primeiras linhas de milho, próximas ao eucalipto, apresentaram significativa redução em todas as variáveis avaliadas. O espaçamento entre renques promoveu efeitos diversos na cultura do milho. Os maiores efeitos de competição ou alelopatia entre eucalipto e milho, ocorrem nas linhas mais próximas das árvores.

Termos de indexação: Agrossilvipastoril, Intensificação ecológica, Agricultura de baixo carbono

INTRODUÇÃO

A região amazônica possui grande influência no cenário das mudanças climáticas, desempenhando papel importante na ciclagem global do carbono, apesar da crescente pressão antrópica de conversão de áreas florestais em sistemas agrícolas

ou pastagens (Nobre et al., 2007).

A adoção de práticas mais sustentáveis no setor agrícola torna-se fundamental para maior diversificação da área produtiva e manejo apropriado de solo para recuperação de áreas produtivas. A utilização dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) proporciona o aumento da produção por área, além de benefícios ambientais evitando a abertura de novas áreas de matas nativas (Kichel et al., 2012). Entre os principais resultados desse sistema tem-se o aumento da renda do produtor a partir da intensificação do uso da terra, a recuperação de pastagens, a quebra de ciclos de pragas e doenças, adequação ambiental gerada pelo uso eficiente de insumos, mão de obra e recursos, ocasionando maior conservação do solo (Balbino et al., 2012).

O milho, como um dos produtos mais importantes da agricultura brasileira, torna o país o terceiro em produção internacional (Fiesp, 2016), configurando o estado de Rondônia o segundo maior produtor na região Norte na safra 15/16, com produção de 653 milhões de toneladas e rendimento médio de 4.135 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016).

Na busca do arranjo ideal entre os componentes agrícola e arbóreo, estudos tem avaliado a produtividade de milho em sistemas agroflorestais (Santos et al., 2015; Silva et al., 2015) e a influência do sombreamento e outros efeitos de espécies florestais, como paricá (Silva et al., 2015) e pau branco (Mendes et al., 2014).

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes distâncias de renques de Eucalipto sobre atributos agronômicos do milho, em um sistema de interação lavoura-pecuária-floresta.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa, situado no município de Porto Velho/RO, delimitado entre as coordenadas 406440 S; 9027781 W e 406700 S, 9027357 W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante é do tipo Aw - Clima Tropical

Chuvoso, com temperatura do ar média anual variando entre 24 a 26 °C (SEDAM, 2012). O solo do experimento é composto em 70% por Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com textura argilosa e em menor proporção por Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Plintossolo Argilúvico distrófico (Valente et al., 1997).

A área experimental de ILPF de aproximadamente 10ha vem sendo manejada desde 2008 sob o sistema de plantio direto. O milho (*Zea mays* L.) híbrido LG6038 foi semeado em janeiro de 2016, consorciado em sistema Santa Fé com *Urochloa brizantha* cultivar Xaraés para pastejo, entre renques de 30 e 42 m de clones híbridos (GG100 e VM01) de *Eucalyptus urophylla* com quatro anos de idade.

Foi realizada a medição da altura das plantas e de inserção de espigas no período de maturidade fisiológica da cultura, sendo avaliados também o comprimento e diâmetro de espigas, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga, em 8m lineares dispostos em fileiras intercaladas em cinco distâncias a partir dos renques de eucalipto, representando diferentes níveis de sombreamento.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com oito repetições. As parcelas úteis consistiram de 5 linhas de 8 metros lineares (36m²) para cada renque e as subparcelas de uma área de 7,2m² (1 linha com 8 metros lineares) para cada distância a partir das árvores. Foi utilizado o esquema 2 x 4 + 2, sendo duas distâncias de renques (30 e 42m), quatro distâncias a partir das árvores (10, 20, 30 e 45% de largura do renque) e duas distâncias referentes às primeiras linhas mais próximas das árvores em cada renque. As distâncias representaram para os 10, 20, 30 e 45% respectivamente para os renques de 30 e 42 m: 3,0; 6,0; 9,0; 13,5 metros e 4,2; 8,4; 12,6 e 18,9 metros.

Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do programa estatístico SISVAR e quando significativo as médias foram comparadas pelo Teste Tukey, a nível de 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito interativo das distâncias dos entre renques avaliados e das distâncias das árvores em relação à altura das plantas e de inserção das espigas de milho (Figura 1).

Por sua vez, verifica-se um efeito simples dos espaçamentos entre renques sobre o diâmetro das espigas, com maior valor desse atributo verificado no renque de 42 metros (Tabela 1). Tal fato pode advir da menor competição interespecífica ocorrente nessa configuração de ILPF, na qual há maior suprimento de recursos à cultura do milho frente ao eucalipto em comparação ao uso do renque de 30

metros.

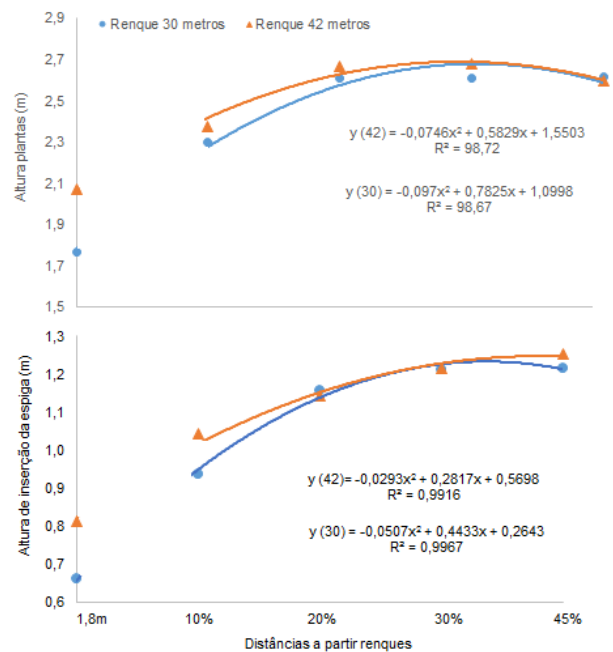


Figura 1. Regressões para altura de planta e de inserção da espiga em função dos espaçamentos entre renques e distância das plantas ao renque.

Tabela 1. Efeito dos espaçamentos entre renques e da distância das plantas ao renque para comprimento de espigas (CE), diâmetro de espigas (DE), número de grãos por fileira (NGF) e número de fileiras por espiga (NFE) em sistemas ILPF.

Entre renques	CE	DE	NGF	NFE
	cm	cm		
30	13,9 A	3,8 B	25,7 A	14 A
42	14,8 A	4,0 A	27,5 A	14 A
Distância do renque (m e %)				
1,8m	11,1 C	3,5 C	19,4 C	14 B
10%	13,1 B	3,8 B	24,5 B	14 B
20%	15,7 A	4,1 A	29,5 A	14 B
30%	15,8 A	4,1 A	29,5 A	16 A
45%	16,0 A	4,1 A	30,0 A	16 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As menores estaturas de planta e altura de inserção de espigas foram observadas na linha mais próxima do eucalipto (1,8m de distância em ambos renques). Considerando as maiores alturas de planta, foi verificado um decréscimo de 32,4 e 20,3% em relação ao maior valor observado nas alturas das primeiras plantas observadas nos

renques de 30 e 42 m respectivamente. Esse comportamento é esperado e tem sido observado por outros autores em função do efeito competitivo e mesmo alelopatia entre o eucalipto e plantas consortes próximas às árvores (Carvalho et al., 2015).

Ao se avaliar as diferentes distâncias de milho a partir das árvores, verifica-se, para todas as variáveis o menor desenvolvimento e crescimento biométrico das espigas em plantas mais próximas ao Eucalipto.

Ponderando-se todas as distâncias, verifica-se que somente a partir de 30% da distância dos renques, que o efeito inibitório das árvores deixa de existir igualando-se ao maior espaçamento de 45%, aproximadamente no meio dos renques, onde o efeito de sombreamento é menor. O efeito de proximidade de árvores sobre o desenvolvimento do milho também foi observado por Mendes et al. (2013).

CONCLUSÕES

Observa-se um efeito depleção sobre atributos agronômicos do milho quando consorciado com o eucalipto de quatro anos de idade na região sudoeste da Amazônia, sendo o efeito dependente do espaçamento, sendo menor em maiores espaçamentos e em plantas mais distantes das árvores.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto pela concessão de apoio financeiro pelo edital Universal.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, F. P.; MELO, C. A. D.; MACHADO, M. S.; et al. The Allelopathic Effect of Eucalyptus Leaf Extract on Grass Forage Seed. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 193–201, 2015

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 10 Safra 2015/16 - Décimo levantamento, Brasília, p. 1-179, 2016.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Boletim Informativo – Safra Mundial do Milho 2016/2017. Departamento do Agronegócio (DEAGRO). Disponível em: http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho2/attachment/boletim_milho_julho2016/. Acesso em 5 de maio de 2016.

KICHEL, A.N.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H.; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor

agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.) **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2 ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2012, p. 1-9.

MENDES, M. M. S.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, A. S. R.; FERNANDES, F. E. P.; OLIVEIRA, T. S. 2013. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.(48):10, p.1342-1350

MENDES, M. M. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; FERNANDES, F. E. P.; LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, T. S. Comportamento fisiológico e produtivo do Milho (*Zea mays* L.) em sistema agroflorestal. **Comunicado Técnico N. 138**. Embrapa Caprinos e Ovinos Costeiros, 2014. 8 p.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22–27, set. 2007.

SANTOS, M. V.; SILVA, D. V.; FONSECA, D. M.; REIS, M. R.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; OLIVEIRA, F. L. R. 2015. Componentes produtivos do milho sob diferentes manejos de plantas daninhas e arranjos de plantio em sistema agrossilvipastoril. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.9, p.1545-1550.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M. Cultivo de milho sob influência de renques de paricá em Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. 2015. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável** (RBAS), v.(5):1, p.110-114.

VALENTE, M. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de; SILVA FILHO, E. P. Caracterização e mapeamento dos solos do campo experimental de Porto Velho, CPAFRO: Relatório Rondônia, 1997.

Cultivo de sorgo e *Brachiaria ruziziensis* na safrinha

Larissa Pacheco Borges⁽²⁾; Alessandro Guerra da Silva⁽¹⁾; Maria Mirmes Paiva Goulart⁽²⁾; Marco Antônio Buffara⁽³⁾; Eduíno Pacheco Neto⁽⁴⁾; Regis Mendes Teoro⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Rio Verde, GO; bolsista da FAPEG; larissa.pb@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal e da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde; ⁽³⁾ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde; ⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia da Universidade de Rio Verde.

RESUMO: A cultura do sorgo surge como alternativa para produção de grãos na safrinha, que juntamente com a braquiária, pode proporcionar cobertura do solo por maior tempo. Assim, o objetivo do trabalho foi identificar os benefícios do sistema de consorciação na produção de grãos de sorgo e massa seca em cultivo de safrinha. O ensaio foi conduzido a campo na safrinha de 2014 no município de Rio Verde-GO. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições, correspondendo a três sistemas de consórcio da *B. ruziziensis* (linha, entrelinha e lanço) associadas a cinco densidades de semeadura da forrageira (2, 4, 6, 8 e 10 sementes m⁻²) consorciados com o sorgo granífero BRS 330, além dos respectivos monocultivos de sorgo e braquiária. Foram avaliados, o rendimento de grãos de sorgo, o rendimento de massa seca de cada cultura bem como o somatório das mesmas. Para o rendimento de grãos de sorgo, constatou-se ausência de significância para todos os tratamentos, bem como para os valores obtidos em consórcio com os do monocultivo. Para o rendimento de massa seca, a maior parte dos tratamentos do consórcio apresentaram valores inferiores ao monocultivo de braquiária. Porém a rebrota de ambas as espécies permitiu a obtenção de rendimento de massa seca total semelhantes aos respectivos monocultivos de braquiária com valor médio de 39% superior ao monocultivo do sorgo.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, rendimento, entressafra

INTRODUÇÃO

Atualmente, a diversificação e integração de atividades na propriedade rural tem se tornado uma ferramenta fundamental para a estabilidade do agronegócio. A agricultura moderna tem priorizado processos que intensifiquem a maximização no uso

do solo, de insumos e conhecimentos tecnológicos, visando o aumento da rentabilidade e, conseqüentemente, de competitividade (Bonaudo et al., 2014; Lemaire et al., 2014).

A grande dificuldade enfrentada na região dos cerrados é a manutenção da palhada na superfície do solo no período da entressafra (Kliemann et al., 2006). Neste contexto, as culturas de safrinha são fundamentais para a implantação e viabilização do sistema, por proporcionarem cobertura do solo por maior tempo (Horvathy Neto et al., 2012).

O consórcio de sorgo com braquiária na entressafra é uma técnica de cultivo promissora, pois o sistema permite a produção de grãos e forragem (Ribeiro et al., 2015). O êxito desses sistemas de consórcio nas regiões do cerrado se deve ao fato de que a palhada acumulada pelas plantas consorciadas proporciona um ambiente favorável à recuperação ou manutenção das propriedades do solo (Entz et al., 2002). Portanto, a presença de uma boa cobertura do solo é importante para promover melhoria das condições físicas, químicas e biológicas em médio prazo e contribuir com a produção e o desenvolvimento das plantas (Bell et al., 2014).

Assim, o objetivo do trabalho foi identificar o sistema de semeadura de braquiária em diferentes densidades no rendimento de grãos de sorgo e massa seca de ambas culturas em cultivo de safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido a campo (17°47'22,3"S; 50°57'40,1"W e 737 m de altitude) na safrinha de 2014 no município de Rio Verde-GO, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, cultivado no sistema de semeadura direta com soja como cultura de verão.

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições, correspondendo a três sistemas de consórcio da *B. ruziziensis* (linha, entrelinha e lanço) associadas a cinco densidades de semeadura da forrageira (2, 4, 6, 8 e 10 sementes m⁻²) consorciados com o sorgo granífero BRS 330 (ciclo médio, de panículas semiabertas, com grãos vermelhos e sem tanino), além dos respectivos monocultivos de sorgo e braquiária. A forrageira escolhida foi a *Brachiaria ruziziensis* que tem como características os colmos decumbentes, racemos curtos, pilosidade intensa e produz massa para cobertura do solo. As parcelas foram constituídas de sete linhas de semeadura do sorgo, com 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si. A área útil foi obtida desconsiderando as duas linhas laterais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade.

No sistema de consórcio na linha, a braquiária foi semeada a 10 cm de profundidade, sendo colocadas junto com o fertilizante. Posteriormente efetuou-se o cobertura das sementes com 8 cm de terra sendo semeado o sorgo logo em seguida cobrindo-o com 2 cm. No consórcio da entrelinha, foram feitos sulcos de semeadura da braquiária nas entrelinhas do sorgo nas profundidades de 10 cm. Adotou-se, para este sistema, a mesma profundidade de semeadura do sorgo do consórcio na linha. No sistema a lanço, a braquiária foi semeada a lanço manualmente e posteriormente o sorgo, sendo implantado a 2 cm de profundidade, utilizando a mesma profundidade de semeadura em monocultivo para ambas as culturas.

Na colheita do sorgo foram avaliadas, o rendimento de grãos (colheita das panículas, com posterior debulha e pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%). Após a colheita do sorgo, foi feito um corte a 30 cm de altura para uniformização das plantas. As braquiárias permaneceram ainda mais 93 dias em campo, juntamente com a resteva do sorgo. Na mesma época, foram avaliados, para a cultura do sorgo e da braquiária, o rendimento de massa seca de cada cultura bem como o somatório das mesmas para quantificação do rendimento de massa seca total (palhada).

Delineamento e análise estatística

A análise estatística foi realizada com uso dos programas estatísticos Sisvar e Genes. Em uma primeira etapa, realizou-se a análise de variância individual e em seguida à análise combinada entre os dados obtidos em consórcio e em monocultivo. Para a comparação das médias do consórcio, empregou-se, quando constatada significância, o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação dos sistemas de semeadura e análise

de regressão para as densidades de braquiária. Entre as médias obtidas em consórcio com as do monocultivo, realizou-se a comparação por meio de contrastes pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise do rendimento de grãos do sorgo granífero, constatou-se ausência de significância para os sistemas de implantação e densidades de semeadura da braquiária, bem como os valores obtidos em consórcio com os do monocultivo (**Tabela 1**). O cultivo em conjunto das duas gramíneas na mesma área, em condições de safrinha, não ocasionou competição das espécies por água, luz, nutrientes e espaço físico, permitindo que sorgo apresentasse valores semelhantes aos obtidos no monocultivo. Mesmo sem diferença estatística, o rendimento de grãos do sorgo no consórcio apresentou valores de até 31% superior (consórcio na linha com 2 sementes m⁻²) ao monocultivo (**Tabela 2**).

Ressalta-se que no consórcio não foi realizado nenhuma aplicação de herbicida para suprimir o crescimento das plantas de braquiária, devido a falta de herbicidas seletivos para aplicação em pós-emergência na cultura do sorgo. Além disso, é importante destacar que a *B. ruziziensis* apresenta crescimento inicial prostrado, e isso pode ter permitido que as plantas de sorgo se desenvolvessem mais rapidamente sem a interferência na fase inicial de desenvolvimento. É oportuno destacar que apesar dos resultados de pesquisa serem escassos no que se refere ao rendimento do sorgo na safrinha, os valores obtidos apresentaram semelhanças aos de outros trabalhos de pesquisa realizados na região Centro-Oeste (Heckler, 2002; Silva et al., 2013).

Devido a baixa rebrota das plantas de sorgo granífero na entressafra, após a colheita dos grãos devido a ausência de chuvas, e a presença de plantas de braquiária em estágio vegetativo, causando supressão às plantas de sorgo no consórcio, a maior parte dos tratamentos desse sistema apresentaram valores de rendimento de massa seca de sorgo inferiores ao monocultivo (**Tabela 2**). O mesmo ocorreu com a massa seca da braquiária.

No entanto, uma das grandes vantagens do consórcio é a complementação da produção de ambas as espécies, sem que resultem em diminuições no rendimento da cultura principal. Apesar do rendimento de massa seca de ambas espécies terem sido menor no consórcio, a rebrota de ambas as espécies permitiu a obtenção de valores (rendimento de massa seca total)

semelhantes aos respectivos monocultivos de braquiária (**Tabela 2**). Mesmo não tendo diferenças significativas, o valor médio do consórcio foi 39% superior ao monocultivo do sorgo. Isto mostra a eficiência de *B. ruziziensis* em completar a produção de massa seca em sistemas consorciados, como constatado em outros trabalhos de pesquisa com sorgo granífero (Horvath Neto, 2012; Silva et al., 2013). Isto mostra a eficiência de *B. ruziziensis* em completar a produção de massa seca em sistemas consorciados sem que resultem em diminuições no rendimento da cultura principal.

É oportuno destacar que na entressafra na região Centro-Oeste, as pastagens encontram-se debilitadas para uso na forma de pastejo do gado. A produção de biomassa para pastejo, mesmo não sendo o uso mais adequado da *B. ruziziensis*, permitirá a produção de volumoso na entressafra. Se respeitadas a taxa de lotação animal, não adotando valores altos de U.A., a biomassa de braquiária e de sorgo poderá ser usada na forma de pastejo. Caso contrário poderá ser dessecada antecipadamente, destacando a facilidade de dessecação da *B. ruziziensis* em relação às demais espécies de braquiária para implantação da cultura da soja (Ceccon e Concenço, 2014).

Os resultados obtidos em condições de consórcio comprovam o potencial do uso deste sistema em condições de safrinha na região dos cerrados. A associação de *B. ruziziensis* com sorgo granífero não afetou as características produtivas do cereal. Além disto, a consorciação de culturas com espécies gramíneas, com o tempo, traz benefícios para a conservação do solo (Kluthcouski et al., 2004), viabilizando o sistema de semeadura direta nos cerrados.

CONCLUSÕES

Os sistemas de consórcio e a densidade de semeadura da braquiária não interferiram no rendimento de grãos do sorgo na safrinha.

O consórcio de braquiária com o sorgo granífero mostrou-se vantajoso para ser implantado na safrinha, sendo, portanto, uma boa opção para o sistema plantio direto na região Centro-Oeste.

REFERÊNCIAS

Fontes de variação	GL	REND	RMSS	
Sistemas (S)	2	ns	ns	
Dens. Sem. (D)	4	ns	ns	
S x D	8	ns	ns	
Cons.x Monoc.	1	ns	**	
C.V. (%)		20,5	32,7	
Fontes de variação	GL	RMSB	GL	RMST
Sistemas (S)	2	ns	2	ns
Dens. Sem. (D)	4	ns	4	ns
S x D	8	ns	8	ns
Monocultivo	4	ns	5	ns
Cons. x Monoc.	1	**	1	ns
C.V. (%)		23,3		14,2

BELL, L. W.; MOORE, A. D.; KIRKEGAARD, J. A. Evolution in crop–livestock integration systems that improve farm productivity and environmental performance in Austrália. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 10–20, 2014.

BONAUDO, T.; BENDAHANB, A. B.; SABATIER, R.; RYSCHAWYA, J.; BELLONC, S.; LEGER, F.; MAGDA, D.; TICHIT, M. Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 43–51, 2014.

CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 319-326, 2014.

ENTZ, M. H.; BARON, V. S.; CARR, P. M.; MEYER, D. W.; SMITH, S. R.; MCCAUGHEY, W. P. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 240–250, 2002.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.517-520, 2002.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L.; ROCHA, V. S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 743-749, 2012.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura - pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, p. 106:1-20, 2004.

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R.; SILVA, J. T. Grain sorghum intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 39, p. 3759-3766, 2015.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013.

Tabela 1. Significâncias das variáveis rendimento de grãos (REND) e de massa seca do sorgo (RMSS), braquiária (RMSB) e massa seca total (RMST) do consórcio do híbrido granífero BRS 330 com *B. ruziziensis* nas densidades de 0, 2, 4, 6, 8, e 10 sementes puras viáveis m⁻² na safrinha de 2014, Rio Verde-GO.

**; ns: significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios de rendimento de grãos de sorgo (REND) e massa seca do sorgo (RMSS), braquiária (RMSB) e massa seca total (RMST) do consórcio do híbrido granífero BRS 330 com *B. ruziziensis* nas densidades de 0, 2, 4, 6, 8, e 10 sementes puras viáveis m⁻² na safrinha de 2014, Rio Verde-GO.

Sistemas de consórcio	Densidades de semeadura (sementes puras viáveis m ⁻²)					Médias
	2	4	6	8	10	
REND (kg ha ⁻¹)						
Linha	2.663 a	2.050 a	2.295 a	2.336 a	2.383 a	2.345 a
Entrelinha	2.285 a	2.295 a	2.428 a	2.089 a	2.087 a	2.237 a
Lanço	2.048 a	2.151 a	2.303 a	2.345 a	2.282 a	2.226 a
Médias	2.332	2.165	2.342	2.257	2.251	2.269
Monocultivo	2.028					
RMSS (kg ha ⁻¹)						
Linha	1.108 a*	1.143 a*	1.126 a*	1.332 a*	1.110 a*	1.164 a
Entrelinha	1.214 a*	1.456 a	1.256 a*	1.080 a*	1.312 a*	1.263 a
Lanço	1.251 a*	1.288 a*	1.342 a*	1.127 a*	2.362 a*	1.474 a
Médias	1.191	1.296	1.241	1.180	1.595	1.300
Monocultivo	2.365					
RMSB (kg ha ⁻¹)						
Linha	2.693 a	2.337 a	2.330 a*	2.435 a	2.261 a*	2.411 a
Entrelinha	2.148 a*	2.572 a	2.171 a*	2.459 a	2.372 a*	2.345 a
Lanço	1.582 a*	1.925 a*	1.990 a*	2.234 a	2.344 a*	2.015 a
Médias	2.141	2.278	2.163	2.376	2.326	2.257
Monocultivo	3.945	3.543	3.725	3.423	4.014	
RMST (kg ha ⁻¹)						
Linha	3.801 a	3.480 a	3.456 a	3.767 a	3.371 a	3.575 a
Entrelinha	3.363 a	4.028 a	3.427 a	3.539 a	3.684 a	3.608 a
Lanço	2.833 a	3.213 a	3.332 a	3.361 a	4.706 a	3.489 a
Médias	3.332	3.574	3.405	3.556	3.920	Sorgo
Monocultivo	3.945	3.543	3.725	3.412	4.014	2.566

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*1,2 Médias diferem significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação aos monocultivos de braquiária e sorgo, respectivamente.

Cultivo de sorgo e *Brachiaria ruziziensis* na safra verão

Alessandro Guerra da Silva⁽¹⁾; Larissa Pacheco Borges⁽²⁾; Maria Mirmes Paiva Goulart⁽²⁾; Marco Antônio Buffara⁽³⁾; Paulo César Martins Pereira⁽⁴⁾; Ranier Vieira Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professor do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal e da Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO; silvaag@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, bolsista da FAPEG; ⁽³⁾ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde; ⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia da Universidade de Rio Verde.

RESUMO: O consórcio de sorgo com braquiária apresenta potencial para produção de grãos e palhada, visto a deficiência na produção de biomassa na entressafra. O objetivo do trabalho foi avaliar a associação de sorgo e *B. ruziziensis*, em diferentes densidades, que proporcione maior potencial de rendimento de grãos de sorgo e de massa seca de sorgo e braquiária. O ensaio foi conduzido a campo na safra verão 2013/2014 em Rio Verde-GO. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições, correspondendo a três sistemas de consórcio da *B. ruziziensis* (linha, entrelinha e lanço) com cinco densidades de semeadura da forrageira (2, 4, 6, 8 e 10 sementes m⁻²) consorciados com o sorgo granífero BRS 330, além dos respectivos monocultivos. Foram avaliados, o rendimento de grãos de sorgo e massa seca total de ambas espécies. O consórcio de sorgo granífero e *B. ruziziensis* no verão não afetou o rendimento de grãos de sorgo e a forrageira possibilitou acréscimos na produção de massa seca no consórcio.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, rendimento, sucessão de culturas

INTRODUÇÃO

A busca pela sustentabilidade na agricultura brasileira tem levado a uma diversificação e a integração de atividades na propriedade rural (Bonaudo et al., 2014; Lemaire et al., 2014). Neste aspecto, o consórcio de culturas anuais com gramíneas forrageiras tropicais, usado em sistemas de produção integração lavoura-pecuária, tem sido cada vez mais adotado por agricultores da região do Cerrado (Pacheco et al., 2008; Oliveira et al., 2015).

Uma das dificuldades enfrentadas na região Centro-Oeste para a manutenção do sistema plantio direto é a limitação para a produção de palhada na

época seca do ano (Borghini e Crusciol, 2007). O clima é um dos maiores entraves na manutenção da palhada na superfície do solo, pois, é caracterizado por altas temperaturas no decorrer do ano e estação seca prolongada no inverno, o que dificulta a implantação de espécies de cobertura e principalmente a permanência da palhada na superfície do solo (Pacheco et al., 2008). Nesta situação, as culturas como o milheto, o sorgo e as gramíneas forrageiras como as do gênero *Brachiaria* são fundamentais para aumentar o aporte de biomassa para cobertura do solo (Pariz et al., 2011; Simão et al. 2015).

O sorgo tem sido usado como uma cultura alternativa em sistemas de consorciação de culturas (Horvathy Neto et al., 2012, Silva et al., 2013). Do ponto de vista agrônomo, o uso de sorgo em consórcio com culturas forrageiras, especialmente as que pertencem ao gênero *Brachiaria*, justifica-se principalmente pelo potencial para a produção de grãos e massa seca dessas culturas, respectivamente. As braquiárias em questão são indicadas por acumular grande quantidade de biomassa, mesmo em condições edafoclimáticas adversas (Silva et al., 2013).

Poucas informações dizem respeito às recomendações de implantação da braquiária sobre a densidade de semeadura para aumentos de produção de massa seca. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a associação de sorgo e *B. ruziziensis* que proporcione maior potencial de rendimento de grãos de sorgo e de massa seca de braquiária consorciadas na linha, entrelinha e a lanço em diferentes densidades de braquiária cultivadas no centro-oeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido a campo (17°47'21,2"S; 50°57'40,8"W e 766 m de altitude) na safra 2013/2014 em Rio Verde-GO, em solo classificado

como Latossolo Vermelho distrófico, cultivado no sistema de semeadura direta.

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições, correspondendo a três sistemas de semeadura da *B. ruziziensis* (linha, entrelinha e lanço) em consórcio com sorgo granífero BRS 330 associadas a cinco densidades de *B. ruziziensis* (2, 4, 6, 8 e 10 sementes puras viáveis m⁻²), além dos respectivos monocultivos de sorgo e braquiária.

As parcelas foram constituídas de sete linhas de semeadura do sorgo, com 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si. A área útil foi obtida desconsiderando as duas linhas laterais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade.

No sistema de consórcio na linha, a braquiária foi semeada a 10 cm de profundidade, sendo colocadas junto com o fertilizante. Posteriormente efetuou-se o cobrimento das sementes com 8 cm de terra sendo semeado o sorgo logo em seguida cobrindo-o com 2 cm. No consórcio da entrelinha, foram feitos sulcos de semeadura da braquiária nas entrelinhas do sorgo nas profundidades de 10 cm. Adotou-se, para este sistema, a mesma profundidade de semeadura do sorgo do consórcio da linha. No sistema a lanço, a braquiária foi semeada a lanço manualmente e posteriormente o sorgo, sendo implantado a 2 cm, utilizando a mesma profundidade de semeadura em monocultivo para ambas as culturas.

Na colheita do sorgo foram avaliados o rendimento de grãos (colheita das panículas, com posterior debulha e pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%) e o rendimento de massa seca total a partir de três cortes nas plantas (coleta em 1,0 m² da biomassa do sorgo e da braquiária, que foram secas em estufa a 65°C até atingir peso constante).

Delineamento e análise estatística

A análise estatística foi realizada com uso dos programas estatísticos Sisvar e Genes. Em uma primeira etapa, realizou-se a análise de variância individual e em seguida à análise combinada entre os dados obtidos em consórcio e em monocultivo. Para a comparação das médias do consórcio, empregou-se, quando constatada significância, o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação dos sistemas de semeadura e análise de regressão para as densidades de braquiária. Entre as médias obtidas em consórcio com as do monocultivo, realizou-se a comparação por meio de contrastes pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância da cultura do sorgo permitiram constatar significâncias para rendimento de grãos (densidade de semeadura e para a interação sistema x densidade) (**Tabela 1**). Os rendimentos de grãos obtidos no consórcio variaram de 6.235 kg ha⁻¹ (consórcio na linha na densidade de 8 sementes puras viáveis m²) a 9.913 kg ha⁻¹ (semeadura a lanço na densidade de 2) (**Tabela 2**). Já em monocultivo, o sorgo BRS 330 proporcionou rendimentos de 7.902 kg ha⁻¹ de grãos. Portanto, pela análise dessa variável, pode-se perceber que o consórcio do sorgo granífero BRS 330 com a *B. ruziziensis* mostrou-se vantajoso, pois não foram constatadas diferenças significativas entre os valores do consórcio com os do monocultivo.

Estes resultados demonstram a viabilidade do consórcio para produção de grãos, independente do sistema de implantação da braquiária. Fato semelhante foi observado por Silva et al. (2015) em que o consórcio de BRS 310 com a *B. ruziziensis* não ocasionou redução no rendimento de grãos em relação ao monocultivo do sorgo. Porém, quando consorciado com outras espécies de braquiária, os autores puderam constatar reduções expressivas do rendimento do sorgo.

Destaca-se também que somente a semeadura realizada na linha promoveu menor rendimento de grãos de sorgo em relação ao sistema de semeadura a lanço na densidade de 2 sementes m⁻² (**Tabela 2**). Este fato é atribuído à competição das plantas de braquiária com as de sorgo por água, luz, nutrientes e espaço físico, visto que a braquiária foi semeada na mesma linha de semeadura do sorgo aumentando, assim, a intensidade de competição (Horvathy Neto et al., 2012).

A densidade de semeadura da braquiária influenciou o rendimento de grãos de sorgo (**Tabela 3**). O maior valor foi obtido quando se utilizou a densidade de 3,40 sementes m⁻² semeadas a lanço (**Tabela 3**). Para os sistemas de semeadura na linha e entrelinha, os maiores valores foram obtidos nas densidades de 6 e de 8 sementes m⁻², respectivamente. Em geral, com o aumento da densidade de sementes de braquiária o rendimento do sorgo diminuiu, tendo diferença de 20% entre a menor e a maior densidade de semeadura.

As vantagens de se cultivar braquiária juntamente com o sorgo em condições de cerrado, com o objetivo de produção de palhada para o sistema plantio direto, podem ser comprovadas pela obtenção de valores superiores de rendimento de massa seca total em relação aos respectivos monocultivos de braquiária e sorgo. No somatório

dos valores oriundos dos três cortes, pode-se observar que os consórcios da entrelinha nas densidades de 6 e 10 sementes m^{-2} , linha em 4, 8 e 10 sementes m^{-2} e a lanço na densidade de 6 sementes m^{-2} , possibilitaram maiores valores em relação aos monocultivos de sorgo e de braquiária (Tabela 2).

O rendimento superior do consórcio demonstra o incremento substancial de massa seca que a braquiária pode proporcionar em condições de consórcio, maximizando a produção de palha para implantação da cultura de verão. O efeito benéfico das braquiárias no incremento de massa seca foram também observados em outros trabalhos de pesquisa com o cultivo associado de sorgo granífero com braquiária nos consórcios na linha (Horvath Neto et al., 2012; Silva et al., 2015) e entrelinha (Silva et al., 2013; 2014).

A excelente capacidade de rebrota das plantas da *B. ruziziensis* foi possível devido o consórcio ter sido instalado no início do período chuvoso. A rebrota das plantas, após a colheita do sorgo, com registro de temperaturas médias acima de 25°C e a ocorrência de precipitação durante o desenvolvimento das plantas, possibilitou a obtenção de elevados valores de rendimentos de matéria seca. É oportuno destacar que os valores do consórcio foram oriundos de três cortes das plantas de braquiária (na colheita do sorgo e aos 79 e 176 dias após a colheita do cereal). Esta produção de biomassa possibilita o uso para produção de forragem, podendo ser usada para pastejo na entressafra, período em que as pastagens do cerrado brasileiro encontram-se debilitadas para produção de alimento para o gado.

Além da produção de massa seca em consórcio, o sistema permite ainda a produção de grãos de sorgo, possibilitando uma renda adicional ao produtor rural pela comercialização com as agroindústrias instaladas na região Centro-Oeste.

CONCLUSÕES

A associação da *B. ruziziensis* com o sorgo granífero BRS 330 não ocasionou redução no rendimento de grãos.

O aumento da densidade de semeadura de braquiária ocasionou redução da produção de massa seca do sorgo, contudo, houve aumento no rendimento de massa seca considerando a produção de ambas as culturas.

REFERÊNCIAS

BONAUDO, T.; BENDAHANB, A. B.; SABATIER, R.; RYSCHAWYA, J.; BELLONC, S.; LEGER, F.; MAGDA, D.; TICHIT, M. Agroecological principles for the redesign of

integrated crop–livestock systems. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 43–51, 2014.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.163-171, 2007.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L.; ROCHA, V. S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e palhada na entressafra. **Agrária**, Recife, v. 7, suppl., p. 743-749, 2012.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. DE F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

OLIVEIRA, A. M. E.; ROCHA, E. C.; BARRETO, V. C. DE M.; PELÁ, A.; DA SILVA, A. Evaluation and comparison of soil under integrated crop–livestock–forest system in the southeast of Goiás, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 49, p. 4461-4468, 2015.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; DE MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C.; Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

SILVA, A. G.; HORVATH NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; BRACCINI, A. L. Seleção de cultivares de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 697-705, 2014.

SIMÃO, E. de P.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTOS, E. A.; BARCELOS, V. G. F. Estratégias para produção de forragem utilizando milho, sorgo e milheto na região central de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 75-87, 2015.

Tabela 1. Significâncias das variáveis rendimento de grãos de sorgo (REND) e massa seca total (RMST) do consórcio do híbrido granífero BRS 330 com *B. ruziziensis* nas densidades de 0, 2, 4, 6, 8, e 10 sementes puras viáveis m⁻² na safra verão 2013/14, Rio Verde-GO.

Fontes de variação	GL	REND	GL	RMST
Sistemas (S)	2	ns	2	ns
Dens. Sem. (D)	4	**	4	ns
S x D	8	**	8	ns
Cons. x Monoc.	1	ns	1	**
Monocultivo			5	ns
C.V. (%)		16,62		14,5

**; *, ns: significativo a 1 e a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios de rendimento de grãos de sorgo (REND) e massa seca total (RMST) do consórcio do híbrido granífero BRS 330 com *B. ruziziensis* nas densidades de 0, 2, 4, 6, 8, e 10 sementes puras viáveis m⁻² na safra verão 2013/14, Rio Verde-GO.

Sistemas de consórcio	Densidades de semeadura (sementes puras viáveis m ⁻²)					Médias
	2	4	6	8	10	
	REND (kg ha ⁻¹)					
Linha	6.708 b	7.949 a	9.357 a	6.235 a	7.426 a	7.535 a
Entrelinha	7.985 ab	7.915 a	7.385 a	8.169 a	6.338 a	7.558 a
Lanço	9.913 a	7.767 a	7.752 a	6.992 a	5.840 a	7.653 a
Médias	8.202	7.877	8.165	7.132	6.535	7.582
Monocultivo	7.902					
	RMST (kg ha ⁻¹)					
Linha	13.866 a	16.309 a ^{*1,2}	13.502 a	16.603 a ^{*2}	15.656 a ^{*1,2}	15.187 a
Entrelinha	14.586 a	12.365 a	18.204 a ^{*1,2}	13.013 a	14.794 a ^{*1,2}	14.592 a
Lanço	9.992 a	12.539 a	13.841 a ^{*2}	10.344 a	13.550 a	12.053 a
Médias	12.815	13.738	15.182	13.320	14.667	Sorgo
Monocultivo	11.076	10.004	11.224	11.692	10.245	9.577

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{*1,2} Médias diferem significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação aos monocultivos de braquiária e sorgo, respectivamente.

Tabela 3. Modelos, coeficiente de determinação (R²) e significância (P valor) de regressões ajustadas para as características rendimento de grãos de sorgo (REND) do consórcio do híbrido granífero BRS 330 com *B. ruziziensis* nas densidades de 0, 2, 4, 6, 8, e 10 sementes puras viáveis m⁻² na safra verão 2013/14, Rio Verde-GO.

Sistemas	Modelos	R ²	P (valor) (%)	Ponto de max/min.
	REND			
Linha	Sem ajuste	-	-	-
Entrelinha	Sem ajuste	-	-	-
Lanço	Y = 7.717,93 + 447,39x - 65,67x ²	61,39	1	3,40
Média	Y = 7.519,04 + 322,97x - 42,95x ²	89,15	1	3,75

Densidade de plantas e seus efeitos nos componentes de rendimento na cultura do milho

Maicon Andreo Drum⁽¹⁾; André Luis Vian⁽²⁾; Christian Bredemeier⁽³⁾; Jhonatan Alves da Silva⁽¹⁾; Marcos Alexandre Turra⁽⁴⁾; Elizandro Fochesatto⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante de graduação em agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; maicon.drum@ufrgs.br; jhonatan.alves@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutorando em fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; andre.vian@ufrgs.com; elizandrofochesatto@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor do departamento de plantas de lavoura; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; bredemeier@ufrgs.br; ⁽⁴⁾ Mestrando em fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; marcosturra2008@hotmail.com.

RESUMO: Os recursos genéticos associados com os recursos edafo-climáticos disponíveis junto com a utilização do manejo adequado para a cultura do milho, atualmente, permitem que altas produtividades possam ser alcançadas. Através do ajuste da densidade de plantas pode-se aumentar a eficiência na interceptação da radiação solar incidente pela cultura. Com isso, objetivou-se avaliar os componentes do rendimento e o rendimento de grãos de milho em diferentes populações de plantas. O experimento foi conduzido na safra 2015/16 na EEA/UFRGS, em um Argissolo Vermelho Distrófico. Os tratamentos foram constituídos por oito densidades de plantas de milho (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 plantas m⁻²), utilizou-se o híbrido Morgan 30A77PW, com espaçamento entre linhas de 0,50 metros. Os dados de componentes de rendimento e de rendimento foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM (Statistical Analysis System - SAS 8.0). Posteriormente cada componente foi analisado através de análise de regressão. As baixas densidades apresentaram alta eficiência na captação de recursos do ambiente, maximizando as respostas dos componentes de rendimento. Enquanto, densidades acima da população ideal proporcionaram redução dos componentes de rendimento, como a produção por planta. Observa-se que todos os componentes de rendimento apresentam variação em função da densidade populacional de plantas, sendo este manejo indispensável no manejo para incrementar o

rendimento de grãos. O incremento da densidade populacional promove redução no rendimento de grãos.

Termos de indexação: densidade populacional, competição intraespecífica, rendimento.

INTRODUÇÃO

As projeções de produção de milho, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020. O crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade. Enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano nos próximos anos, a área plantada deverá aumentar apenas 0,73% (MAPA, 2016).

Os recursos genéticos associados com os recursos edafo-climáticos disponíveis junto com a utilização do manejo adequado para a cultura do milho, atualmente, permitem que altas produtividades possam ser alcançadas. Segundo Argenta et al. (2003), o potencial de rendimento de grãos em cada ambiente depende principalmente de quatro fatores: da eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa incidente, da eficiência de conversão da radiação interceptada em biomassa vegetal, do híbrido que será utilizado e principalmente de todo o manejo empregado durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Desta forma, o arranjo de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar o rendimento de grãos, sendo a forma fácil de abranger os quatro fatores que interferem no ambiente agrícola. Pois permite que as plantas sejam melhores distribuídas na área, apresentando

assim, um melhor aproveitamento dos recursos edafo-climáticos do ambiente de produção. Possibilitando também, obter maior eficiência na absorção de água e nutrientes. Maximizando a expressão do potencial genético do híbrido.

O ajuste de uma densidade de plantas homogênea para um talhão ou um ajuste variável desta densidade de plantas no talhão através de zonas de manejo, em função das condições apresentadas pelo ambiente de produção, promovera alterações em seus componentes de rendimento, o que promove variação no rendimento final de grãos.

Segundo Lopes et al. (2007), existem vários estudos dos efeitos diretos e indiretos entre o rendimento de grãos e seus componentes na cultura de milho. Entretanto, estes não consideram as relações de causa e efeito entre caracteres primários determinantes do rendimento (peso e número de grãos) e secundários (características morfológicas da espiga).

Na cultura do milho, espigas enormes não são necessariamente indicativos de elevado rendimento, elas podem ser consequência de baixa densidade populacional e/ou sub-aproveitamento dos recursos do ambientais (Sangoi et al., 2010). Todavia, o número de plantas dominadas, aquelas com atraso em relação ao restante da lavoura que produzem poucos grãos ou, em alguns casos, nem emitem espigas tendem a aumentar com o incremento da densidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos nos componentes do rendimento e o rendimento de grãos de milho sob oito densidades populacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo, na safra 2015/2016 na EEA/UFRGS, no município de Eldorado do Sul (RS). A área experimental está situada na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), em uma altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de Koppen (IPAGRO, 1979).

A precipitação pluvial média anual em Eldorado do Sul é de 1440 mm e a temperatura do ar média mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes (Bergamaschi et al., 2003). O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008).

Os tratamentos utilizados foram oito (8) densidades populacionais (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11

plantas m⁻²). A semeadura foi realizada na segunda semana de setembro de 2015, sendo cada parcela constituída de seis linhas de semeadura de oito metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m. As parcelas foram semeadas com a densidade de 13 plantas m⁻², e aos 14 dias após a emergência, as diferentes densidades populacionais foram ajustadas por desbaste manual.

Os tratamentos foram alocados no delineamento experimental de blocos ao acaso dentro da área, com quatro repetições. A adubação na semeadura foi de 300 kg/ha de NPK da fórmula 5-20-20, e a adubação de cobertura foi de 350 kg/ha de nitrogênio, parceladas em duas aplicações, nos estádios V4 (150 kg/ha) e V8 (200 kg/ha). O híbrido utilizado foi o Morgan 30A77PW, caracterizado como precoce e com finalidade para produção de grãos. Os tratos culturais foram realizados segundo as recomendações técnicas da cultura do milho (Reunião, 2013).

Na área útil da parcela, constituída de quatro linhas centrais com seis metros de comprimento, avaliou-se: (i) número de plantas dominadas: sendo aquelas que apresentavam atraso de desenvolvimento em relação ao padrão das outras e/ou com espiga inferior a 10 cm; (ii) número de espigas: média da parcela multiplicado pelo número de plantas ha⁻¹; (iii) rendimento de grãos: após a trilha, a massa de grãos de cada parcela foi pesada e corrigida para a umidade de 130 g kg⁻¹, sendo o valor extrapolado para kg/ha; (iv) produção média de grãos por planta: razão entre o rendimento de grãos e o número de planta na área e (v) peso de 100 grãos: onde foram contadas 4 repetições de 100 grãos e realizada a média.

Os dados de componentes de rendimento e de rendimento foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM (SAS, 2011). Posteriormente cada componente foi analisado através de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento de plantas dominadas em função do incremento da população de plantas é apresentado na **figura 1**. Em baixas densidades populacionais, os valores mantiveram-se constantes, em função da baixa competição intraespecífica, porém quando a competição aumenta, neste caso, acima de 8 plantas m⁻², ou seja, 80.000 plantas ha⁻¹, o incremento de plantas dominadas é linear, atingindo até 16000 plantas dominadas ha⁻¹. Isto é resultante do aumento da competição intraespecífica por recursos do ambiente, principalmente água, luz e nutrientes

(Sangoi, 2010).

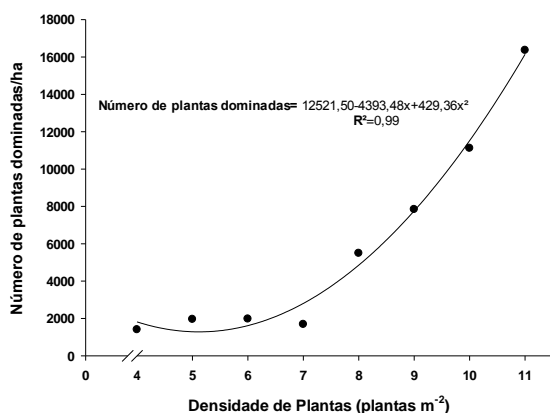


Figura 1. Número de plantas dominadas em relação ao incremento da densidade de plantas.

O número de espigas ha⁻¹ (figura 2), obteve incremento quadrático. O comportamento deste componente sofre influência do componente anterior, apresentado na figura 1, pois como ocorreu o incremento no número de plantas dominadas em função do incremento da densidade de plantas, houve uma redução no número de espigas em todas as densidades populacionais (Sangoi et al., 2012), ou seja, o componente número de espigas sofre influência do número final de plantas por área ou população final e também pelo número de plantas dominadas (Vian et al., 2016).

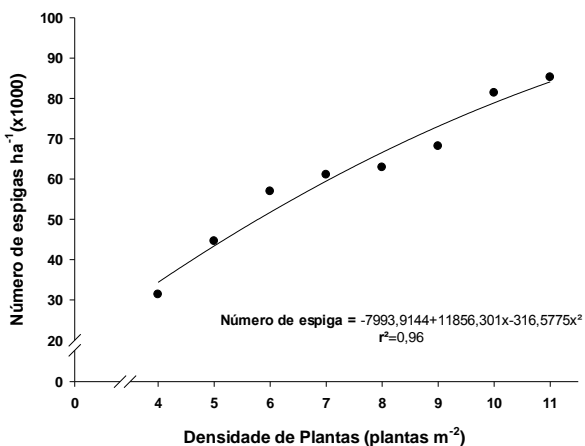


Figura 2. Número de espigas ha⁻¹ em relação ao incremento da densidade de plantas.

O rendimento de grãos (figura 3), respondeu positivamente até a população ideal. O maior rendimento de grãos foi encontrado na população de 6 plantas m⁻², definindo a melhor combinação do genótipo ao ambiente. Densidades populacionais inferiores a esta, apresentaram alta capacidade em

captar os recursos disponíveis, porém o fator limitante foi a baixa densidade populacional, ou seja, poucas plantas por área, como forma de minimizar a baixa densidade, as plantas realizaram a compensação com o incremento dos componentes de rendimento. Entretanto, densidades superiores potencializaram a extração aumentando a demanda, com isso tornaram os recursos insuficientes e acentuaram a competição intraespecífica, fazendo com que as plantas reduzissem o aporte energético em grãos e aumentassem em crescimento, como forma de reduzir os danos causado pela competição.

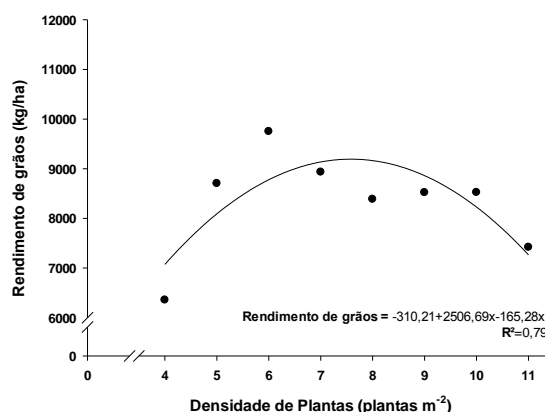


Figura 3. Rendimento de grãos em relação ao incremento da densidade de plantas.

Concomitante, a produção média de grãos por planta decresceu com o incremento da população (figura 4). Observa-se que nos extremos, como 4 plantas m⁻² o rendimento foi máximo por planta, evidenciando que as condições ambientais estavam favoráveis porém a densidade de plantas foi baixa. Enquanto, 11 plantas m⁻² resultaram na menor produção por planta, quando comparado a menor densidade populacional, neste caso havia muitas plantas por área, porém os recursos edafoclimáticos tornaram-se limitantes. Corroborando que, em baixas densidades, a produção individual por planta é máxima, mas a produtividade por área é pequena. Aumentando-se a densidade, a produção por planta tende a diminuir, porém a produtividade por área aumenta, até alcançar um máximo, quando a produção individual e por área começam a reduzir, como relatado por Calonego et al., (2011).

Dessa forma, densidades acima da população ideal proporcionam maior número de espigas na área, porém estas com produção por planta menor, e junto com o aumento no número de plantas dominadas promovem queda da produtividade na área.

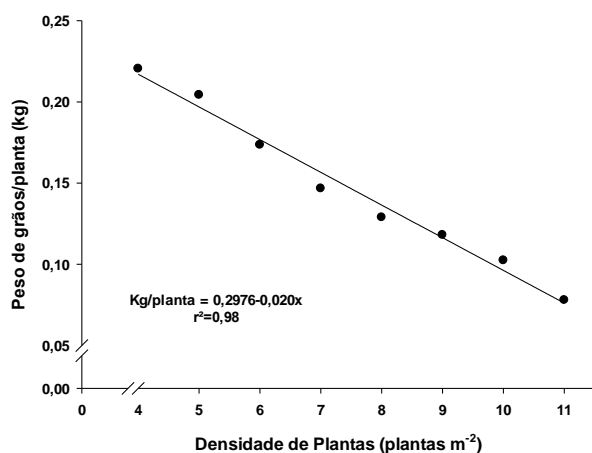


Figura 4. Produção média de grãos por planta em relação as densidades de plantas.

O peso de 100 grãos também sofreu interação com a densidade de plantas, conforme apresentada a (figura 5). Com base nas informações disponíveis no catálogo do híbrido observa-se que o peso médio de 100 grãos é de 27 mg, para densidades populacionais de 5,5 plantas m⁻². Desta maneira, observa-se que o efeito da densidade de plantas afetou significativamente o peso dos grãos. O efeito provocado nas baixas densidades foi de aumentar o peso do grão para buscar o efeito compensatório, já observando as altas densidades encontra-se o efeito oposto, pois como há muitas plantas o grão tende a reduzir seu peso.

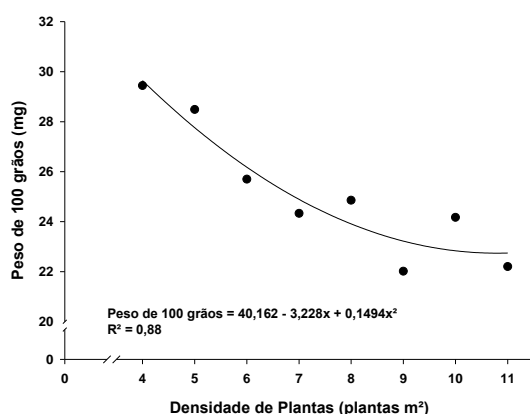


Figura 5. Peso 100 grãos (miligramas) em relação as densidades de plantas.

CONCLUSÕES

Observa-se que todos os componentes de rendimento apresentam variação em função da densidade populacional.

A densidade de plantas de 6 plantas m⁻² foi a que apresentou o maior rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C.; STRIEDER, M. L.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. *Scientia Agraria*, v.4, n. 1-2, p. 27-34, 2003.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R.; CARDOSO, L.S.; SILVA, M.I.G. *Clima da Estação Experimental da UFRGS* (e região de abrangência). Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.

CALONEGO, J.C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. *Revista Agrarian*, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

IPAGRO. *Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272p. (Boletim Técnico, 3).

LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.6, p.1536-1542, 2007.

MAPA - Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Culturas: Milho. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em 02 de maio de 2016.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO. **LVIII Reunião Técnica Anual de Milho e XLI Reunião Técnica Anual de Sorgo: indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas, RS, 2013. 124p.

SANGOI, L. SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64 p.

SANGOI, L. et al. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 11, n. 3, p. 268-277, 2012.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

VIAN, A.L.; SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; SIMON, D.H.; DAMIAN, J.D.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.



SAS – Statistical Analysis System. Disponível em
<http://www.sas.com/pt_br/home.html>. Acesso em 4 de
novembro de 2012.

Densidade populacional de milho e adubação de cobertura na severidade de Helmintosporiose em espaçamento reduzido

Bruno Schoroeder⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Antoniele de Fátima Serpa⁽³⁾; Alan Junior Stadler⁽⁴⁾; João Vitor Finoketi⁽⁵⁾; Kathia Szeuczuk⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante - graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; e-mail: brunoxd1942@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽³⁾ Estudante de pós-graduação - Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁴⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁵⁾ Estudante - graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR; ⁽⁶⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; PR.

RESUMO: O espaçamento reduzido tem sido apontado como uma importante prática de manejo para maximizar o rendimento de grãos de milho. Objetivou-se avaliar a severidade da doença helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) por meio da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em diferentes densidades e níveis de adubações nitrogenadas em cobertura, em espaçamento reduzido, no município de Guarapuava - PR. O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV. Foram utilizados seis híbridos de milho: AG8025Y, DKB240Y, P1630H, P30R50H, DKB390Y, P32R48H, três densidades de plantas: 60.000 plantas ha⁻¹, 75.000 plantas ha⁻¹ e 90.000 plantas ha⁻¹ e três níveis de adubação nitrogenada: 0 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ e 180 kg ha⁻¹. A avaliação da severidade da helmintosporiose ocorreu 7 dias após a segunda aplicação de fungicida em R1, sendo cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias, por três avaliadores, utilizando uma escala diagramática para quantificar e calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Helmintosporiose (AACPH) e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott. O híbrido P 1630H foi o que apresentou o maior valor de AACPH. Os híbridos considerados com arquitetura antiga foram superiores aos híbridos com arquitetura moderna, sendo mais tolerante à doença foliar Helmintosporiose, independente da dose de N e densidade populacional. Não houve diferença significativa na AACPH para as doses de N e para as três densidades avaliadas em ambos os grupos.

Termos de indexação: Doenças foliares, *Exserohilum turcicum*, densidade.

INTRODUÇÃO

O espaçamento reduzido, tem sido apontado como uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar o rendimento de grãos de milho através da otimização do uso de fatores de produção, como água, luz e nutrientes (Silva et al., 2014).

Alguns trabalhos evidenciam que a redução no espaçamento entrelinhas de 90 para 45 cm promovem aumento na produtividade de grãos em torno de 14% (Modolo et al., 2010) enquanto outros não obtiveram respostas significativas em relação ao espaçamento entrelinhas (Gilo et al., 2011).

Nesse contexto, se faz necessário avaliar as novas cultivares de milho em diferentes espaçamentos entrelinhas e diferentes densidades de plantas, considerando que os novos genótipos disponíveis no mercado possuem porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta, a chamada arquitetura moderna, sendo mais produtivos em relação aos materiais mais antigos (Alvarez et al., 2006; Silva et al., 2014).

A produtividade de um híbrido de milho depende de diversos manejos, entre eles destaca-se a adubação nitrogenada, que pode determinar uma maior ou menor predisposição às doenças (Carvalho et al., 2013) e segundo Miguel et al. (2015), além de promover acréscimo na produtividade, constitui uma das alternativas para minimizar os efeitos das principais doenças foliares.

Dentre as principais doenças foliares que acometem a cultura, pode-se destacar a helmintosporiose, causada pelo fungo *Exserohilum turcicum*, iniciando o processo de infecção nas folhas inferiores e progredindo posteriormente para as folhas superiores, apresentando lesões necróticas e elípticas (Zanatta, 2013) e de acordo com Casela et al. (2006), foram relatadas no Brasil perdas em até 50% devido a ocorrência dessa doença.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a severidade da doença helmintosporiose (*E. turcicum*) por meio da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em híbridos de milho de arquitetura de planta moderna e antiga e em condições de diferentes densidades e níveis de adubações nitrogenadas em cobertura, no município de Guarapuava – PR, em espaçamento reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Guarapuava, na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006), com temperatura média dos meses de outubro a março de 19°C (Inpe, 2016).

Tratamentos e amostragens

Foram utilizados seis híbridos de milho: AG8025Y, DKB240Y, P1630H, P30R50H, DKB390Y, P32R48H, três densidades de plantas: 60.000 plantas ha⁻¹, 75.000 plantas ha⁻¹ e 90.000 plantas ha⁻¹ e três níveis de adubação nitrogenada: 0 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ e 180 kg ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma manual, com a utilização de matracas, depositando 45 sementes por metro linear nas linhas anteriormente sulcadas, em profundidade média de 4 cm. Quando as plantas estavam no estágio fenológico V3 (três folhas expandidas), foi realizado desbaste objetivando ajustar e assegurar as populações almejadas em cada parcela, as quais foram mantidas até o ponto de colheita.

Para a adubação de base, foi utilizado o fertilizante NPK de fórmula comercial 12-30-10 na dosagem de 350 kg ha⁻¹, para todos os tratamentos,

conforme recomendações da comissão de fertilidade do solo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Para a adubação nitrogenada de cobertura foi utilizado ureia granulada (45% N), em três níveis: 0, 90 e 180 kg de N ha⁻¹. A primeira aplicação foi realizada de forma manual, em cobertura superficial à lanço e sob condições de umidade, quando as plantas atingiram o estágio de três a quatro folhas (V3-V4) e a segunda aplicação foi realizada quando as plantas atingiram o estágio seis a sete folhas (V6-V7).

A avaliação da severidade da doença foliar helmintosporiose ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS) e 7 dias após a segunda aplicação de fungicida (DAA) no estágio fenológico R1, sendo realizadas cinco tomadas de dados com intervalo de 7 dias entre as mesmas, por três avaliadores. Foi utilizada uma escala de notas para quantificar a severidade de doença em cada parcela, com uma escala diagramática (Agroceres, 1996). Para avaliar o progresso das doenças foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Helmintosporiose (AACPH), seguindo a padronização de Shaner e Finney (1977).

As colheitas foram feitas manualmente após a maturação fisiológica das plantas no dia 03 de abril/2013 e após trilhadas e a umidade corrigida para 13% para determinar a produtividade.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, em esquema fatorial 6x3x3, sendo 54 tratamentos a campo. Foram utilizados seis híbridos de milho, três densidades de plantas e três níveis de adubação nitrogenada, totalizando 162 parcelas em cada local. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 m, onde cada parcela contou com uma área total de 13,5 m², constituída de 6 linhas de 5 m de comprimento.

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley (Ramalho et al., 2000). Na sequência as médias foram submetidas às análises de variância individual, envolvendo cada local de cultivo. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de

probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da AACPH nas diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura e para as três densidades de plantas avaliadas, para os Grupos 1 e 2 avaliados, encontram-se representados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias da área abaixo da curva de progresso da helmintosporiose (AACPH) obtidos para os diferentes híbridos de milho associada à densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura, no espaçamento 0,45 m no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2016.

HÍBRIDOS	60.000		
	0N	90N	180N
AG 8025Y	560,88 b	475,38 b	436,14 b
DKB 240Y	331,30 b	272,00 b	308,94 b
P 1630H	1230,22 a	1220,46 a	1166,70 a
Grupo 1*	707,47 aA	655,95 aA	637,26 aA
P 30R50H	399,78 b	489,41 b	318,11 b
DKB 390Y	496,38 b	435,68 b	534,14 b
P 32R48H	422,56 b	410,02 b	404,70 b
Grupo 2*	439,57 bA	445,04 bA	418,99 bA
HÍBRIDOS	75.000		
	0N	90N	180N
AG 8025Y	550,50 b	424,6 b	354,60 b
DKB 240Y	312,82 c	280,10 b	218,33 b
P 1630H	1191,94 a	1192,85 a	1119,03 a
Grupo 1*	685,09 aA	632,52 aA	563,95 aA
P 30R50H	434,84 c	359,60 b	493,95 b
DKB 390Y	629,00 b	458,46 b	414,26 b
P 32R48H	350,19 c	498,10 b	318,76 b
Grupo 2*	471,34 bA	438,72 bA	408,99 bA
HÍBRIDOS	90.000		
	0N	90N	180N
AG 8025Y	379,91 c	418,31 b	394,04 b
DKB 240Y	288,04 c	259,71 c	252,55 b
P 1630H	1287,90 a	1138,28 a	1121,16 a
Grupo 1*	651,95 aA	605,44 aA	589,25 aA
P 30R50H	436,20 c	546,91 b	383,57 b

DKB 390Y	586,19 b	449,43 b	415,24 b
P 32R48H	527,43 b	566,22 b	506,82 b
Grupo 2*	516,61 bA	520,85 aA	435,21 bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de probabilidade 5%.

* Grupo 1: Híbridos considerados arquitetura moderna; e Grupo 2: Híbridos considerados arquitetura antiga.

Pode-se observar na tabela 1 que para todas as densidades, o híbrido P 1630H do grupo 1 foi o que apresentou o maior valor de AACPH, diferindo estatisticamente dos demais híbridos do mesmo grupo, independente da dose de N aplicada em cobertura. Os demais híbridos desse grupo não apresentaram diferença estatística entre si e entre os tratamentos nas densidades de 60.000 e 75.000 plantas ha⁻¹.

Já para o grupo 2 não foi possível observar diferença entre os híbridos e entre os tratamentos, os quais se igualaram estatisticamente na AACPH. O grupo 2, considerado híbridos de arquitetura antiga, foi superior ao grupo 1, diferindo se estatisticamente, no comparativo entre as médias da severidade da doença.

O híbrido P 1630H, que compõe o Grupo 1, é considerado susceptível a doença, e apresentou os maiores valores de AACPH para todas as densidades de plantas e doses de adubação nitrogenada em cobertura dos híbridos utilizados. Desta forma, verificou-se que a susceptibilidade do genótipo fez com que houvesse diferença significativa entre os grupos de híbridos. As condições climáticas no local do experimento foram favoráveis ao aparecimento da doença, com temperaturas moderadas e presença de orvalho (Casela et al., 2006).

Na densidade de 75.000 plantas ha⁻¹ houve diferença significativa entre os grupos, independente da dose de N aplicada. Porém, na densidade de 90.000 plantas ha⁻¹, na dose de adubação nitrogenada em cobertura de 90 kg ha⁻¹ de N, não houve diferença significativa entre os grupos.

Tanto o Grupo 1 quanto o Grupo 2, não apresentaram alterações significativas na severidade da helmintosporiose, em resposta às doses de adubação nitrogenada em cobertura ou às densidades de plantas utilizadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Faria et al.

(2015), que ao avaliar a interação genótipos x densidade, não encontraram diferença significativa para a severidade das principais doenças foliares.

Neste sentido, Santos et al. (2013), citam, que um dos métodos de controle da helmintosporiose é justamente o uso de adubação nitrogenada, sem excesso, afirmando que para alguns dos genótipos de milho avaliados, encontraram resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho, observando que alguns genótipos de milho não apresentaram alterações significativas na severidade da helmintosporiose em resposta à adubação nitrogenada.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os híbridos considerados com arquitetura antiga (grupo 2), foram superiores aos híbridos com arquitetura moderna (grupo 1), sendo mais tolerante à doença foliar Helmintosporiose, independente da dose de N e densidade populacional.

Não houve diferença significativa na AACPH para as doses de N e para as três densidades avaliadas em ambos os grupos.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do grupo de pesquisa Núcleo de Plantio Direto, à Capes e Fundação Araucária pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agrônomicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 402-408, 2006.
- CARVALHO, D. O.; POZZA, E. A.; CASELA, C. R.; COSTA, R. V.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, C. O. Adubação nitrogenada e potássica na severidade da antracnose em dois cultivares de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 380-387, mai/jun, 2013.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. **Circular técnica 83**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 14p. dez. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 306p. 2006.
- FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D. A.; GRALAK, E.; SILVA, C. A.; FARIA, C. M. D. R. Análise dialética da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 123-134, jan./fev. 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov/dez, 2011.
- GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 908-914, 2011.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/cidades/tempo/227>. Acesso em 27 de maio de 2016.
- MIGUEL, T. A.; TAKAHASHI, H. W.; BERND, L. P.; MONTAGNER, T.; BORDINI, J. G.; OMORI, A. M.; HIROOKA, E. Y.; ONO, E. Y. S. Efeitos da fertilização nitrogenada na contaminação de milho por fungos e fumonisinas. **Biosaúde**, Londrina, v. 17, n. 1, 2015.
- MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, p. 435-441, 2010.
- RAMALHO M. A. P.; FERREIRA D. F.; OLIVEIRA A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA. p. 326, 2000.
- SANTOS, G. R.; GAMA, F. R.; GONÇALVES, C. G.; RODRIGUES, A. C.; LEÃO, E. U.; CARDON, C. H.; BONIFACIO, A. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.4, p. 505-513, jul/ago, 2013.
- SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slowmildwing in knox wheat. **Phytopathology**, v.67, p.1051-1055, 1977.
- SILVA, A. F.; SCHONINGER, L. S.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional.



Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.2, p. 162-173, 2014.

ZANATTA, P. **Controle preventivo de doenças foliares em híbridos comerciais de milho com fungicidas em espaçamento reduzido. 2013.** 64f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Desempenho Agronômico de Cultivares de Milho Transgênico na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo no Biênio 2014/15 e 2015/16

Rogério S. Freitas⁽¹⁾; Aildson P. Duarte⁽¹⁾; Fernando Bergantin Miguel⁽³⁾; Paulo César L. Leão⁽⁴⁾; José Carlos Cavichioli⁽⁵⁾; Flávio Tokuda⁽⁶⁾;

^(1,2)Pesquisador Científico, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Campinas-SP; aildson@apta.sp.gov.br; e-mail: freitas@iac.sp.gov.br, ⁽⁵⁾Pesquisador Científico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA); e-mail: fbmiguell@apta.sp.gov.br; ⁽⁴⁾CATI/EDR de Orlandia-SP; e-mail: pauloleao@cati.sp.gov.br; ⁽⁵⁾Apta Alta Paulista, Adamantina, jccavichioli@apta.sp.gov.br; ⁽⁶⁾CATI/EDR de Votuporanga-SP, email: flavio.riolandia@gmail.com;

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar as principais cultivares de milho transgênico disponíveis no mercado regional e disponibilizar essas informações aos técnicos e agricultores. Os ensaios foram realizados em nove ambientes na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo, compreendendo seis locais e dois anos agrícolas (2014/15 e 2015/16). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 m espaçadas de 0,8 m, exceto em Riolândia, onde o espaçamento entre linhas foi 0,50 m, o mesmo das lavouras adjacentes. A população média final foi de 61.600 mil plantas ha⁻¹. As características avaliadas foram: florescimento masculino, acamamento e quebraimento das plantas, altura de plantas e de espigas, rendimento de espigas e produtividade de grãos corrigida para 13%. Os híbridos de milho mais produtivos nos ambientes avaliados foram 2B810 PW, AG8088 PRO2, MG699 PW, 30A37 PW, DKB310 PRO2, 2B587 PW, 2B610 PW com produtividade na faixa de 8.854 a 9.393 kg ha⁻¹.

Termos de indexação: estabilidade, produtividade de grãos, baixa altitude.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta importância singular para o Brasil, uma vez que seus grãos são utilizados como alimento tanto para nutrição animal, como para alimentação humana. É importante também para compor os sistemas de produção de cultura anuais pela sua alta produtividade de grãos e palha, podendo ser utilizado em cultivos predominantemente sequeiro no verão, na safrinha e irrigado no outono. Atualmente, são cultivados no

Brasil, aproximadamente 16 milhões de hectares (APPS 2016) com milho. Segundo Cruz et al. (2016) foram disponibilizado 477 cultivares de milho para cultivo no Brasil, sendo 284 transgênicas, com predominância de híbridos simples.

O uso de cultivares transgênicas tem propiciado novas formas de manejo de pragas e de plantas daninhas na cultura do milho, com impacto em todo sistema de produção. Contudo, o desempenho de cultivares depende de uma complexa interação entre o potencial genético da planta e dos fatores ambientais envolvidos. O uso de cultivares de alta produtividade e adaptadas às condições regionais permite o melhor aproveitamento dos fatores de produção, além de minimizar as perdas por estresses ambientais.

Desse modo, a escolha da cultivar deve atender às especificidades de cada região, uma vez que não existe uma cultivar superior em todas para as características. Assim, a escolha da cultivar deve ser feita com base no desempenho agronômico destas em ambientes específicos visando aproveitar o potencial genético da cultivar e otimização dos recursos aplicados na lavoura.

Para escolha adequada das cultivares deve-se ter o máximo de informações possíveis das cultivares na região de cultivo. Devido a oferta constante de novos materiais genéticos e sua incorporação ao ambiente de produção, a avaliação de cultivares é uma importante ferramenta para tomada de decisão do técnico ou do agricultor. Nesse sentido, trabalhos como de Duarte et al. (1997), Freitas et al. (2006; 2010; 2012; 2014) e Dudienas et al. (2010) indicam grande variação no desempenho produtivo das cultivares de milho e sua reação às principais doenças de ocorrência regional e fornece ao agricultor e/ou técnico informações valiosas para sua tomada de decisão.

O presente trabalho foi realizado objetivando-se avaliar as principais cultivares de milho transgênico disponíveis no mercado para região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas safras de verão 2014/15 e 2015/16.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em nove ambientes na safra de 2014/15 e 2015/16 na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo. A caracterização geral destes ambientes bem com a adubação utilizada na semeadura e em cobertura está descrita na **tabela 1**. Vale ressaltar que, foram utilizadas diferentes formulações NPK devido à diversidade da fertilidade do solo e disponibilidade de fertilizantes em cada local. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 m espaçadas de 0,8 m, exceto em Riolândia, onde a parcela foi constituída de cinco linhas espaçadas de 0,50 m, o mesmo espaçamento utilizado nas lavouras adjacentes. A população média final foi de 61.600 mil plantas ha⁻¹.

Empregou-se o sistema de plantio convencional com aração e gradagens, exceto em Riolândia, onde foi feita o plantio direto. A semeadura foi realizada na primeira quinzena de novembro até a primeira quinzena de dezembro, após estabilização do período chuvoso (**Tabela 1**). As sementes foram tratadas com inseticida Tiametoxam. A cultura foi mantida livre da interferência de plantas daninhas com uso dos herbicidas atrazina e, em alguns casos, tembotrione em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura. Não foi aplicado fungicida foliar, exceto em Riolândia onde foi utilizado, no florescimento, o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol na dose de 80 + 32 g ha⁻¹ dos ingredientes ativo (i.a.), respectivamente. Em função da variabilidade da eficiência das tecnologias Bt foi feita a aplicação de inseticidas, sendo frequente o uso de Espinosade, (33,6 mL ha⁻¹ do i.a.) para controle da lagarta do cartucho.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 14 cultivares de milho (**Tabela 2**) comuns nas duas safras. Devido a dinâmica de renovação/substituição das cultivares a cada safra, a variedade Al Piratininga foi incluída como padrão, para permitir inferências entre os ensaios ao longo dos anos de avaliação.

As características avaliadas nas duas linhas de cada parcela, nos ensaios com linhas espaçadas de 0,8 m e em três linhas nos ensaios com espaçamento de 0,5 m foram: florescimento masculino, considerado quando 50% das plantas estavam com pendão aberto e liberando polén;

acamamento e quebramento das plantas, que foi estimado pela contagem do número de plantas; altura de plantas e de espigas, rendimento de espigas e produtividade de grãos. Para estimativa da produtividade, os grãos das duas ou três linhas centrais, conforme o espaçamento adotado no campo, foram pesados e a umidade determinada para obter valor corrigido para 13%.

Delineamento e análise estatística

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 14 tratamentos e 4 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Procedeu-se a análise conjunta dos dados para dois anos agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período para florescimento foi em torno de 55 dias após a semeadura. A média de altura de plantas foi de 2,13 m com extremos de 1,96 e 2,27. A média de altura de espiga foi de 1,13 m com o máximo valor para essa característica de 1,30 m verificada na cultivar DKB310 PRO2. A maior altura de espiga proporciona maior força de alavanca e torna as plantas mais vulneráveis ao acamamento e quebramento, requerendo maior resistência e sanidade do colmo, contudo nos ensaios não foi observada essa correlação (**Tabela 2**), uma vez que os valores de acamamento e quebramento foram similares entre as cultivares avaliadas.

Na **tabela 1**, verifica-se que a produtividade em 2014/2015 foi menor, principalmente devido às condições hídricas mais restritivas ao desenvolvimento das plantas que afetou grande parte do Oeste Paulista em 2014/2015. Já na safra de 2015/2016, a produtividade foi maior devido à boa condição hídrica durante o ciclo da cultura. Embora, não tenham sido apresentados os dados por locais, vale mencionar que, em Colina e Riolândia algumas cultivares atingiram produtividades entre 11.000 e 12.900 mil kg ha⁻¹. A cultura do milho, sob sequeiro, tem elevado potencial produtivo nesta região, com produtividade média de ensaio de aproximadamente 11 t ha⁻¹ de grãos na safra 2015/16 (**Tabela 1**), quando as condições climáticas foram mais favoráveis. Contudo, as cultivares devem apresentar tolerância ao estresse hídrico para estabilidade produtiva e boas produtividades em anos com maior limitação hídrica, que pode ser agravado pelo manejo inadequado do solo.

Nesse sentido, a análise conjunta revela as diferenças entre as cultivares com maior segurança indicando as que melhor se adaptam as diferentes condições de manejo e ambientais na região. Na

análise conjunta de nove ambientes e duas safras (**Tabela 2**) verificou-se a diferença de 3.000 kg ha⁻¹ entre os cultivares mais produtivos (2B810 PW, AG8088 PRO2, MG699 PW, 30A37 PW, DKB310 PRO2, 2B587 PW, 2B610 PW) e a menos produtiva (Al Piratininga) nos ambientes avaliados, ou seja, os híbridos mais produtivos tiveram a produtividade 33% superior a da variedade. No ano com melhores condições ambientais os híbridos tiveram a produtividade melhor, contudo as variedades também apresentaram melhores produtividades e o delta manteve o mesmo patamar, em torno de 35%, valores também semelhantes ao obtido por Freitas et al. (2014) em 12 experimentos na região Norte/Oeste do Estado de São Paulo. Ainda na **tabela 2**, é possível verificar que o índice de plantas acamadas e quebradas na variedade Al Piratininga foi de 6% contra 2% de outros híbridos listados como mais produtivos, indicando que na colheita mecânica as perdas de grãos pode elevar a diferença para valores superiores a 35% de produtividade de grãos, pois nos ensaios são colhidas as espigas das plantas acamadas e quebradas, o que não ocorre nas lavouras devido à dificuldade no recolhimento pela plataforma da máquina colhedora.

Os híbridos mais produtivos nos ambientes avaliados foram 2B810 PW, AG8088 PRO2, MG699 PW, 30A37 PW, DKB310 PRO2, 2B587 PW, 2B610 PW com produtividade na faixa de 8.854 a 9.393 kg ha⁻¹ (**Tabela 2**).

CONCLUSÕES

A região Oeste/Norte do Estado de São Paulo tem opções de cultivares de milho que permitem alto rendimento das lavouras e segurança ao agricultor.

Os híbridos de milho mais produtivos nos ambientes avaliados foram 2B810 PW, AG8088 PRO2, MG699 PW, 30A37 PW, DKB310 PRO2, 2B587 PW, 2B610 PW com produtividade na faixa de 8.854 a 9.393 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos de apoio Cícero Cordeiro de Oliveira; Edvaldo Novelli Gomes, Francisco Otávio Alves Ferreira; João Batista Vieira Junior e Wilson Luiz Strada, pelo apoio na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

APPS – Associação de produtores paulistas de sementes. Disponível em

<http://www.apps.agr.br/upload/VOLUME.pdf?pagina=Relatorio/31>. Acesso em 20 de junho de 2016.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. SIMÃO, E.P. 477 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra de 2015/2016. In: <<http://www.apps.agr.br/site/Conteudo/4322>> Acesso em 20 de junho de 2016.

DUDIENAS, C.; DUARTE, A.P.; FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; CRUZ, F.A.; RAMOS JÚNIOR, E.; LEÃO, P.C.L.; FREITAS, R.S. Evolução das principais doenças foliares da cultura do milho no Estado de São Paulo nas safras 2017/2018 e 2008/2009. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. 2010, p. 740-746.

DUARTE, A.P. & PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Avaliação de Cultivares de Milho no Estado de São Paulo. In: DUARTE, A.P. & PATERNIANI, M.E.A.G.Z. **Cultivares de milho no Estado de São Paulo: Resultados das avaliações regionais - IAC/CATI/Empresas - 1996/1997**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997. p.9-96. (Documento IAC, 58)

FREITAS, R. S.; DUARTE, A. P.; CAZENTINI, G.; BORTOLETTO, N.; KASAI, F. S.; MARTINS, A. L. M.; SAWAZAKI, E.; DUDIENS, C.; CRUZ, F. A.; STRADA, W. L.; BÁRBARO, I. M.; TICELII, M. Avaliação de cultivares de milho na Região Oeste do Estado de São Paulo em 2004/2005 e 2005/2006. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2006. p.217.

FREITAS, R. S.; LEÃO, P.C.; DUARTE, A.P. et al. Adaptação de Cultivares de Milho na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas Safras de 2006/2007 e 2007/2008. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina.. **Anais...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2008. p.231.

FREITAS, R.S.; LEÃO, P.C.L.; DUARTE, A.P. et al. Desempenho Agrônomo de Cultivares de Milho na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo nas Safras 2008/2009 e 2009/2010. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. 2010, p. 1500-1505.

FREITAS, R.S.; DUARTE, A.P.; CAZENTINI FILHO; G. ROMAGNOLI, M.J.; GALLO, P.B.; ZONTA, A. Desempenho agrônomo de cultivares de milho para cultivo irrigado no Norte/Oeste do Estado de São Paulo; **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p.1-5.

Tabela 1 - Caracterização dos experimentos de milho transgênico desenvolvidos na região Norte/Oeste do Estado de São Paulo.

Local	Responsável	Altitude	Solo	Semeadura	Produt. dade	Adubação			
						Semeadura		Cobertura (N)	
	Entidade	m	Tipo	Data	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	NPK	kg ha ⁻¹	Fonte ⁽¹⁾
2014/2015									
Colina	IAC/APTA	580	LVe	13/11/2014	3.810	420	08-28-16	60 + 60	20-05-20
Votuporanga	IAC/APTA	480	LVe	12/11/2014	5.478	400	10-10-10	60 + 80	20-00-20 + S.A.
Adamantina	IAC/APTA	450	LVe	18/11/2014	7.655	350	04-30-10	60 + 30	S.A. + 20-00-20
Ituverava	CATI/FAFRAM	631	LVdf	26/11/2014	7.979	400	08-28-16	80 + 80	20-01-20 + S.A.
Riolândia	CATI	420	LVdf	09/12/2014	9.299	330	08-28-16 ⁽³⁾	99 + 37	30-00-15 + Uréia
2015/2016									
Adamantina	IAC/APTA	450	LVe	02/12/2015	8.200	350	04-30-10	400	S.A.
Ituverava	CATI/FAFRAM	631	LVdf	25/11/2015	8.712	400	08-28-16	80 + 80	20-00-20 + S.A.
Votuporanga	IAC/APTA	480	LVe	30/11/2015	9.032	370	8-28-16	60 + 45	15-00-15 + S.A.
Riolândia	CATI	420	LVdf	11/12/2015	9.761	290	8-30-8	42 + 42	S.A.
Colina	IAC/APTA	580	LVe	27/11/2015	10.992	400	8-28-16	50 + 112	20-05-20 + ureia

⁽¹⁾ S.A. = Sulfato de Amônio; ⁽³⁾ + Zn

Tabela 2 - Caracteres agrônômicos das cultivares de milho transgênico avaliados em 9 ambientes na região Norte/Oeste do Estado de São Paulo em 2014/15 e 2015/16⁽¹⁾

Cultivar	Tipo ⁽²⁾	Altura		Rendimento	Plantas ⁽³⁾		Flores- cimento	Umi- dade ⁽⁵⁾	População	Produti- vidade
		Planta	Espiga		Acam.	Queb.				
		.... cm	....	..... %	.....	.....	d.a.s. ⁽⁴⁾	%	plantas ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
2B810 PW	HS	215	109	78	0	2	55	20,4	62.766	9.393 a
AG 8088 PRO2	HS	201	99	77	2	2	55	18,7	62.174	9.241 ab
MG 699 PW	HT	207	109	77	0	5	54	18,4	61.671	9.209 ab
30A37 PW	HS	194	101	79	0	5	54	17,2	61.259	9.074 a-c
DKB 310 PRO2	HS	224	130	75	0	3	57	18,0	61.845	8.968 a-d
2B587 PW	HS	196	99	78	0	4	54	17,8	61.563	8.901 a-d
2B610 PW	HS	207	112	78	0	5	55	18,8	60.590	8.854 a-d
DKB 290 PRO3	HS	224	118	77	0	3	53	17,7	61.794	8.721 b-d
Status VIP3	HS	219	119	75	0	2	54	19,6	62.384	8.660 b-e
BG 7037 H	HT	218	112	75	0	3	55	17,9	61.505	8.616 b-e
AS 1633 PRO2	HS	222	120	74	0	3	54	17,6	61.963	8.524 c-e
AG 8780 PRO3	HS	209	104	77	0	4	52	17,0	60.889	8.368 de
DKB 390 PRO2	HS	213	117	75	0	3	56	17,5	62.558	8.039 e
Al Piratininga	V	227	125	71	1	5	56	17,5	59.449	6.100 f
Média		213	113	76	0	3	55	18,2	61.601	8.619
CV (%)		5,3	8,9	2,7	-	-	-	4,5	4,6	9,3
dms (Tukey a 5%)		9	8	2	-	-	-	1,0	2.257	635

⁽¹⁾ Locais: Adamantina, Ituverava, Riolândia e Votuporanga (2014/15 e 2015/16) e Colina (2015/16). ⁽²⁾ HS = híbrido simples;

⁽³⁾ Plantas acamadas e quebradas. ⁽⁴⁾ Dias após sementeira, exceto em Ituverava e Riolândia (2014/15) e Ituverava (2015/16). ⁽⁵⁾ Teor de água nos grãos na colheita, exceto em Colina e Votuporanga (2015/16). ⁽⁶⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Desempenho de híbridos de milho para a produção Grãos sob diferentes adubações pós-plantio

Thayline Fernandes Pereira⁽¹⁾; Alice Lagoeiro de Abreu⁽²⁾; Iran Dias Borges⁽³⁾; Gabriela Balsamão Zigler Oliveira⁽⁴⁾; Kelson Wilian De Oliveira⁽⁵⁾; Raphael Ferreira Alves⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; thaylinefp@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais.

RESUMO: O milho (*ZeamaysL*) é umas das culturas de maior importância econômica no mundo, em função de seu rendimento de grãos, composição química, valor nutritivo, além de grande importância na alimentação animal e humana. (Souza et al., 2012). A cultura do milho no Brasil representa uma relevância ao agronegócio nacional. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, e tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110, RB 9004) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). O experimento foi conduzido em condição de sequeiro. Foi feita aplicação em toda a área do enraizador Aminoagro Raiz, 10 dias após a emergência, na proporção de 1,5 L ha⁻¹, quando as plantas de milho apresentavam 3 folhas completamente expandidas. A cultivar VIVI, super doce, proporciona menor produção de grãos e de espigas que as demais cultivares normais. Estratégias de adubação pós plantio não influenciam a produção de milho grão, nas condições de realização deste trabalho. Avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de milhos grão em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo do presente trabalho foi avaliar cultivares de milhos grão, submetidas á diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

Termos de indexação: Zea mays, fertilização, cultivares.

INTRODUÇÃO

O milho (*ZeamaysL*) é umas das culturas de maior importância econômica no mundo, em função de seu rendimento de grãos, composição química, valor nutritivo, além de grande importância na alimentação animal e humana. (Souza et al., 2012). A cultura do milho no Brasil representa uma relevância ao agronegócio nacional.

De acordo com estatísticas realizadas pelo MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária 2016), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. O primeiro conceito é o cultivo do grão para atender ao consumo na mesa dos brasileiros, entretanto essa é a parte menor da produção. O principal destino da safra são as indústrias de rações para animais, onde uma das formas de aproveitamento de milho na alimentação animal se destacam os processos de ensilagem de planta inteira e ensilagem de grão úmido, que tem como principal objetivo otimizar o valor nutritivo, reduzir gastos e melhorar a capacidade de armazenamento (Castoldi et al., 2011). O estudo das projeções de produção do cereal, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020. Em 2019/2020, a produção deverá ficar em 70,12 milhões de toneladas e o consumo em 56,20 milhões de toneladas.

De acordo com (Tollenaar & Wu, 1999), o rendimento de grãos de milho é determinado, sobretudo, pelo número de grãos por planta, por unidade de área e pelo peso do grão. A obtenção de

um maior número de grãos possível é dada pela população e número de espigas encontradas por planta e por área. O aumento do rendimento de grãos é atribuído às mudanças nas práticas culturais, ao melhoramento genético, às alterações climáticas e à interação entre esses três fatores.

Em relação aos fatores que mais influenciam a produtividade do milho, está a escolha da cultivar, a qual pode representar até 50 % da variação na produtividade dessa cultura (Duvick, 1992). Para isso, toda a cultivar lançada deve apresentar uma série de informações fornecidas pela empresa que a comercializa, de maneira que os produtores possam explorar o seu máximo potencial produtivo. As cultivares do milho podem ser subdivididas em dois tipos: híbridos, sendo esses simples, triplos ou duplos; e variedades. Tanto para variedade como, principalmente, para os híbridos há predominância do ciclo precoce (EMBRAPA 2010).

De acordo com (Pereira Filho, 2008), as plantas necessitam de 17 elementos considerados essenciais, em que são divididos em macronutrientes, absorvidos em quantidades elevadas (N, P, S, K, Ca, e Mg), e os micronutrientes, exigidos em menor quantidade (Mn, Zn, Cu, B, Mo, Fe Ni e Cl). Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas em relação aos macronutrientes.

A cultura do milho, para expressar todo seu potencial produtivo, demanda que suas exigências nutricionais sejam atendidas ao todo, devido à grande extração de nutrientes no solo. Desse modo, o nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do milho, a qual as recomendações de adubação nitrogenada em cobertura, complementam a quantidade suprida pelo solo, quando se espera uma grande produtividade, que podem variar de acordo com o sistema utilizado.

Avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de milhos grão em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo do presente trabalho foi avaliar cultivares de milhos grão, submetidas à diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área experimental na Universidade Federal de São João Del Rei- CSL, em Sete Lagoas- MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47. O solo da área é classificado como latossolo vermelho distrófico. O

período do experimental foi entre os meses de novembro de 2015 e abril de 2016.

A correção do solo antes do plantio não foi realizada, e foi feita somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A semeadura foi realizada manualmente em 19 de novembro com espaçamento de 0,70 m e densidade de 60000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, e tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110, RB 9004) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹).

O experimento foi conduzido em condição de sequeiro. Foi feita aplicação em toda a área do enraizador Aminoagro Raiz, 10 dias após a emergência, na proporção de 1,5 L ha⁻¹, quando as plantas de milho apresentavam 3 folhas completamente expandidas. O controle de plantas daninhas foi feito 22 dias após a emergência, utilizando o herbicida atrazina na dosagem de 3,6 L ha⁻¹. As adubações de cobertura foram realizadas 25 dias após a emergência, manualmente e com o auxílio de uma bomba costal (20 L).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5%). Foram avaliadas as seguintes características: número de espigas (NESP), peso de espiga com palha (PCP), peso de espiga sem palha (PSP), peso de grão por hectare (PGRP), diâmetro (DIAM), comprimento da espiga sem palha (COMP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No número de espigas (NESP), peso sem palha (PSP), peso de grão por hectare (PGHA), observou-se efeito significativo influenciado pelas cultivares. Já o diâmetro da espiga (DIAM), foi influenciado pela cultivar e pela interação cultivar X adubação. O peso com palha (PCP) e comprimento da espiga (COMP) não tiveram influências pelos fatores analisados.

Para número de espiga (NESP) a cultivar VIVI proporcionou menores valores que as de mais, que foram semelhantes entre si (**Tabela 1**).

Sabendo que as cultivares RB 9110 e RB9004 são híbridos simples, Lopes et al. (2007) avaliando relações de causa e efeito em espigas de milho

relacionadas aos tipos de híbridos, observou que híbridos simples apresentam maior índice de espiga, maior número de espigas, maior peso de espigas com palha e maior peso de espigas despalhadas, em relação aos híbridos intervarietais e duplos, semelhante ao presente trabalho.

Tabela 1: Número de espigas (NESP) por hectare, de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	31.42 b
RB9110	51.57 a
RB 9004	42.42 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

O peso das espigas com palha (PCP) não foi influenciado pelas adubações adotadas e pelas cultivares adotadas. Onde obteve um valor médio geral de 4,67t ha⁻¹, variando de 3,36 a 5,62t ha⁻¹.

Assim como para número de espigas (NESP), o peso de espigas despalhadas (PSP) da cultivar VIVI também foi inferior as demais cultivares, que foram semelhantes entre si (**Tabela 2**).

Diferente do presente trabalho, Griguloet al. (2011) não observaram diferenças significativas entre as cultivares para essa característica.

Tabela 2: Peso de espigas despalhadas (PSP), t ha⁻¹, de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	2.97 b
RB9110	5.18 a
RB 9004	4.47 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

A cultivar RB9110 proporcionou maiores valores de peso de grãos que as demais, que foram semelhantes entre si (**Tabela 3**).

Pizolatoet et al. (2016) também como nesse trabalho, obteve diferença significativa para cultivares, dentre as estudadas Impacto TL (6065,89

kg ha⁻¹), RB 9110 YG (6171,62 kg ha⁻¹) e RB 9210 (6299,34 kg ha⁻¹), alcançaram as maiores produtividades médias.

Tabela 3: Peso de grão por hectare (PGHA), em t ha⁻¹, de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	1.99 b
RB9110	4.21 a
RB 9004	3.43 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

De maneira geral a RB9110 apresenta menores valores de diâmetro que as demais cultivares independente da adubação adotada (**Tabela 4**).

Reis (2009), comparando o diâmetro de espigas, observou que os híbridos doces, assim como no presente trabalho, apresentam melhores resultados, confirmando a característica típica desse tipo de milho (4,12 a 5,02 cm)

Tabela 4: Diâmetro da espiga (DIAM), em cm, de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO			MÉDIA
	N e K	ALGA ⁺	N e K + ALGA ⁺	
VIVI	4,49 Aa	4,59 Aa	4,57 Aa	4,52 a
RB9110	4,02 Ab	4,11 Ab	4,05 Ab	4,03 b
RB 9004	4,43 Aa	4,36 Aa	4,49 Aa	4,42 a
MÉDIA	4,38 A	4,32 A	4,37 A	

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si. Média com as mesmas letras maiúscula na coluna não diferem entre si.

O comprimento de espigas despalhadas não foi influenciado pelos fatores cultivar e adubação, nem pela interação entre eles. Os valores oscilaram entre 12,5 a 15,0 cm o que é um pouco abaixo do desejável, em muito devido às condições do solo da área experimental. É importante ressaltar que o comprimento de espiga despalhada é computado apenas ate a parte granada da espiga.

Em trabalho realizado por Pizolato et al. (2016) diferente do presente trabalho, obteve diferença significativa para cultivares, dentre as cultivares encontradas a RB 9308 YG (16,14 cm), RB 9210 (15,60 cm) e RB 9110 YG (15,39 cm) apresentou os maiores valores de comprimento de espiga.

CONCLUSÕES

A cultivar VIVI, super doce, proporciona menor produção de grãos e de espigas que as demais cultivares normais.

Estratégias de adubação pós plantio não influenciam a produção de milho grão, nas condições de realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho.

À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

CASTOLDI, G.; SAROLLI, M. S. C.; MENDONÇA, L. A. C.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. **Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho**, DOI:10.4025/actasciagron.v33i1.766.

DUVICK D. N. **Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize**. Maydica, Bergamo, v.37, p.69-79, Jan. 1992.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR** (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GRIGULO, A. S. M.; AZEVEDO, V. H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P. H. **Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo *in natura* em Tangará da serra, MT, Brasil**. Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 603-608, July/Aug. 2011

LOPES, S. J.; Dal'Col, L. A.; Storck, L.; Perin, D. H.; Brum, B.; Dos Santos, V. J. **Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos**, Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.6, p.1536-1542, nov-dez, 2007.

Ministério da Agricultura. Milho. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>

Acesso em 20 de Junho de 2016.

PEREIRA FILHO, I. A. **Minimilho: Cultivo e Processamento**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 244p.

PIZOLATO, N. A.; CAMARGOS, A. E. V.; VALERIANO, T. B.; SGOBI, M. A.; SANTANA, M. J. **Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado**, Nucleus, v.13, n.1, abr.2016

REIS, L. S. **Desenvolvimento de genótipos de milho doce: avaliação de genitores e híbridos**. 2009. 76 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, São Paulo, 2009

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TARSITANO, M. A. A.; VALDERRAMA, M. **Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio**. Rev. Ceres [online]. 2012, vol.59, n.3, pp.321-329. ISSN 0034-737X.

TOLLENAAR, M., WU, J. **Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance**. Crop Science, v.39, p.1597-1604, 1999.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Desempenho produtivo de diferentes híbridos de milho para grão

**Guilherme Vinícius Teixeira⁽¹⁾; Ariana Vieira Silva⁽²⁾; Rodrigo Moreira Albano da Silva⁽³⁾;
André Ribeiro Rezende⁽³⁾; Eduarda de Oliveira⁽³⁾; Otavio Duarte Giunti⁽⁴⁾**

⁽¹⁾Discente; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, Muzambinho, MG; email: quivteixeiramb@gmail.com; ⁽²⁾Docente; IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho. ⁽³⁾Estudante; IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho; ⁽⁴⁾Docente colaborador; IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho.

RESUMO: A produção de milho se destaca pela importância na alimentação humana e animal, isso por conta do seu alto valor nutritivo e composição química, a correta escolha da semente de milho deve atender as condições impostas pela região (ambiente) para expressar sua genética. O estudo teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de diferentes híbridos de milho para grão em sistema convencional de cultivo para o Sul de Minas Gerais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo oito híbridos de milho de aptidão para grão (BM709PRO2, 2B647PW, 2B339PW, BW812PRO2, 2A401PW, 2B810PW, 2B610PW e MG600PW), com três repetições na safra agrícola 2015/16. Nas condições do experimento, não houve diferença significativa entre os híbridos de milho para o rendimento de grão com base em parâmetros estatísticos, mas os híbridos MG600PW, 2A401PW, 2B610PW, 2B810PW apresentaram melhores resultados na produção de grãos de milho e baixa diferença de sacos de milho por hectare.

Termos de indexação: Material Genético. Rendimento. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se destaca entre as principais espécies utilizadas na alimentação humana e animal, isso devido ao alto valor nutricional e sua composição química, sendo um cereal altamente empregado na linha alimentícia, quanto como matéria prima para diversos produtos comerciais e econômicos (DUARTE et al., 2008).

O Brasil se destaca dentre os maiores países produtores de milho, apesar de que a média produtiva brasileira é baixa ao confrontar com outros países produtores, devido ao ataque de doenças, que podem ocorrer nas condições de campo,

quanto no armazenamento dos grãos, provocando baixa produtividade ao relacionar com a área produtiva (Duarte et al., 2008; Pinto, 2005).

De acordo com a CONAB (2016), a queda consecutiva de produção de milho nas últimas três safras é consequência do aumento no plantio de soja, fazendo com que o milho se concentrasse no segundo período, ou seja, após a colheita das áreas de soja. A produção de milho para a safra 2015/16 deve ser em torno de 80 milhões de tonelada, inferior a safra 2014/15, tendo redução de 3,1 %, mas ao mesmo tempo ao patamar da safra 2013/14, a queda de produtividade ocorreu em função do estresse hídrico no mês de abril.

Na busca de sucesso no empreendimento, a escolha correta da semente de milho merece atenção especial por ser o principal insumo da lavoura, devendo observar os aspectos relacionados às características das cultivares e as situações da região, analisando produtividade, resistência a doenças, genética, adaptação ao sistema de cultivo e as condições edafoclimáticas. Para a safra 2015/16, no mercado está disponível 477 cultivares de milho, sendo 284 cultivares transgênicas e 193 cultivares convencionais Embrapa (Cruz et al., 2015).

Miguel et al. (2014) relataram que no Brasil os avanços tecnológicos no melhoramento genético na cultura do milho agregam alto potencial produtivo, destacando as sementes transgênicas resistente a insetos e tolerante a herbicidas, e a sua combinação no mesmo material. Com resposta a resistência empregada no melhoramento da planta ao ataque de inseto, é verificada aumento na produtividade de grãos (Silveira, 2005). Segundo Cruz e Regazzi (1997), as características morfológicas da planta

(fenotípicas) observadas no campo, é o resultado da combinação genética (genótipo) e do ambiente e sua interação.

Nesse sentido, o presente estudo propôs identificar o híbrido de milho que se adapte melhor e alcance expressivos resultados de produtividade de grãos para o sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimental foi conduzido na área experimental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, no ano agrícola de 2015/2016. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), sendo avaliado oito variedades, com três repetições, no total de 24 parcelas. Onde foram testadas as variedades de aptidão para grão: BM 709 PRO2, 2B 647 PW, 2B 339 PW, BW 812 PRO 2, 2A 401 PW, 2B 810 PW, 2B 610 PW, e MG 600 PW.

Cada parcela experimental foi constituída de cinco linhas com 4,0 m de comprimento espaçadas em 0,8 m com densidade populacional de 80.000 plantas ha⁻¹. A área total de cada parcela foi de 12,8 m², onde foram avaliadas as duas linhas da área útil (2ª e 4ª) de cada parcela e a área total do experimento foi de 648 m².

Inicialmente foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0-20 cm e 20-40, para caracterização química do solo. As amostras serão encaminhadas para o laboratório de fertilidade do solo IFSULDEMINAS, campus Muzambinho, onde a determinação das características químicas seguiu a metodologia proposta pelo manual da EMBRAPA (CLAESSEN, 1997).

O preparo do solo foi realizado uma operação de aração, duas de gradagem e riscado no espaçamento desejado (0,8 m), em seguida foi semeado manualmente os híbridos de milho no dia 11/12/2015, na densidade de 8 sementes metro⁻¹. Conforme interpretação da análise química dos solos, a adubação de sementeira foi realizada com o adubo mineral 04-14-18 + 6,5% Ca + 3,2% Mg + 1,6% S da Yara® na ordem de 715 ha⁻¹, a adubação de cobertura foi realizada aos 19 dias após

semeadura (DAS), utilizando Nitrato de Amônio (430 kg ha⁻¹, garantia de 33% de nitrogênio) e Cloreto de Potássio (165 kg ha⁻¹, garantia de 60% K₂O) devidamente recomenda de acordo com Boletim 100 (1996). No mesmo dia foi realizado o desbaste para 26 plantas por linha de parcela (4 m), garantindo a população de 80.000 plantas ha⁻¹.

Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) foi aplicado o inseticida Capataz BR® (1,0 L ha⁻¹) aos 12 DAS e o inseticida Decis® (200 ml ha⁻¹) aos 27 DAS, devidamente registrado para a cultura do milho e seguindo as recomendações e dosagem do fabricante. No controle de plantas invasoras foi realizado uma única aplicação do herbicida Roundup® original aos 26 DAS na dose de 3,0 L ha⁻¹, recomendado para controle do amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), principal invasora na área, permanecendo livre de plantas daninhas durante todo ciclo da cultura.

O milho foi colhido com 152 DAS onde se colheu duas linhas da área útil por parcela, retirando todas as espigas presentes e marcando o número de plantas colhidas. Posteriormente, todas as espigas foram debulhadas para a medição do peso e a umidade. Para o cálculo de produção os grãos foram corrigidos para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do mesmo sistema de cultivo, não houve diferença estatística entre os híbridos de milho analisados (**tabela 1**). Apesar de não haver diferença ao nível de 0,05 de probabilidade, ao confrontar o híbrido MG600PW (189,79 sc ha⁻¹) com o BW812PRO2, no mesmo sistema de cultivo e condições climáticas houve diferença de 35,83 sacos de grão de milho a mais, expressando melhores retornos financeiro por área cultivada.

Tabela 1 – Valores médios da produtividade de híbridos de milho em sacas por hectare para o sul de Minas Gerais. Muzambinho/MG, ano agrícola 2015/16.

Híbridos	Produção Sacos ha ⁻¹
MG600PW	189,79 a
2A401PW	187,28 a
2B610PW	184,55 a
2B810PW	183,43 a
2B647PW	175,25 a
BM709PRO2	173,36 a
2B339PW	163,94 a

BW812PRO2

153,96 a

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não se diferem entre si ao nível de 0,05 de probabilidade ao teste de Tukey.

Ainda na **tabela 1**, ao analisar os híbridos MG600PW, 2A401PW, 2B610PW, 2B810PW, não houve diferença altas entre suas médias de produtividades, se diferenciando na margem de 10 sacos de milho por hectare, para mais ou menos. Entre os híbridos 2B647PW, BM709PRO2 e 2B339PW, também não houve diferenças entre suas produtividades de grão. O híbrido BW812PRO2 apresentou maior diferença de produtividade ao comparar com os demais, apresentando diferença de 10 sacos de grão com o híbrido 2B339PW que ficou em segundo lugar de menores produtividades.

De acordo com estudos de Cargnelutti Filho et al. (2010), ensaios com três repetições possibilitaram identificar diferenças entre cultivares superior de milho, analisando a produtividade de grãos.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, se observa que os híbridos de tecnologia mais novas e de dupla resistência não expressaram resultados superiores aos demais materiais genéticos, confirmando a teoria de Becker & Léon (1980), que em seu estudo mostraram que nem sempre os melhores materiais genéticos expressam seu potencial, por se diferenciarem ao grau de heterose, repercutindo diretamente pela contribuição da interação do genótipo com o ambiente.

O experimento apresentou produtividade média de 176,81 sacas de milhos ha⁻¹ (10.608,79 kg), de acordo com estimativa do mês de maio/2016 realizada pela CONAB (2016), a produção de milho está em torno de 5.107 kg por ha⁻¹, sendo então uma média de 85,11 sacos de grãos de milho por hectare cultivada, mostrando também uma redução na produção de grãos de milho ao comparar com ano agrícola de 2014/15 com média de 5396 kg ha⁻¹, correspondendo a 89,93 sacos de milho por hectare.

CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, não houve diferença significativa entre os híbridos de milho para o rendimento de grão com base em parâmetros estatísticos, mas os híbridos MG600PW, 2A401PW, 2B610PW, 2B810PW apresentaram melhores resultados na produção de grãos de milho por hectare.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências, e Tecnologia do sul de Minas Gerais – *campus* Muzambinho – MG pela bolsa de iniciação científica e infraestrutura e ao GEAgro (Grupo de Estudos em Agropecuária) do IFSULDEMINAS – *campus* Muzambinho.

REFERÊNCIAS

BECKER, H. C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v. 101, p. 1-23, 1988.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. **Número de repetições para a comparação de cultivares de milho**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1023-1030, abr. 2010.

CLAESSEN, M. E. C. (Org). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212p. (EMBRAPA- CNPQ. Documentos, 1).

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. SAFRA 2015/16- Oitavo levantamento. V.3. N.8. MAIO 2016

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, José Carlos et al. **477 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Sete Lagoas: Embrapa, 2015. 7 p.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Economia da produção**. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. 69 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO. **Boletim Técnico 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP. 1996. 285 p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

MIGUEL, F. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; GRIZOTTO, R. K. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado e convencional na região de Guaíra/SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 1, p. 64-75, jan.-mar., 2014.

PINTO, N. F. J. de A. **Grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

SILVEIRA, G. M. Mecanização: custo horário das máquinas agrícolas. **DBO Agrotecnologia**, São Paulo, p. 26-29, 2005.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação de Cultivares de Sorgo Sacarino em Ambientes de Cerrado e de Mata Alterada do Estado de Roraima

Everton Diel Souza⁽¹⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾; Antonia Raniely de Almeida Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Roraima; Boa Vista, RR; everton.souza@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; rafael.parrella@embrapa.br; ⁽³⁾ Mestranda em Agroecologia UERR/Embrapa/IFRR; Boa Vista, RR; antoniaraniely@hotmail.com

RESUMO: O sorgo sacarino ou energético é uma planta semelhante ao milho e à cana-de-açúcar, mostrando vantagens como o ciclo curto e o bom rendimento de colmos ricos em açúcares. O objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados dos ensaios de cultivares de sorgo sacarino avaliados nos ambientes de cerrado e de mata alterada do estado de Roraima, no ano de 2015. Os ensaios foram instalados nos Campos Experimentais Serra da Prata (CESP) e Água Boa (CEAB) da Embrapa Roraima, utilizando-se 25 cultivares de sorgo sacarino oriundas do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, no espaçamento de 0,70 m entre linhas e quatro fileiras com 5 metros de comprimento, totalizando 7,0 metros quadrados na área útil da parcela. As cultivares mais altas no CESP foram a CV 568 com 2,55 m e a CV 198 com 2,51 m enquanto no CEAB, as mais altas foram as cultivares V82392 (2,56 m) e CV (2,53 m). No CESP, a cultivar com maior peso de massa verde total foi a CMSXS5007 (40,0 t ha⁻¹), enquanto no CEAB foi obtido pela cultivar BRS 506 (32,0 t ha⁻¹). O maior teor de sólidos totais (SST) no CESP foi encontrado na cultivar CMSXS646 (24,1°Brix), enquanto no CEAB a cultivar que apresentou o maior teor de SST foi a CMSXS5009 (23,6°Brix). Concluiu-se que as cultivares CMSXS5007, CMSXS630, CV 568, BRS 506, CMSXS647, CMSXS646, CMSXS5008, BRS 506-2, BRS 511 e CMSXS5009 apresentam potencial para cultivo em Roraima.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, bioetanol, biomassa.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) cresce em importância, por ser utilizado como alimento humano em países da África, Sul da Ásia e América Central e componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul, e, também por ser o quinto cereal em termos de produção, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada. Além dos grãos do sorgo serem úteis na produção de farinha para panificação, amido industrial, álcool, a planta serve também como forragem ou cobertura de solo (Rodrigues & Santos, 2007).

A cultura do sorgo avançou bastante no Brasil, a partir dos anos 70. Devido à política econômica, a área plantada tem mostrado alternâncias durante essa época, e a comercialização, sua principal limitação. A cultura apresentou grande expansão (20% ao ano, a partir de 1995), principalmente, nos plantios de sucessão a culturas de verão, destacando-se os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e região do Triângulo Mineiro, reunindo cerca de 85% do sorgo granífero cultivado no país (Rodrigues & Santos, 2007).

Em Roraima, o cultivo do sorgo ainda é incipiente, não fazendo parte das estatísticas sobre a cultura no Estado. Ocasionalmente surgem pequenas áreas de produção, no entanto, o potencial da cultura é indiscutível. Por causa da sua maior rusticidade em relação ao milho, o sorgo pode ser plantado em rotação com a soja ou o feijão caupi e produzir grãos ou silagem para a alimentação animal, sendo que os grãos podem substituir em parte o milho utilizado nas rações, reduzindo o custo destas (Vilarinho et al., 2007).

Existe outro tipo de sorgo que é o sorgo sacarino, também chamado de sorgo energético, que por ser uma planta semelhante ao milho e à

cana-de-açúcar, mostra várias vantagens como o ciclo curto e o bom rendimento de colmos ricos em açúcares caracterizando-se por apresentar grande potencial energético (Teixeira et al., 1999).

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos ensaios de cultivares de sorgo sacarino avaliados nos ambientes de cerrado e de mata alterada de Roraima, no ano de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro ensaio foi instalado no dia 10 de junho de 2015 no Campo Experimental Serra da Prata (CESP), área de mata alterada, no município de Mucajai e o segundo, no dia 17 de junho de 2015 no Campo Experimental Água Boa (CEAB), área de cerrado, no município de Boa Vista, ambos da Embrapa Roraima, utilizando-se 25 cultivares de sorgo sacarino oriundas do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. O plantio foi realizado no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições, em parcelas com área útil de 90 plantas, no espaçamento de 0,70 m entre linhas e quatro fileiras com cinco metros de comprimento, totalizando 7,0 metros quadrados. O desbaste foi realizado 14 dias após a emergência, deixando-se nove plantas por metro linear ou 45 plantas para cada fileira de 5 m. A adubação constou da aplicação no plantio de 300 kg/ha de NPK (08-28-16) e 50 kg/ha de FTE BR-12. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias do plantio com 66,7 kg/ha de ureia.

A colheita dos colmos do sorgo sacarino foi realizada em 30 de setembro de 2015 (aos 105 dias) no CEAB e em 7 de outubro de 2015 (aos 119 dias) no CESP. Por ocasião da colheita foi realizada a medição da altura média das plantas (m) a partir de seis plantas representativas da parcela desde a superfície do solo ao ápice da planta. O peso da massa verde total (planta inteira sem panícula) foi obtido por pesagem de todas as plantas da área útil da parcela cortada a 10 cm da superfície do solo e convertido para hectare considerando a quantidade obtida na área de 7 metros quadrados. Para análise dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada a leitura refratométrica por meio de refratômetro portátil digital RTD-45, onde foram amostradas quatro plantas por parcela, sempre entre o quarto e o quinto internódio a partir da base.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **tabela 1** apresenta os dados médios de altura de plantas em metros, peso da massa verde total

em toneladas por hectare e teor de sólidos solúveis totais em graus brix.

As cultivares mais altas no CESP foram a CV 568 com 2,55 m e a CV 198 com 2,51 m enquanto no CEAB, as mais altas foram as cultivares V82392 (2,56 m) e CV (2,53 m). É importante salientar que geralmente, a altura das plantas está correlacionada com o peso de massa verde total obtida pela pesagem das plantas da área útil da parcela.

O maior peso de massa verde total no CESP foi obtido pela cultivar CMSXS5007 (40,0 t ha⁻¹), seguida pelas cultivares CMSXS630 (35,8 t ha⁻¹), CV 568 (33,3 t ha⁻¹), BRS 506 (33,1 t ha⁻¹), CMSXS647 (31,6 t ha⁻¹), CMSXS646 (31,3 t ha⁻¹) e CMSXS5008 (30,7 t ha⁻¹) que não diferiram estatisticamente entre si. No CEAB, a cultivar com maior peso de massa verde foi a BRS 506 (32,0 t ha⁻¹) seguida pelas cultivares CMSXS630 (29,2 t ha⁻¹), CMSXS646 (27,3 t ha⁻¹), CV 568 (26,9 t ha⁻¹), CMSXS5009 (26,5 t ha⁻¹), BRS 506-2 (26,2 t ha⁻¹) e CMSXS5007 (26,0 t ha⁻¹) e mais as cultivares BRS 509, BRS 511, CMSXS629, CMSXS5008, CMSXS643, CMSXS647 e CV 198 cujas produtividades variaram entre 25,7 e 24,9 t ha⁻¹, as quais não diferiram estatisticamente entre si e se posicionaram acima da média do experimento que foi de 24 t ha⁻¹. Esses resultados, em relação a cultivar BR 506, equiparam-se àqueles obtidos por Pereira Filho et al. (2013), destacando-se o rendimento do peso de massa verde desta cultivar obtido neste trabalho, que apesar de ter sido menor que aquele apresentado pelos autores, a manteve entre as mais produtivas nos dois ambientes de plantio.

O maior teor de sólidos totais no CESP foi encontrado nas cultivares CMSXS646 (24,1°Brix), CMSXS5009 (22,5°Brix), CMSXS643 (21,8°Brix) e CMSXS639 (21,6°Brix) as quais não diferiram entre si. No CEAB, as cultivares que apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis totais foram CMSXS5009 (23,6°Brix), CMSXS646 (23,2°Brix), CMSXS5010 (22,8°Brix), BRS 511 (22,5°Brix), CMSXS629 (22,5°Brix), CMSXS639 (22,5°Brix), CMSXS648 (21,8°Brix), BRS 506-2 (21,5°Brix), BRS 509 (21,5°Brix) e CMSXS644 (21,4°Brix) as quais não diferiram significativamente entre si. Conforme Prasad et al. (2007) citado por May et al. (2012), o estágio ideal de colheita é quando o caldo apresenta de 15,5 a 16,5 °Brix, sendo este grau importante para se obter um caldo com alta qualidade de fermentação e, assim, maximizar a produção de etanol por hectare. Estes resultados estão de acordo com os do presente trabalho.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que as cultivares CMSXS5007, CMSXS630, CV 568, BRS 506, CMSXS647, CMSXS646, CMSXS5008, BRS 506-2, BRS 511 e CMSXS5009 apresentam potencial para cultivo em Roraima.

REFERÊNCIAS

MAY, A.; CAMPANHA, A.F.S.; COELHO, M.A.O.; PARRELLA, R.A.C.; SCHAFFERT, R.E.; PEREIRA FILHO, I.A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.278-290, 2012.

PEREIRA FILHO, I.A.; PARRELLA, R.A.C.; MOREIRA, J.A.A.; MAY, A.; SOUZA, V.F.de; CRUZ, J.C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.dos (Ed.). **Sistema de produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. Versão eletrônica. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

TEIXEIRA, C.G.; JARDINE, J.G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M.H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1601-06, set. 1999.

VILARINHO, A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G. dos. **Recomendação da cultivar de sorgo granífero BRS 310 para cultivo no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 5p. (Comunicado Técnico, 13).

Tabela 1. Altura de plantas, peso da massa verde e teor de sólidos solúveis totais (SST) de cultivares de sorgo sacarino em área de mata alterada (CESP) e no cerrado (CEAB) de Roraima.

Cultivares	Campo Experimental Serra da Prata (CESP)			Campo Experimental Água Boa (CEAB)		
	Altura de Plantas (m)	Peso de Massa Verde (t ha ⁻¹)	Teor de SST (°Brix)	Altura de Plantas (m)	Peso de Massa Verde (t ha ⁻¹)	Teor de SST (°Brix)
CMSXS5007	2,30 a	40,0 a	19,9 b	2,10 a	26,0 a	20,8 b
CMSXS630	2,41 a	35,8 a	19,3 b	2,23 a	29,2 a	20,8 b
CV 568	2,55 a	33,3 a	17,6 c	2,53 a	26,9 a	20,0 b
BRS 506	2,03 b	33,1 a	20,6 b	2,28 a	32,0 a	20,5 b
CMSXS647	2,17 a	31,6 a	19,7 b	2,10 a	24,9 a	20,7 b
CMSXS646	2,37 a	31,3 a	24,1 a	2,11 a	27,3 a	23,2 a
CMSXS5008	2,46 a	30,7 a	18,3 c	2,47 a	25,2 a	20,0 b
BRS 506-2	2,17 a	29,3 b	19,4 b	2,11 a	26,2 a	21,5 a
BRS 511	2,32 a	29,1 b	20,5 b	2,28 a	25,7 a	22,5 a
CMSXS5009	2,33 a	28,3 b	22,5 a	2,25 a	26,5 a	23,6 a
CMSXS629	2,33 a	27,4 b	19,4 b	2,40 a	25,3 a	22,5 a
CMSXS643	2,15 a	26,3 b	21,8 a	2,42 a	25,2 a	21,1 b
CMSXS5010	2,00 b	26,1 b	19,5 b	1,90 a	22,8 b	22,8 a
CV 198	2,51 a	26,1 b	15,1 d	2,17 a	24,9 a	20,6 b
BRS509	2,25 a	26,0 b	20,7 b	2,37 a	25,7 a	21,5 a
CMSXS5006	1,75 b	25,1 b	16,2 d	1,97 a	22,8 b	18,5 b
CMSXS648	1,70 b	24,9 b	19,1 b	2,37 a	23,2 b	21,8 a
CMSXS639	1,80 b	23,3 b	21,6 a	2,27 a	22,0 b	22,5 a
Sugargraze	2,15 a	23,1 b	11,4 e	2,28 a	23,0 b	20,7 b
CMSXS5003	1,71 b	21,4 c	19,6 b	2,16 a	18,4 b	20,9 b
CMSXS644	2,49 a	21,2 c	19,2 b	2,19 a	17,5 b	21,4 a
V82391	1,95 b	19,3 c	6,7 f	2,16 a	20,7 b	20,5 b
CMSXS5004	1,72 b	14,2 d	8,8 e	1,94 a	19,6 b	18,2 b
V82393	2,06 b	13,4 d	10,3 e	2,24 a	20,3 b	19,2 b
V82392	1,58 b	5,3 e	9,3 e	2,56 a	19,8 b	19,7 b
Média	2,13	25,8	17,6	2,23	24,0	21,0
C.V. (%)	12,9	16,5	8,3	12,9	17,2	6,9

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem significativamente em nível de 5% pelo teste de Scott e Knott.

Determinação do melhor Arranjo Espacial para Cultivares de Sorgo Sacarino adaptadas ao Rio Grande do Sul.

Lília Sichmann Heiffig-del Aquila⁽¹⁾; Rafael Kunh Gehling⁽²⁾; Tatielen de Fátima Marafão Roani⁽²⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrôn. D.Sc. Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS; lilia.sichmann@embrapa.br; ⁽²⁾ Estudantes de Graduação; Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / Universidade Federal de Pelotas.

RESUMO: Apesar do excelente potencial da cultura do sorgo sacarino para produção de etanol, existem lacunas de pesquisa com a cultura no estado do Rio Grande do Sul. Neste contexto, propôs-se este trabalho com o objetivo de identificar o melhor arranjo de plantas para a produção de altos rendimentos de colmo/ha e elevada concentração de açúcares no caldo em genótipos de sorgo sacarino, no RS, visando a produção de etanol. Foram avaliados 2 genótipos de sorgo sacarino, BR 506 e BR 511, em experimento conduzido em área experimental da Embrapa Clima Temperado, na Estação Terras Baixas, em Capão do Leão/RS, visando três populações de plantas (120, 140 e 160 mil plantas ha⁻¹), sob espaçamento entre linhas de 0,50 m e 0,70 m. Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta, diâmetro do colmo, resistência ao acamamento, produção de colmos despalhados (t ha⁻¹), produção de panículas (t ha⁻¹), produção de biomassa (folhas + colmo + grãos – em t ha⁻¹) e quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix). Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F aplicado à análise de variância foram analisados pelo teste de Tukey a 5%. Os arranjos de plantas estudados não acarretaram diferenciação na quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix) para os genótipos de sorgo sacarino BR 506 e BR 511.

Termos de indexação: Sorghum bicolor L., biocombustível, entressafra cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

A diversificação da matriz energética é um dos principais desafios enfrentados pelos países interessados em diminuir a dependência do petróleo e de seus derivados e cumprir as medidas estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto (Carvalho, 2002; Salvi, 2002). Entre as alternativas para

diversificação dessa matriz, o etanol é tido como uma das mais promissoras. No entanto, para que o Brasil possa liderar o crescimento da produção de biocombustíveis e atender a demanda mundial por energia limpa e renovável, uma série de medidas precisam ser implementadas para assegurar a expansão competitiva do setor sucroalcooleiro no Brasil e garantir o sucesso da expansão do etanol brasileiro no mercado internacional.

A demanda por etanol é crescente e deve aumentar ainda mais nos próximos anos em função do expressivo aumento do número de veículos bicombustíveis em circulação no país e expectativa de aumento dessa frota. Além disso, a indústria de bioplásticos, produzidos a partir de derivados da cana-de-açúcar, vem ganhando força no mercado nacional com adesão de empresas como Brasken, Tetra Pak e Nestlé Brasil, que passaram a adotar embalagens sustentáveis fabricadas a partir de bioplásticos.

No Brasil, a produção de etanol está alicerçada na cultura da cana-de-açúcar, que é vista como uma das culturas capazes de suprir parte dessa demanda. No entanto, considerando sua magnitude, apostar no monocultivo da cana-de-açúcar e na centralização da produção em alguns estados, não parece uma estratégia adequada, pois a cana-de-açúcar apresenta exigências edafoclimáticas que restringem seu cultivo em diversas regiões do país e, em especial, no Rio Grande do Sul.

Atualmente, o RS possui participação pouco expressiva no setor sucroalcooleiro, mas com potencial para incremento, tanto em área quanto em produtividade.

O sorgo sacarino tem sido apontado como uma das matérias-primas renováveis capaz de contribuir para o aumento da competitividade do etanol brasileiro, seja para uso como cultura complementar à cana-de-açúcar e/ou para plantio em áreas consideradas marginais para a cana, seja para áreas que não tenham sido contempladas no

zoneamento de riscos climáticos para a cultura. Com isso, a capacidade instalada das grandes usinas seria otimizada, pois estas passariam a ter matéria prima para a produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar, bem como para áreas de reforma de canaviais, diminuindo ou evitando períodos de ociosidade das usinas e, conseqüentemente, reduzindo os custos de produção.

Apesar do excelente potencial da cultura do sorgo sacarino para produção de etanol, existem lacunas de pesquisa com a cultura no estado do Rio Grande do Sul. Neste contexto, propôs-se este trabalho com o objetivo de identificar o melhor arranjo de plantas para a produção de altos rendimentos de colmo/ha e elevada concentração de açúcares no caldo em genótipos de sorgo sacarino, no RS, visando a produção de etanol.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 2 genótipos de sorgo sacarino, BR 506 e BR 511, em experimento conduzido em área experimental da Embrapa Clima Temperado, na Estação Terras Baixas, em Capão do Leão/RS, visando três populações de plantas (120, 140 e 160 mil plantas ha⁻¹), sob espaçamento entre linhas de 0,50 m e 0,70 m.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela, independente da população de plantas, correspondeu a um retângulo com 2,8 m de largura e 5,0 m de comprimento, configurando área de 14,0 m².

Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta, diâmetro do colmo, resistência ao acamamento, produção de colmos despalhados (t ha⁻¹), produção de panículas (t ha⁻¹), produção de biomassa (folhas + colmo + grãos – em t ha⁻¹) e quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix).

Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F aplicado à análise de variância foram analisados pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 a 3, verificam-se os resultados obtidos para as variáveis analisadas no presente experimento. Nota-se que, a exceção dos resultados obtidos para produção de colmos despalhados e produção de biomassa (folhas + colmo + grãos), não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, seja

em relação ao arranjo espacial ou ao genótipo analisado.

Observa-se, na tabela 2, que as menores produções de colmos despalhados e, conseqüentemente, de biomassa (folhas + colmo + grãos) foram obtidas para o genótipo BR 511, com o espaçamento entre linhas de 0,5 m, na população de 140 mil plantas por hectare.

Tabela 1 – Valores médios para altura final de planta (m), diâmetro de colmo (cm) e porcentagem de acamamento para os genótipos BR 506 e BR 511, sob 3 populações de plantas e espaçamentos entrelinhas de 0,5 m e 0,7 m. Capão do Leão, 2016.

Tratamentos	Altura de planta	Diâm. de colmo	Acam.
BR 506 0,5 m 120 mil/ha	2,50a	2,24a	24,7a
BR 506 0,5 m 140 mil/ha	2,23a	1,80a	35,7a
BR 506 0,5 m 160 mil/ha	2,40a	2,11a	37,3a
BR 511 0,5 m 120 mil/ha	2,33a	1,99a	27,0a
BR 511 0,5 m 140 mil/ha	2,27a	2,11a	18,0a
BR 511 0,5 m 160 mil/ha	2,40a	2,22a	23,7a
BR 506 0,7 m 120 mil/ha	2,43a	2,17a	31,7a
BR 506 0,7 m 140 mil/ha	2,33a	1,88a	46,0a
BR 506 0,7 m 160 mil/ha	2,43a	1,96a	29,0a
BR 511 0,7 m 120 mil/ha	2,33a	2,09a	34,3a
BR 511 0,7 m 140 mil/ha	2,47a	2,23a	42,0a
BR 511 0,7 m 160 mil/ha	2,30a	1,93a	23,3a
CV (%)	7,5	7,6	37,7

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2 – Valores médios para produção de colmos despalhados (t ha⁻¹), produção de panículas (t ha⁻¹), produção de biomassa (folhas + colmo + grãos – em t ha⁻¹) e quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix) para os genótipos BR 506 e BR 511, sob 3 populações de plantas e espaçamentos entrelinhas de 0,5 m e 0,7 m. Capão do Leão, 2016

Tratamentos	Biom.	Pan.	Colmo
BR 506 0,5 m 120 mil/ha	31,5ab	12,9a	27,8ab
BR 506 0,5 m 140 mil/ha	33,1ab	13,0a	29,1ab
BR 506 0,5 m 160 mil/ha	35,1ab	13,3a	30,8ab
BR 511 0,5 m 120 mil/ha	35,4ab	13,1a	30,0ab
BR 511 0,5 m 140 mil/ha	24,2b	12,9a	22,0b
BR 511 0,5 m 160 mil/ha	34,4ab	12,9a	29,1ab
BR 506 0,7 m 120 mil/ha	35,5ab	13,2a	32,3ab
BR 506 0,7 m 140 mil/ha	37,6a	13,2a	33,4a
BR 506 0,7 m 160 mil/ha	39,9a	13,6a	35,2a

BR 511 0,7 m 120 mil/ha	41,5a	13,2a	35,6a
BR 511 0,7 m 140 mil/ha	37,6a	13,2a	32,0ab
BR 511 0,7 m 160 mil/ha	37,1a	13,2a	31,0ab
CV (%)	12,1	2,0	11,9

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3 – Valores médios para quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix) para os genótipos BR 506 e BR 511, sob 3 populações de plantas e espaçamentos entrelinhas de 0,5 m e 0,7 m. Capão do Leão, 2016

Tratamentos	BRIX
BR 506 0,5 m 120 mil/ha	13,0 a
BR 506 0,5 m 140 mil/ha	12,7 a
BR 506 0,5 m 160 mil/ha	13,2 a
BR 511 0,5 m 120 mil/ha	14,7 a
BR 511 0,5 m 140 mil/ha	14,2 a
BR 511 0,5 m 160 mil/ha	14,5 a
BR 506 0,7 m 120 mil/ha	14,2 a
BR 506 0,7 m 140 mil/ha	13,9 a
BR 506 0,7 m 160 mil/ha	12,9 a
BR 511 0,7 m 120 mil/ha	14,8 a
BR 511 0,7 m 140 mil/ha	14,6 a
BR 511 0,7 m 160 mil/ha	14,3 a
CV (%)	9,0

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

O espaçamento de 0,7 m resultou em maiores rendimentos de colmo ha^{-1} .

Os arranjos de plantas estudados não acarretaram diferenciação na quantidade de açúcares presentes no caldo (°Brix) para os genótipos de sorgo sacarino BR 506 e BR 511.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, E. P. Na contramão de Kyoto. Folha de São Paulo, Opinião, Caderno A, p. A3, 2002.

SALVI, J. V. Panorama para o setor sucroalcooleiro. Informe SIFRECA, Piracicaba, p. 36-38, fev. 2008. Disponível em: <[http:// www.cepea.esalq.usp.br/energ](http://www.cepea.esalq.usp.br/energ)>. Acesso em 28 de junho de 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Duração do Ciclo de Desenvolvimento de Cultivares Crioulas e Melhoradas de Milho nas Condições de Santa Maria, RS

Poersch, Anderson H.⁽¹⁾; Streck, Nereu A.⁽²⁾; Lago, Isabel⁽³⁾; Langner, Josana A.⁽⁴⁾; Silva, Stefania D. da⁽⁵⁾; Scheffel, Lúcio G.⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Aluno de Graduação em Meteorologia; Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas; Santa Maria – RS; E-mail: andersonhpo@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia; Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Professora; Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia; Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁶⁾ Aluno de Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS.

RESUMO: A temperatura do ar é um dos elementos meteorológicos mais importantes que afetam o desenvolvimento da cultura do milho. A representação da duração do ciclo das culturas podem ser feita em dias do calendário civil, dias após a semeadura ou através da soma térmica em graus-dia. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o ciclo total e as fases de desenvolvimento em dias e em graus-dia de duas cultivares crioulas, uma cultivar melhorada de polinização aberta (VPA) e um híbrido simples de milho em diferentes épocas de semeadura nas condições de Santa Maria, RS. Um experimento de campo foi realizado no ano agrícola 2014/2015 com três datas de semeadura: 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015, consideradas do cedo, intermediária e tardia, respectivamente. As cultivares crioulas utilizadas foram 'Cinquentinha' (ciclo precoce) e 'Bico-de-Ouro' (ciclo tardio), a melhorada (VPA) 'BRS Planalto' (ciclo precoce) e o híbrido simples 'AS 1573PRO' (ciclo precoce). Foram registradas as datas de emergência, pendoamento, espigamento e maturidade fisiológica das cultivares para determinar a duração das fases e do ciclo total. Conclui-se que a duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento do milho, independente do ciclo da cultivar e da variabilidade genética que possui (crioula ou melhorada), é também determinada pelas condições ambientais, sendo a temperatura do ar um elemento meteorológico que influencia nesse processo. Portanto, a duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento é melhor representada pelo método dos graus-dia do que por dias do calendário civil.

Termos de indexação: *Zea mays* L., soma térmica, variabilidade genética.

INTRODUÇÃO

O ciclo de desenvolvimento da cultura do milho pode ser caracterizado através dos estágios de desenvolvimento e do tempo que foi necessário para a planta atingir cada fase, auxiliando no planejamento das atividades e nas práticas de manejo (Streck et al., 2003; Streck et al., 2007).

O método de graus-dia (GD) baseia-se na premissa de que as plantas, para completarem cada subperíodo do desenvolvimento, necessitam de um somatório térmico, isto é, uma quantidade de energia acumulada acima da temperatura-base favorável ao desenvolvimento vegetal. Abaixo da temperatura-base os processos metabólicos são paralisados ou ocorrem a uma taxa tão pequena que podem ser desprezados. A soma térmica considera o efeito da temperatura do ar nos processos fisiológicos da planta, conseguindo melhor representar a medida de tempo de cada estágio de desenvolvimento (Martins et al., 2007).

A duração do ciclo e das fases de desenvolvimento da cultura do milho tem sido avaliada pelo número de dias do calendário civil e/ou pelo método de graus-dia. A duração do ciclo em dias não tem sido a melhor maneira de representação, pois a duração das fases de desenvolvimento ou do ciclo da cultura estão associadas às variações na temperatura do ar (Gadioli et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o ciclo total e as fases de desenvolvimento em dias e em graus-dia de duas cultivares crioulas, uma cultivar melhorada de polinização aberta e um híbrido

simples de milho em diferentes épocas de semeadura nas condições de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, localizada na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O clima é Cfa (subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes) pela classificação de Köppen. Três semeaduras foram realizadas nas seguintes datas: 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015, consideradas do cedo, intermediária e tardia. As cultivares foram as crioulas 'Cinquentinha' (ciclo precoce) e 'Bico-de-Ouro' (ciclo tardio), a melhorada de polinização aberta (VPA) 'BRS Planalto' (ciclo precoce) e o híbrido simples 'AS 1573PRO' (ciclo precoce).

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições de parcelas de cinco linhas com 5,0 m de comprimento, espaçamento de 0,90 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas. As datas de ocorrência dos seguintes estágios de desenvolvimento foram anotadas: emergência (EM), pendoamento (VT), florescimento (R1) e maturidade fisiológica (R6) (Ritchie et al., 1997).

Posteriormente foi determinada a duração em dias e em graus-dia de cada estágio de desenvolvimento e do ciclo total da cultura. A soma térmica acumulada foi calculada pelo somatório da soma térmica diária (ST_d , °C dia⁻¹), obtida por $ST_d = (T_{med} - T_b)$, em que T_{med} é a temperatura média diária do ar (°C), e T_b é a temperatura-base da cultura (10°C). Nesse cálculo, se $T_{med} < T_b$, então considera-se $T_{med} = T_b$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento, em dias, independente do genótipo e de seu ciclo, apresentou maior duração na primeira época de semeadura (15/08/2014) (**Figura 1**). Na segunda e na terceira época as cultivares apresentaram considerável redução no ciclo em dias, em relação à época 1 (**Figura 1**). A duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento em termos de soma térmica (°C dia⁻¹) (**Figura 2**) apresentou diferenças entre as cultivares crioulas e melhoradas. O ciclo total e as fases de desenvolvimento a cultivar melhorada 'BRS Planalto' e do híbrido simples 'AS 1573PRO' tiveram aproximadamente as mesmas durações em graus-dia independentemente da época de semeadura. Para as cultivares crioulas 'Cinquentinha' e 'Bico de Ouro' há uma considerável

diferença de soma térmica no ciclo total e nas fases de desenvolvimento, principalmente, entre a 1ª época e a 3ª época, o que pode indicar uma possível resposta fotoperiódica destas cultivares, o que necessita ser melhor estudado.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento do milho, independente do ciclo da cultivar e da variabilidade genética que possui (crioula ou melhorada), é também determinada pelas condições ambientais, sendo a temperatura do ar um elemento meteorológico que influencia nesse processo. Portanto, a duração do ciclo total e das fases de desenvolvimento é melhor representada pelo método dos graus-dia do que por dias do calendário civil.

REFERÊNCIAS

- GADIOLI, J. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA Y GARCÍA, A.; BASANTA, M. V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e Caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 377-383, 2000.
- MARTINS, F. B.; SILVA, J. C. DA; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 373-381, 2007.
- STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 115, p. 139-150, 2003.
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 323-329, 2007.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1997. 21 p. (Special Report, 48).

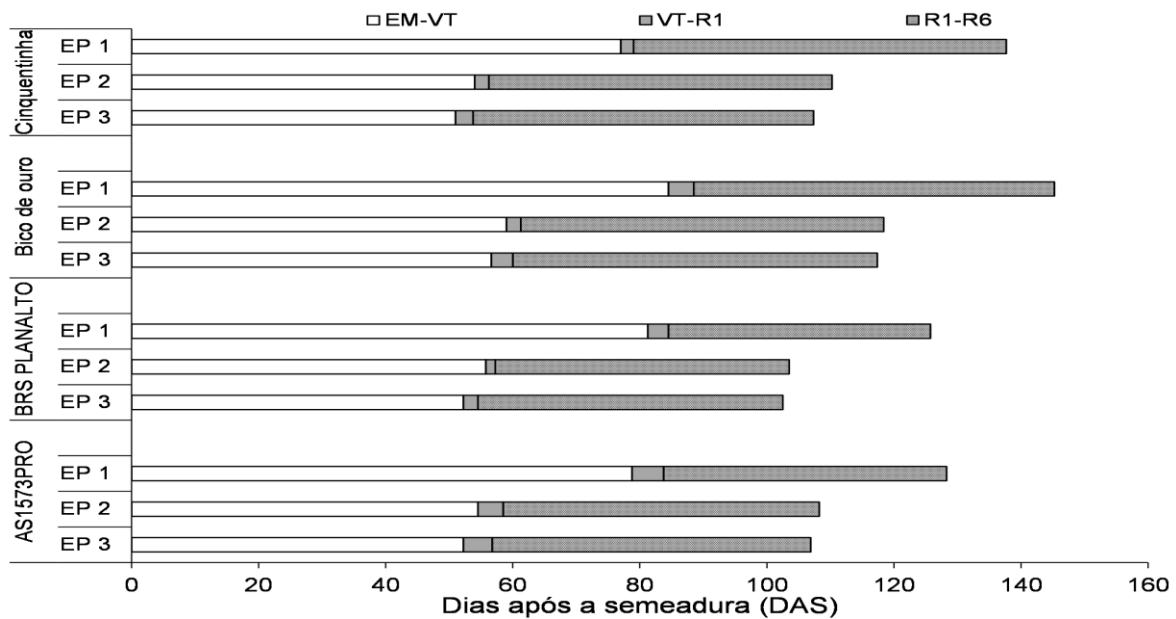


Figura 1. Duração em dias das fases emergência - pendoamento (EM-VT), pendoamento - florescimento (VT-R1), florescimento - maturidade fisiológica (R1-R6) em quatro cultivares de milho, duas crioulas 'Bico-de-Ouro' e 'Cinquentinha', uma cultivar melhorada 'BRS Planalto' e um híbrido simples 'AS 1573PRO', em três datas de semeadura (EP1 = 15/08/2014, EP2 = 13/12/2014 e EP3 = 07/01/2015), nas condições de Santa Maria, RS. DAS: Dias Após a Semeadura.

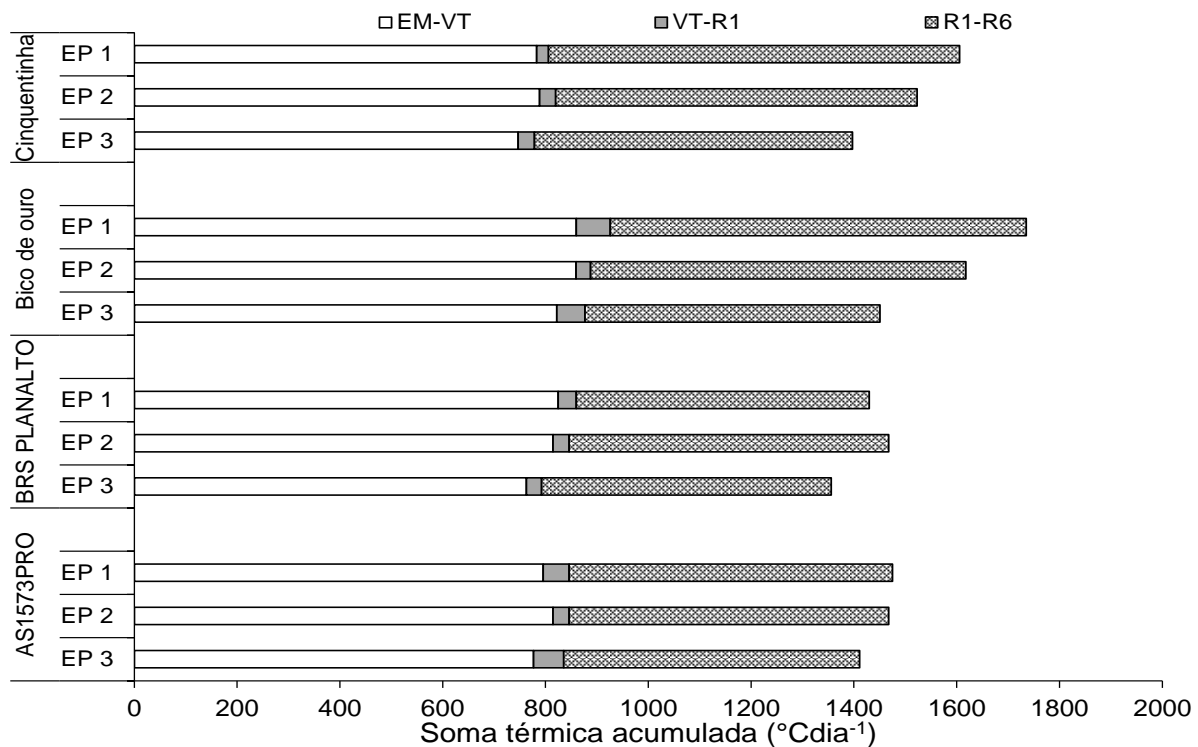


Figura 2. Duração em graus-dia ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$) das fases emergência - pendoamento (EM-VT), pendoamento - florescimento (VT-R1), florescimento - maturidade fisiológica (R1-R6) em quatro cultivares de milho, duas crioulas 'Bico-de-Ouro' e 'Cinquentinha', uma cultivar melhorada 'BRS



Planalto' e um híbrido simples 'AS 1573PRO', em três datas de semeadura (EP1 = 15/08/2014, EP2 = 13/12/2014 e EP3 = 07/01/2015), nas condições de Santa Maria, RS.

A

Efeito alelopático de restos culturais de eucalipto na qualidade fisiológica de sementes de sorgo.

Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos⁽¹⁾; João Paulo Oliveira Ribeiro⁽²⁾; Karina Mendes Bertolino⁽³⁾; Ítalo dos Santos Faria Marcossi⁽⁴⁾; Jéssica Letícia Abreu Martins⁽⁵⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; gustavomaldini@hotmail.com; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁵⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁶⁾ Professora do curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del Rei

RESUMO: A alelopatia é o processo pelo qual produtos liberados pelo metabolismo secundário de uma planta impede a germinação e desenvolvimento de outro vegetal. Objetivou-se verificar os efeitos alelopáticos na qualidade fisiológica de sementes de sorgo em camadas de restos culturais de eucalipto em diferentes profundidades de solo. O experimento foi conduzido no laboratório da UFSJ. Para avaliação da qualidade fisiológica, utilizaram-se sementes de sorgo BRS-506. Foram coletadas duas amostras compostas nas profundidades de 0-5 e de 5-10 cm e a testemunha local foi retirada a 50 metros de distância da área de plantio de eucalipto na região de Curvelo. Outros dois substratos foram usados para os testes: substrato comercial e mistura do substrato com folhas secas de eucalipto. Utilizou-se cinco tratamentos: I solo 0-5 cm, II solo 5-10 cm, III testemunha local, IV substrato comercial e V substrato comercial + folha seca. A avaliação da qualidade fisiológica foi através dos testes de Primeira contagem de germinação (PC), teste de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG). Houve diferença significativa para o vigor das sementes em relação ao ambiente. Na germinação não houve diferenças significativas entre tratamentos. No desenvolvimento de plântulas, houve diferença significativa para as características comprimento de parte aérea (PA), matéria verde (MV) e matéria seca (MS), com maior desenvolvimento em condições controladas, exceto para comprimento de raiz. Para os tipos de substratos, houve diferenças para crescimento de raiz e matéria seca. Não foi observado efeito alelopático na germinação e vigor de sementes, no entanto, podem reduzir o tamanho de raiz em

plântulas de sorgo.

Termos de indexação: alelopatia, germinação e vigor de sementes.

INTRODUÇÃO

A alelopatia pode ser definida como um processo pelo qual produtos do metabolismo secundário de um vegetal são liberados, impedindo a germinação e/ou o desenvolvimento de outras plantas relativamente próximas (Soares & Vieira, 2000). Essas substâncias químicas pertencem a diferentes categorias de compostos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros e estão presentes nas folhas, flores, frutos, gemas, raiz e casca, podendo ser inseridos no solo através da lavagem no caso das folhas, por exsudados ou pelo processo de decomposição desse material (Azevedo et al., 2007).

Nos últimos anos, tem aumentado a implantação de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades rurais. Estes sistemas tem-se mostrado como uma alternativa viável para o aumento de produção na propriedade, tendo em vista que são sistemas de uso sustentável da terra, que combinam, de maneira simultânea, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e, ou, animais, utilizando a mesma unidade de terra e aplicando técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população, contribuindo para o aumento da biodiversidade de espécies locais e com a ciclagem de nutrientes (Muller, 2004). Uma das

espécies florestais mais utilizadas para esses sistemas é o eucalipto, que segundo a literatura é tida como uma espécie que produz substâncias alelopáticas.

Este trabalho teve como objetivo verificar efeitos alelopáticos na qualidade fisiológica de sementes de sorgo em camadas de restos culturais de eucalipto presentes em diferentes profundidades de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no primeiro semestre de 2016 no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas. Para avaliação da qualidade fisiológica foram utilizadas sementes de sorgo da Cultivar BRS-506 fornecidas pela Embrapa Milho e Sorgo. O solo utilizado como substrato no teste de germinação foi coletado na região de Curvelo-MG em um plantio de Eucalipto de Clones GG100 na coordenada -18.602147,-44.458703.

Foram retiradas 2 amostras compostas nas profundidades de 0 a 5 e de 5 a 10 cm e uma terceira amostra composta foi retirada fora da área de plantio, cerca de 50 metros de distância. No experimento também foram utilizados mais dois substratos para o teste de germinação sendo um substrato comercial para plantas da empresa BIOPLANT e ainda uma mistura do substrato comercial e folhas secas de eucalipto recolhidas no local de coleta. No total, foram adotados cinco substratos, ou seja, os seguintes tratamentos: I solo da camada de 0-5 cm, II solo da camada 5-10 cm, III solo coletado fora da área de plantio de eucalipto, IV substrato comercial e V substrato comercial misturado com folha seca triturada na proporção 1:1.

Cada tratamento foi distribuído em 4 repetições em bandejas de isopor com 25 sementes de sorgo em cada e umedecidas com água destilada. O experimento foi conduzido em dois ambientes: câmara de germinação do tipo Mangelsdorf com condições climáticas controladas, regulada a temperatura de 30°C e em casa de vegetação com condições climáticas normais.

A avaliação da qualidade fisiológica foi através dos testes de **Primeira contagem de germinação** - conduzida junto ao teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do ensaio, conforme recomendado por Brasil (1992); **Germinação** - realizado no décimo dia após a semeadura, por ocasião do final do experimento, considerando-se germinadas as sementes que emitiram raiz primária. Os resultados foram expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais (Brasil, 1992); **Índice de velocidade de**

germinação - calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962) - $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Ao final do teste de germinação, o desenvolvimento das plântulas foi observado através de medições da parte aérea e raiz, com o auxílio de um paquímetro digital e através da pesagem da matéria verde e matéria seca utilizando a balança analítica de precisão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (cinco substratos por dois ambientes), os resultados médios foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, processados pelo programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** representa o resumo da análise de variância para as características de germinação e vigor. Houve diferenças significativas para o vigor das sementes em relação ao ambiente de realização do teste, ou seja, maior vigor foi verificado pelos testes de PC e IVG quando as sementes foram germinadas em condições controladas no germinador. No entanto, para os resultados de germinação não houve diferenças significativas quanto aos ambientes e nem quanto ao substrato utilizado no teste.

Segundo Alves et al. (1999) um dos objetivos do teste de germinação é permitir que as sementes expressem o seu máximo potencial fisiológico, além de fornecer rápidos resultados. Vários testes têm sido utilizados para completar o teste padrão de germinação, sementes com porcentagens de germinação semelhantes frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre elas (Santana & Ranal, 2000).

No caso do vigor, o ambiente controlado favoreceu as sementes demonstrando o potencial fisiológico máximo. Na faixa da temperatura ótima espera-se que ocorra a maior porcentagem de germinação no menor espaço de tempo, e nas temperaturas abaixo da ótima ocorra a redução na velocidade de germinação (Marcos Filho, 2005).

O efeito alelopático, muitas vezes, não é percebido sobre a porcentagem de germinação, que indica o percentual final de germinação no tempo, mas sobre o índice de velocidade de germinação,

que indica o tempo necessário para a germinação, ou sobre outro parâmetro do processo (Ferreira & Aquila, 2000).

Quanto ao desenvolvimento de plântulas, houve diferença significativa para as características PA, MV e MS, com maior desenvolvimento em condições controladas, ou seja, germinador, exceto para comprimento de raiz, sendo que o ambiente não interferiu no resultado (**Tabela 2**). Para os tipos de substratos, houve diferenças para crescimento de raiz e matéria seca.

Ferreira & Aquila (2000) apontam que a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula, pois as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.

Na **tabela 3** são apresentadas as médias para as características de germinação (G), vigor (PCG e IVG) e desenvolvimento de plântulas (RZ, PA, MV e MS). O germinador foi ambiente onde o potencial fisiológico teve melhores resultados, tanto para germinação quanto para o desenvolvimento de plântulas.

Na **tabela 4**, encontram-se as médias para as características comprimento de raiz e matéria seca obtidas da medicação de plântulas de sorgo germinadas em diferentes substratos. Apenas o substrato V, constituído da mistura de substrato comercial e folhas secas de eucalipto teve desenvolvimento superior aos demais em relação ao tamanho de raiz. Já o substrato IV e V, constituídos respectivamente de substrato comercial e substrato comercial e folhas secas tiveram desenvolvimento inferior aos demais em relação ao peso de matéria seca.

Apesar de melhor desenvolvimento de raiz em substrato V, maiores valores de MS foi verificado nos substratos I, II e III, mesmos não havendo diferenças significativas para as características de PA e MV. Foi possível verificar que os substratos não influenciaram no vigor e germinação das sementes de sorgo, não havendo efeito alelopático, apenas no desenvolvimento e provavelmente no estabelecimento de plântulas.

O eucalipto tem sido citado como produtor de compostos aleloquímicos, interferindo em cultivos de hortaliças próximas às grandes áreas reflorestadas, resultando em problemas para o agricultor (Afubra & Sindifumo, 2001). A cobertura morta mantida sobre o solo no sistema de semeadura direta pode prejudicar o estabelecimento de culturas sensíveis a ela, o que não foi observado no presente trabalho.

CONCLUSÕES

Condições controladas de temperatura e umidade proporcionam melhor germinação e desenvolvimento de plântulas de sorgo.

Não foi observado efeito alelopático na germinação e vigor de sementes de sorgo, no entanto, podem reduzir o tamanho de raiz em plântulas de sorgo.

AGRADECIMENTO

À FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AFUBRA & SINDIFUMO. Preservar o meio ambiente é compromisso de todos: Manual de reflorestamento. Santa Cruz do Sul, 2001. 20p. (Boletim Técnico, 20)

ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B. & GUSMAN, A.B. Allelopathic potencial of *Eucalyptus* spp. In: NARWALL, S.S., ed. Allelopathy update. Enfield: Sci., 1999. p.131-148.

ALVES AQÜILA, Maria Estefania. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia. Série botânica**, v. 53, p. 51-66, 2000.

AZEVEDO, V. K.; BRAGA, THIAGO VENTURA SCORALICK; GOI, SILVIA REGINA. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus eliotti* sobre a germinação de *Lactuca Sativa* L.(alface). In: **VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**. 2007.

BRASIL, M. A. Regras para análise de sementes. **Brasília: LANARV/SNAD/MA**, 1992

FERREIRA, A.G. & AQÜILA, M.E.A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. R. Bras. Fisiol. Veg., 12:175-204, 2000. (Edição Especial) MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. v.12. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MULLER, M. W. et al. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida**. Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; Campos

dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004.

espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.180-197, 2000.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12 (Edição Especial), p.205-237, 2000.

SOARES, G.L.G.; VIEIRA, T.R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. "Grand rapids") por extratos aquosos de cinco

Tabela 1 - Análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação % (PC), germinação % (G), índice de velocidade de germinação (IVG), obtidas da germinação de sementes de sorgo diferentes substratos e ambientes, Sete Lagoas, MG.

FV	GL	PC	G	IVG
Ambiente	1	41731.60**	1.60 NS	8574.9408**
Substrato	4	243.60 NS	129.60 NS	109.3676ns
AxS	4	257.60 NS	263.60NS	198.4724ns
Resíduos	30	220.93	106.66	100.39
CV (%)		28.97	12.8	30,17
MÉDIA GERAL (%)		29	85	33.2915

** : significativo a 5%, pelo teste Scott-Knott.

Tabela 2 - Análise de variância dos dados de comprimento de raízes em cm (RZ), comprimento de parte aérea cm (PA), peso de matéria verde em gramas (MV) e peso de matéria seca em gramas (MS), obtidas da germinação de sementes de sorgo diferentes substratos e ambientes, Sete Lagoas, MG.

FV	GL	RZ	PA	MV	MS
Ambiente	1	297.1340NS	97582.78**	3.9043*	0.3191**
Substrato	4	2473.7029**	256.6367NS	0.1471NS	0.1095**
AxS	4	234.3475NS	208.6871NS	0.119586	0.0359NS
Resíduos	30	374.616278	181.86948	0.857139	0.016711
CV (%)		17,25	15,99	29.4	25.26
MÉDIA GERAL		112.196	84	3.149425	0.511775

** : significativo a 5%, pelo teste Scott-Knott.

Tabela 3 - Médias de primeira contagem de germinação % (PC), germinação % (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raízes em cm (RZ), comprimento de parte aérea cm (PA), peso de matéria verde em gramas (MV) e peso de matéria seca em gramas (MS), obtidas da germinação de sementes de sorgo de dois ambientes, Sete Lagoas, MG.

	PCG	G	IVG	RZ	PA	MV	MS
Germinador	83,6 a	85,0 a	47,9 a	114,9 a	133,7 a	2,8 a	0,4 a
Viveiro	19,0 b	84,6 a	18,6 b	109,4 a	34,9 b	3,5 b	0,6 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. va 5 %.

Tabela 4 - Médias de comprimento de raízes em cm (RZ), e peso de matéria seca em gramas (MS), obtidas da germinação de sementes de sorgo de cinco substratos para germinação, Sete Lagoas, MG.

Substrato	RZ	MS
I (0-5 cm)	98,5 b	0,555 a
II (5-10 cm)	100,8 b	0,598 a
III (Fora da área)	108,2 b	0,614 a
IV (Substrato)	111,1 b	0,333 b
V (substrato + Folha)	142,2 a	0,457 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. α 5 %.

Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Folhas e Caule de Girassol (*Helianthus annuus* L.) Sobre a Germinação de Milho

João Paulo Oliveira Ribeiro⁽¹⁾; Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos⁽²⁾; Ítalo dos Santos Faria Marcossi⁽³⁾; Ana Carolina Oliveira Ribeiro⁽⁴⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁵⁾; Amilton Ferreira da Silva⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del – Rei, *campus* Sete Lagoas; Sete Lagoas, Minas Gerais; joapaulooliveiraribeiro@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; gustavomaldini@hotmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; italofaria_1206@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduanda em Zootecnia; Universidade Federal de Lavras; anacarolinaoliveira840@gmail.com; ⁽⁵⁾ Professora; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; nadia@ufsj.edu.br; ⁽⁶⁾ Professor; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; amiltonferreira@ufsj.edu.br.

RESUMO: O girassol é uma espécie oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes. O girassol apresenta efeito alelopático sobre outras espécies vegetais, inibindo o crescimento dos mesmos. Caule e folhas foram coletados no campo experimental da UFSJ, *campus* Sete Lagoas. Foram secos em estufa a 60°C por 88 horas. Foram triturados com 1 litro de águas destilada resultando no extrato bruto de 100%, do qual foram realizadas as diluições de 75%, 50%, 25%, sendo a água destilada utilizada como testemunha. O teste foi realizado em Rolo de Papel Germitest, com 4 repetições de 25 sementes do Híbrido BRS – 1060. Foram acondicionadas em BOD com temperatura constante de 25°C. As contagens de germinação foram realizadas aos quatro dias e a germinação final aos dez dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, os resultados médios foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância, processados pelo programa SISVAR. Extratos aquosos obtidos a partir de folhas de girassol afetaram negativamente o vigor das sementes de milho, observado pelo teste de primeira contagem, no entanto, não houve diferença significativa quanto a germinação final das sementes submetidas a extratos obtidos de folhas e caule de girassol nas diferentes concentrações.

Termos de indexação: Alelopatia, sementes, vigor.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes, bem como uma maior resistência à seca, ao frio e ao calor, que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (Bacaxixi et al., 2011). A estimativa de a área do cultivo de girassol para a safra 2015/16 deverá ser de 111,5 mil hectares e a produtividade prevista para a safra 2015/16, deverá ser de 1.613 kg/ha,

significando aumento de 17,4%, em relação à safra 2014/15 (Conab, 2016). Segundo Melo et al., (2006), o interesse pela utilização do girassol na forma de silagem tem aumentado. As suas vantagens em comparação ao milho e ao sorgo para ensilagem destacam-se a ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, o menor período vegetativo e a alta qualidade do produto final ensilado, especialmente pelo maior teor proteico, possibilitando economia no balanceamento de rações (Evangelista & Lima, 2001).

Alelopatia, é qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial de uma planta ou microorganismo sobre outra planta, mediante a produção de compostos químicos liberados no ambiente (Rice, 1984). Segundo estudos já realizados, a cultura do girassol apresenta efeito alelopático sobre outras espécies vegetais, inibindo o crescimento de certos vegetais como a mostarda (*Sinapis alba* L.), trigo (*Triticum* spp.) e invasores dependendo da variedade e da concentração das substâncias alelopáticas no meio (Bhowmik & Inderjit, 2003). As coberturas vegetais de gramíneas sobre sistema de semeadura direta, as quais parecem exercer efeitos alelopáticos mais pronunciados, são as de milho, trigo e aveia (Tokura & Nobrega, 2005). Em trabalho realizado em bioensaios, foram encontrados esses compostos em folhas, colmos, rizomas, raízes, flores, frutos e em sementes de espécies de plantas superiores (Smith e Martin, 1994). Pasqualetto et al. (2007), observou que à cultura do girassol, pode diminuir a presença de espécies invasoras na soja, quando o girassol for cultivado antes do plantio da soja e se conclui que a redução deve-se pela interferência física ou alelopática desenvolvida pela palhada do girassol depositada sobre o solo.

Portanto, objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático exercido pelo extrato aquoso de folhas e caule de girassol (*Helianthus annuus* L.) sobre a germinação de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de São João del – Rei, Campus Sete Lagoas/MG. Foram coletados folhas e caule de Girassol Forrageiro (HELIO-251), no campo de experimental da UFSJ-CSL. Quanto ao tipo de extratos, foram obtidos a partir de duas partes das plantas: folhas e caule de girassol em estágio final de floração. Para obtenção dos extratos, foram pesados 200 g de folhas e 200 g de caule e colocados em estufas a 65 °C, por 88 horas para obtenção da matéria seca. As folhas secas e caule foram triturados separadamente para obtenção dos dois extratos com o auxílio de um liquidificador, com o tempo de 1 – 2 minutos na proporção de 34 g de folhas (peso seco) e o caule 26 g (peso seco) para 1L de água destilada, resultando no extrato aquoso bruto (100%). A partir do extrato bruto foram realizadas as diluições de 75%, 50%, 25%, sendo a água destilada utilizada como testemunha. O extrato do caule foi filtrado e adicionado mais 145 mL de água destilada, para obter o total de 1L de extrato aquoso bruto.

A qualidade fisiológica das sementes foi verificada pelos Testes de Germinação e Primeira contagem de Germinação (VIGOR) de acordo com as regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009). No entanto, os substratos foram umedecidos com os extratos das duas partes (caule e folhas) e nas 5 concentrações 0% (água destilada); 25% (75% de água destilada e 25% do extrato); 50% (50% de água destilada e 50% do extrato); 75% (25% de água destilada e 75% do extrato) e 100% v/v (extrato puro). O teste foi realizado em Rolo de Papel Germitest, com 4 repetições de 25 sementes do Híbrido BRS – 1060. Foram acondicionadas em BOD com temperatura constante de 25°C. A primeira Contagem de germinação foi realizada aos quatro dias e a germinação final aos dez dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (dois tipos de partes da planta por cinco concentrações de extratos), os resultados médios foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste de Tukey e análise de regressão a 5% de significância, processados pelo programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentando o resumo da análise de variância. Foi possível observar que houve efeito significativo para o tipo de extrato e a concentração utilizada, bem como a para a

interação parte x concentração, para o vigor de sementes avaliado pela primeira contagem de germinação. Extratos aquosos a partir de folhas reduziu o vigor de sementes de milho. No entanto, não houve efeito significativo na germinação das sementes pelos tipos de extratos nas diferentes concentrações utilizadas.

Tabela 1 - Análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G), obtidas de sementes de milho submetidas a dois tipos de extratos (folha e caule) de cinco concentrações do extrato de girassol, Sete Lagoas, MG.

	FV	GL	PC	G
Tipo Extrato		1	8880.4**	25.6ns
Concentração		4	2175.4**	82.6ns
Trat. x Conc.		4	897.4**	158.6ns
Resíduos		30	102.8	118.6
CV (%)			17.21	12.79

** : significativo a 1%, pelo teste de Tukey; ns: não significativo.

O efeito alelopático, muitas vezes, não é percebido sobre a percentagem de germinação, que indica o percentual final de germinação no tempo, mas sobre o índice de velocidade de germinação, que indica o tempo necessário para a germinação, ou sobre outro parâmetro do processo (Ferreira & Aquila, 2000).

Para a característica de primeira contagem de germinação, ou seja, vigor a média geral foi de 59%. Na figura 1, foi possível verificar que os extratos a partir de folhas inibiram o vigor das sementes de milho nas diferentes concentrações. Extratos a partir de folha obtiveram 59% de média de vigor sendo que nas concentrações de 100, 75, 50 e 25% diminuíram o vigor das sementes (16, 24, 38 e 61% respectivamente), em comparação com a testemunha concentração zero que apresentou valores de primeira contagem de 81%. Extratos a partir do caule obtiveram 74% de média de primeira contagem de germinação e inibiram o vigor das sementes de milho nas diferentes concentrações. Nas concentrações de 100, 75, 50 e 25% diminuíram o vigor das sementes (65, 70, 73, 83 e 78% respectivamente). Assim como o observado no milho, em trabalho com soja (CD232) realizado por Corsato et al., (2010) e mostarda (*Sinapis alba* L.) por Kupidłowska et al., (2006), os mesmos também sofreram inibição na porcentagem de germinação

quando submetidas ao extrato aquoso da parte aérea do girassol. Evidenciando assim o efeito alelopático de suas folhas.

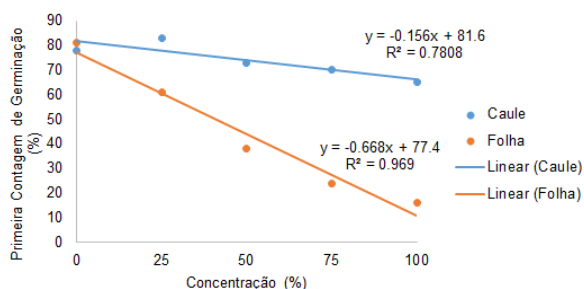


Figura 1: Primeira Contagem de Germinação (PC) de sementes de milho submetidas à ação de extratos de folhas e raízes de girassol em quatro diferentes concentrações, mais o controle (0%).

Para o teste de germinação, os extratos a partir de folha obtiveram 85% de média de germinação sendo não significativo o efeito para tipos, concentrações, bem como a interação.

O mesmo foi observado para o extrato de caule, entretanto com menor intensidade. O extrato de caule a 25%, funcionou como um estimulante de germinação, tendo quase todas as sementes germinadas, ou seja, germinação de 83%.

A medida que a concentração do extrato de caule aumenta, existe uma diminuição de sementes germinadas na primeira contagem, como observado no extrato de folhas, mas com menor intensidade. No girassol dentre as substâncias de efeito alelopáticos presentes nas folhas está presente os terpenos, sendo este o maior grupo de metabólitos secundários existente, os quais são substâncias insolúveis em água (Taiz & Zeiger, 2009).

Os estudos de efeitos alelopáticos e a identificação das plantas que os possuem assumem grande importância na determinação de práticas culturais e do manejo mais adequado (Carvalho et al., 1996). Em trabalho utilizando adubação verde de girassol realizado por Roncato & Viecelli (2009), foi verificado o efeito aleloquímico do girassol, a qual inibiu o desenvolvimento do milho (*Bt* e convencional) em todas as concentrações testadas.

CONCLUSÃO

Extratos aquosos de folha de girassol diminuem o vigor de sementes de milho, observados pelo teste de primeira contagem de germinação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFSJ e a Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio.

REFERÊNCIAS

BACAXIXI, P.; RODRIGUES, L.; BUENO, C.; RICARDO, H.; EPIPHANIO, P.; SILVA, D.; BARROS, B. M. C.; & SILVA, T. Teste de germinação de girassol *Helianthus annuus* L. **Revista científica eletrônica de agronomia**, n. 20, 2011.

BHOWMIK, P. C.; INDERJIT. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. **Crop Protection**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 661-671, maio 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 365p.

CONAB, Conjuntura Mensal, janeiro 2016/ Companhia Nacional de Desenvolvimento. Brasília: Conab, 2016. 8p. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_22_08_52_55_girassol_-_conjuntura_mensal_-_janeiro_de_2016.pdf>. Acesso em 3 de abril de 2016.

CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, p.177-217, 2001.

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p.175-204, 2000. Edição Especial.

KUPIDLOWSKA, E.; GNIĄZDOWSKA, A.; STEPIEN, J.; CORBINEAU, F.; VINEL, D.; SKOCZOWSKI, A.; JANEZKO, A.; BOGATEK, R. Impact of sunflower (*Helianthus annuus* L.) extracts upon reserve mobilization and energy metabolism in germinating mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. **Journal Chemical of Ecology**, New York, v. 32, n. 12, p. 2569-2583, 2006.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; QUEIROZ, A. C.; MIRANDA, E. N.; MAGALHÃES, A. L. R.; DAVID, D. B.; SARMENTO, J. L. R. Composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal das silagens de híbridos



de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 04, p. 1523-1534, 2006.

PASQUALETO, A.; COSTA, L. M.; SILVA, A. A.; SEDIYMA, C. S. Ocorrência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sucessão à culturas de safrinha no sistema plantio direto. 2007.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

RONCATTO, F.; VIECELLI, C.A. Adubação verde de girassol sobre o desenvolvimento do milho. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 1-6, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 287-292, 2005.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Efeito de Anos de Consórcio Milho Safrinha com Braquiária sobre a Produtividade da Soja em Sucessão

Ivan Arcanjo Mechi⁽¹⁾; Anna Luiza Farias dos Santos⁽¹⁾; Ricardo Fachinelli⁽¹⁾; Ericksson Martins Leite⁽²⁾; Jefferson Willian Nardi⁽³⁾; Gessi Ceccon⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrandos, Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; ivarmec@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul; ⁽³⁾ Estudante, Universidades Anhaguera; ⁽⁴⁾ Analista, Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: O consórcio milho-braquiária visa maximizar as melhorias anteriormente adquiridas com a sucessão soja-milho safrinha em plantio direto. Objetivou-se avaliar o efeito de anos consecutivos de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* no outono-inverno, sobre a produtividade da soja em sucessão. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã, MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e dez tratamentos, estabelecidos de acordo com os anos de consórcio de 2011 a 2015, sendo eles M5, M4C1, M3C2, M2C3, M1C4, C5, C4M1, C3M2, C2M3, C1M5, onde M significa milho solteiro, C consórcio e os números que seguem as letras representam quantos anos cada tratamento esteve presente durante os cinco anos. A análise de variância não detectou diferença significativa entre os tratamentos para M100 e altura de plantas, com médias de 15,15 g e 27,02 cm, respectivamente. Houve diferença significativa para produtividade. A maior produtividade foi para o tratamento consorciado de 2011 à 2015 (C5), seguido e, não diferindo estatisticamente dos tratamentos M1C4 e C4M1. Os tratamentos M5 e M4C1 apresentaram as menores produtividades. O menor número de plantas por hectare foi para o tratamento C5, sendo também o que apresentou o maior rendimento de grãos por planta. Anos consecutivos de consórcio milho-braquiária promovem incremento na produtividade da soja cultivada em sucessão. Os benefícios do consórcio são vistos quando existe efeito residual e acumulativo de quatro ou mais anos consecutivos.

Termos de indexação: *Brachiaria ruziziensis*; cultivo consorciado; cobertura do solo.

INTRODUÇÃO

O consórcio milho-braquiária visa maximizar as melhorias anteriormente adquiridas com a sucessão soja-milho safrinha em plantio direto, sendo reconhecido como uma tecnologia em benefício da agricultura.

O milho solteiro produz boa quantidade de massa seca de resíduos, porém, em sua maior parte, esta concentra-se nos colmos, não sendo suficiente para promover boa cobertura do solo (Andrade, 1995). Dessa forma o consórcio contribui com o aumento da área e tempo de solo coberto, sendo a braquiária capaz de produzir massa durante e após a colheita do milho (Ceccon et al., 2011), protegendo o solo na entressafra.

A braquiária, com seu sistema radicular agressivo, pode chegar a grandes profundidades, contribuindo de forma significativa para a ciclagem de nutrientes que estão nesta faixa e, geralmente, não são explorados pelas raízes do milho e da soja, podendo gerar maior retorno na sucessão soja-milho safrinha (Ceccon et al., 2013).

As melhores condições proporcionadas pelo consórcio possibilitam que a soja em sucessão se desenvolva em um ambiente mais favorável, diminuindo os riscos de perdas devido a veranicos e com isso irá gerar um incremento na produtividade de grãos (Richetti, 2013).

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de anos consecutivos de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* no outono-inverno sobre a produtividade da soja em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã,

MS, coordenadas 22°25' S e 55°32' W e altitude de 632 m, em solo classificado com Latossolo Vermelho distrófico, de textura mista. O clima é Subtropical Úmido, segundo classificação de Köppen, do tipo Cfa (Fietz et al., 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas de 20 x 15 m, com quatro repetições e dez tratamentos, totalizando quarenta parcelas.

Os tratamentos foram estabelecidos de acordo com os anos de consórcio de 2011 à 2015, sendo eles M5, M4C1, M3C2, M2C3, M1C4, C5, C4M1, C3M2, C2M3, C1M5, onde M significa milho solteiro, C consórcio e os números que seguem as letras representam quantos anos cada tratamento esteve presente durante os cinco anos, conforme **tabela 1**.

Tabela 1 – Histórico de cultivo de milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, no outono-inverno, em Ponta Porã, MS, de 2011 a 2015.

Tratamento ¹	Anos				
	2011	2012	2013	2014	2015
M5	M	M	M	M	M
M4C1	M	M	M	M	C
M3C2	M	M	M	C	C
M2C3	M	M	C	C	C
M1C4	M	C	C	C	C
C5	C	C	C	C	C
C4M1	C	C	C	C	M
C3M2	C	C	C	M	M
C2M3	C	C	M	M	M
C1M4	C	M	M	M	M

¹ M para milho solteiro e C para milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*.

As culturas foram implantadas mecanicamente a partir de 2011, sendo as de outono-inverno semeadas na primeira quinzena de março e a soja, sempre na última semana de outubro. O milho safrinha foi semeado em linhas espaçadas de 0,45 m, com 50 mil plantas por hectare; nos tratamentos consorciados foi adicionada uma linha de *Brachiaria ruziziensis*, na mesma linha do milho, com 100 mil plantas por hectare.

Os tratamentos com presença de braquiária, no ano de 2015, apresentaram média de 6.334 kg ha⁻¹ de massa seca de resíduos deixados em cobertura no pré-plantio da soja.

As variáveis analisadas foram altura de plantas, produtividade, rendimento de grãos por planta (RG), massa de 100 grãos (M100) e número de plantas por hectare (NP). Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando detectada diferença estatística, pelo teste F; as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não detectou diferença significativa entre os tratamentos para M100 e altura de plantas, com médias de 15,15 g e 27,02 cm, respectivamente. Houve diferença significativa para produtividade, número de plantas por hectare e rendimento de grãos por planta.

A maior produtividade foi para o tratamento consorciado de 2011 a 2015 (C5), seguido e, não diferindo estatisticamente dos tratamentos M1C4 e C4M1 (**Tabela 2**), evidenciando que os anos consecutivos de cultivo consorciado proporcionaram incremento na produtividade da soja em sucessão, mesmo após um ano sem seu cultivo.

Os tratamentos M5 e M4C1 apresentaram as menores produtividades, isso porque a braquiária possui material de elevada relação C/N, sendo sua decomposição e liberação de nutrientes pela palhada, lenta e gradual. No tratamento consorciado, apenas em 2015 não havia o efeito residual da braquiária, totalmente decomposta dos anos anteriores, se igualando dessa forma ao tratamento apenas com milho solteiro.

Os tratamentos M3C2, M2C3, C3M2, C2M3 e C1M4 apresentaram médias intermediárias de produtividade, mas sem diferir estatisticamente dos piores e dos melhores tratamentos.

Tabela 2 – Produtividade da soja em função dos anos de consórcio.

Anos de consórcio	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0 (M5)	2.752 c
2015 (M4C1)	2.839 c
2014-15 (M3C2)	2.965 bc
2013-15 (M2C3)	3.217 abc
2012-15 (M1C4)	3.385 ab
2011-15 (C5)	3.453 a

2011-14 (C4M1)	3.362 ab
2011-13 (C3M2)	3.210 abc
2011-12 (C2M3)	3.212 abc
2011 (C1M4)	3.000 abc

C.V. % 6,26

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O menor número de plantas por hectare foi para o tratamento C5, sendo também o que apresentou o maior rendimento de grãos por planta (**Tabela 3**), o que contribuiu com a alta produtividade desse tratamento. Todos os tratamentos com presença da braquiária em 2015 apresentaram baixos NP, provavelmente pelo fato de que a população de braquiária estava elevada, o que pode ter prejudicado a germinação e o desenvolvimento inicial da soja.

Tabela 3 – Número de plantas por hectare e rendimento de grãos por planta da soja em função dos anos de consórcio.

Anos de consórcio	NP ha ⁻¹	RG (g planta ⁻¹)
0 (M5)	204.629 ab	13,61 b
2015 (M4C1)	153.704 ab	19,47 ab
2014-15 (M3C2)	147.222 ab	20,25 ab
2013-15 (M2C3)	150.926 ab	21,83 ab
2012-15 (M1C4)	159.259 ab	21,97 ab
2011-15 (C5)	140.741 b	25,46 a
2011-14 (C4M1)	212.963 ab	15,91 b
2011-13 (C3M2)	183.333 ab	17,70 ab
2011-12 (C2M3)	207.407 ab	15,74 b
2011 (C1M4)	220.370 a	13,94 b
C.V. %	17,97	19,58

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Anos consecutivos de consórcio milho-braquiária promovem incremento na produtividade da soja cultivada em sucessão.

Os benefícios do consórcio são vistos quando existe efeito residual e acumulativo de quatro ou mais anos consecutivos.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, UFGD e Capes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 1-12, 1995.

CECCON, G.; RICETTI, A.; SEREIA, R. C.; LUIZ NETO NETO, A.; FONSECA, I. C.; LEITE, L. F. Safrinha em SPD nas condições do Mato Grosso do Sul. **Granja**, Porto Alegre, ano 67, n. 753, p. 63-65, 2011.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM.

RICETTI, A. Viabilidade econômica da sucessão consórcio milho-braquiária/soja/milho safrinha. In: CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 165-175.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Efeitos da aplicação de azoxistrobina nos caracteres morfológicos de diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues de Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) nos caracteres morfológicos de três genótipos de milho, foi conduzido um experimento em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015, e empregou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-endoamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados os caracteres: altura de plantas (cm), altura da inserção de espiga (cm) e diâmetro do colmo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando o Software Sisvar e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Não houve efeito das épocas de aplicação para nenhum caractere morfológico.

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Devido ao seu alto valor nutricional, o milho é considerado um dos alimentos essenciais da dieta humana e animal. Por ser cultivado em praticamente todo território nacional, sobre diversos sistemas de produção e em diferentes épocas do ano, a produtividade da cultura do milho no Brasil, é afetada por vários fatores, como o clima, potencial genético dos genótipos e manejo de doenças (Fancelli & Dourado Neto, 2003).

Os fungicidas do grupo das estrobilurinas tem sido utilizado como uma alternativa eficaz para o controle de doenças e, além disso, alguns estudos tem demonstrado que mesmo em condições de baixa severidade, a aplicação desses fungicidas para o controle de doenças provoca alterações em parâmetros que tem inteira relação com o aumento da produtividade (Jabs, 2004; Venâncio et al. 2003).

Estudos como o de Marafon & Simonetti (2012), relatam que alterações em caracteres agrônômicos, como, diâmetro do colmo do milho e número de grãos por fileiras por espiga, foram observadas em função das doses de estrobilurina.

Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) nos caracteres morfológicos de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a 662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão seca no Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-plantio (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

Aos 128 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados os caracteres morfológicos: altura de plantas (cm), altura da inserção de espiga (cm), ambos com o auxílio de régua e diâmetro do colmo (mm) utilizando um paquímetro digital.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F utilizando o Software Sisvar e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Os caracteres morfológicos como, altura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo, são importantes porque estão diretamente relacionadas com o acamamento e quebraimento das plantas de milho, principalmente no final do ciclo.

Na tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância (ANAVA) e valores médios para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo, onde não houve interação significativa entre os fatores analisados, havendo significância para o fator genótipo apenas para o caractere de altura de inserção de espiga.

Segundo Vilela et al. (2012) e Maddonni et al. (2001), essas características morfológicas são fortemente influenciadas pelo fator genético e pelas condições ambientais (quando estas se tornam fator limitante para a cultura completar seu ciclo).

Tabela 1. Valores médios e resumo da análise de variância referente à altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE) e diâmetro de colmo (DC) para genótipos de milho submetidos às aplicações de azoxistrobina. Jataí, GO, 2015.

Tratamentos	AP (m)	AIE (m)	DC (mm)
Genótipos (G)			
Híbrido 1	2,659 a	1,432 a	22,943 a
Híbrido 2	2,718 a	1,459 ab	22,633 a
Variedade	2,729a	1,497 b	23,648 a
Aplicações (A)			
Aplic. 1	2,710a	1,487 a	23,453 a
Aplic. 2	2,736 a	1,466 a	22,717 a
Aplic. 3	2,690 a	1,449 a	22,893 a
Aplic. 4	2,671 a	1,450 a	23,236 a
CV (%)	3,68	4,02	8,55
ANAVA			
G	2,292 ^{ns}	4,940 [*]	1,113 ^{ns}
A	0,954 ^{ns}	1,145 ^{ns}	0,339 ^{ns}
G x A	1,620 ^{ns}	2,326 ^{ns}	0,371 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (p > 0,05) pelo teste Tukey. * significativo a

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5% e ^{ns} não significativo

Para a variável altura de plantas o valor médio entre os genótipos foi de 2,702 metros. De acordo com Kappes, 2010, menores alturas de plantas tem sido um caractere desejável, por melhoristas e produtores, pois apresentam algumas vantagens, como por exemplo, cultivos em maiores densidades, maior eficiência na colheita mecanizada, redução com problemas de acamamento e quebraimento de plantas antes do ponto de colheita e maior penetração de luz no dossel. Nesse sentido, apesar de não haver diferença significativa, a aplicação de azoxistrobina no estágio fenológico de pré-pendoamento obteve menor valor de altura de planta, sendo em média 4 cm menor que a testemunha.

Para o caractere altura de inserção de espiga houve diferença para fator genótipo, no qual o híbrido 1 obteve o menor valor (1,432 m) e a variedade apresentou o maior valor (1,497 m). Esse caractere também está diretamente relacionado ao quebraimento de colmo, devido a distância que existe entre o solo e o ponto de inserção da espiga, que pode ocasionar em um desequilíbrio da planta (SANGOI et al. 2002).

Brachtvogel (2010), estudando população de plantas e uso de estrobilurina (piraclostrobina) na cultura do milho, também não encontrou significância entre os fungicidas testados para a variável altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga. Os resultados obtidos pelo autor indicam que os efeitos na morfologia da planta resultam de uma combinação de fatores e cujo efeito é mensurável quando estes atuam por um período mais prolongado, como por exemplo a população de plantas.

O resultado do presente estudo corrobora com Vilela et al., (2012), que ao avaliar o desempenho agrônomo de híbridos de milho em função da aplicação foliar de dois fungicidas (piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol) no pré-pendoamento da cultura, não observaram interação entre híbridos e fungicidas para altura de plantas e altura de inserção de espiga, havendo diferença apenas entre os híbridos testados.

Segundo Duncan (1975), o colmo do milho funciona como órgão de reserva de sólidos solúveis, principalmente a sacarose, que é translocada para o enchimento de grãos. Portanto, o diâmetro do colmo está diretamente relacionado com a capacidade deste de armazenar sólidos solúveis.

Com relação ao diâmetro de colmo não houve diferença entre as aplicações de fungicida e entre genótipos, sendo o valor médio de 23,074 mm. Tal resultado corrobora com Brachtvogel, (2010), que

também não encontrou diferença entre as aplicações de fungicidas para diâmetro de colmo.

Marafon & Simonetti (2012), observaram um aumento no diâmetro do colmo à medida que se elevaram as dosagens do fungicida piraclostrobina + epoxiconazol, o que discorda com o presente estudo, que não encontraram efeitos das épocas de aplicação de azoxistrobina para diâmetro de colmo.

CONCLUSÕES

Não há efeitos das épocas de aplicação de azoxistrobina sobre os caracteres morfológicos dos genótipos de milho avaliados.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

BRACHTVOGEL, E. L. População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agrônômicas e fisiológicas. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

DUNCAN, W.G. Maize. In: EVANS, L.T. Crop physiology: some case histories. Cambridge University Press, N.Y., p. 23-50, 1975.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba. ESALQ/USP. 2003. 208p.

JABS, T. Can strobilurins still deliver? **Crop Protection**, 17, April, 2004. P.19-20.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. 2010. 127 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E.; CIRILO, A. G. **Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation.** *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 71, n. 3, p. 183-193, 2001.

MARAFON, C.A.; SIMONETTI, A.P.M.M. Avaliação de parâmetros produtivos e severidade de ferrugem na cultura do milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis.** v.1, n.1, p.221-238, 2012.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias.** v.1, n.2, p.60-66, 2002.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas.** v.12, p.317-341, 2003.

VILELA, R. G.; ARF, O.; KAPPES C.; KANEKO F. H.; GITTII4 D. de C.; FERREIRA J. P. Desempenho Agrônomo De Híbridos De Milho, Em Função Da Aplicação Foliar De Fungicidas. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 25-33, Jan./Feb. 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Épocas de colheita, sanidade de colmos e grãos de híbridos de milho com ciclos contrastantes

Fernando Panison¹; Luis Sangoi²; Lucieli Leolato¹; Murilo Miguel Durli¹ Hugo François Kuneski¹; Antonio Eduardo Coelho¹

⁽¹⁾ Acadêmicos do programa de pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages, SC. E-mail: fernandopanison@hotmail.com, lucieli.leolato@gmail.com, murilodurli@gmail.com, kuneskio0838@hotmail.com, coelhoagro7@gmail.com,

⁽²⁾ Professor do Departamento de Agronomia da UDESC, bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. E-mail: luis.sangoi@udesc.br

RESUMO: O atraso na colheita pode afetar a sanidade dos colmos e grãos de milho. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da época de colheita sobre a incidência de podridões do colmo e de grãos ardidos de híbridos com ciclos contrastantes. O experimento foi implantado em Lages, SC, nas safras 2013/14 e 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas. Na parcela principal foram testados cinco híbridos simples: P32R22H e P1630H (hiper-precoces), P2530 (super-precocoe), P30F53YH e P30R50YH (precoces). Nas subparcelas foram testadas cinco épocas de colheita: 0 (maturação fisiológica dos grãos), 10, 20, 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. A incidência de podridões de colmo aumentou proporcionalmente ao incremento no atraso da colheita, independentemente do ciclo do híbrido. Mais de 60% dos colmos apresentavam sintomas de podridão nas colheitas realizadas 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. A época de colheita não interferiu na percentagem de grãos ardidos, que foi mais alta no híbrido P32R22H, em função do pior empalhamento de suas espigas. O atraso na colheita causou maiores prejuízos à sanidade dos colmos do que dos grãos.

Termos de indexação: *Zea mays*, podridões de colmo, grãos ardidos.

INTRODUÇÃO

O atraso na colheita de milho é uma prática de alto risco, pois predispõe a lavoura a uma série de conseqüências negativas, tais como acamamento e quebra de colmos, a germinação de grãos nas espigas, o ataque de insetos e a ocorrência de fungos patogênicos que favorecem o surgimento de grãos ardidos (Santin et al., 2004).

Estes efeitos são mais intensos quando o milho é cultivado em sucessão a plantas da mesma família, como os cereais de inverno, os quais são hospedeiros de fungos como *Fusarium graminearum* e *Colletotrichum gramínicola*, causadores de podridões do colmo (Casa et al., 2007; 2009).

A intensidade da ocorrência de acamamento e quebra de colmos devido ao atraso na colheita depende das características do híbrido, das práticas de manejo adotadas na lavoura (adubação, densidade de plantas, espaçamento entre linhas), das condições meteorológicas no final do ciclo da cultura e de danos causados por pragas e doenças (Gomes et al., 2010).

O acamamento e quebramento do colmo também são favorecidos pelo fato do milho alocar mais de 50% da fitomassa total da planta para os grãos na maturação fisiológica (Sangoi et al., 2010). Conseqüentemente, quanto mais tempo as plantas permanecerem na lavoura maior será o risco de colmos quebrados antes da colheita (Ferreira et al., 2012).

O atraso na colheita do milho após a maturação fisiológica pode aumentar a incidência de podridões da base do colmo, a percentagem de colmos acamados/quebrados e de grãos ardidos. A magnitude dos prejuízos ocasionados por colheitas tardias depende do híbrido utilizado na lavoura.

O experimento objetivou avaliar os efeitos da época de colheita sobre a sanidade de colmos e grãos de híbridos de milho com ciclos contrastantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido a campo, no município de Lages, SC, durante os anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. Na parcela principal foram avaliados cinco híbridos simples de milho com ciclos contrastantes: dois híbridos hiper-precoces (P1630H P32R22H), um híbrido super-precoce (P2530) e dois híbridos precoces (P30R50YH e P30F53YH). Nas subparcelas foram testadas cinco épocas de colheita: 0 (grãos na maturação fisiológica), 10, 20, 30 e 40 dias após a maturação fisiológica. Cada subparcela foi composta por quatro linhas de sete metros de comprimento, espaçadas 0,7 m entre si, tendo como área útil 8,4 m² provenientes das duas linhas centrais, descontando 0,5 m na extremidade de cada linha.

Antes da colheita avaliou-se o empalhamento das espigas de cada híbrido. Para esta avaliação utilizou-se uma escala de notas que variaram de 1 (melhor empalhamento) a 5 (pior empalhamento). Esta avaliação foi realizada visualmente, observando as brácteas que revestem a espiga, identificando se havia ocorrência de grãos de milho visíveis e a magnitude dessa deficiência. Maiores detalhes sobre a escala de notas utilizada podem ser visualizados na Figura 1.

No primeiro ano agrícola, a colheita da época 0 (maturação fisiológica) dos híbridos hiper-precoces foi feita em 1/05/2014 e dos demais híbridos no dia 10/05/2014. No segundo ano agrícola, a colheita da época 0 foi feita em 6/03/2015, 16/03/2015 e 26/03/2015, para os híbridos hiper-precoces, super-precoce e precoces, respectivamente. As demais colheitas foram feitas em intervalos de 10 dias da época 0 para cada híbrido.

Identificou-se logo após a colheita das espigas a ocorrência de podridões da base do colmo. Esta avaliação foi feita visualmente seguindo metodologia descrita por Reis & Casa (1996), pela identificação de sintomas dos patógenos, pressão da base do colmo exercida pelos dedos e abertura longitudinal com auxílio de um facão de todos os colmos presentes na área útil.

Os grãos ardidos foram determinados separando manualmente todos os grãos de uma amostra de 200 g que possuíam descoloração maior que ¼. Estes grãos foram pesados, determinando-se a porcentagem através do peso total da amostra e o peso total dos grãos ardidos encontrados. Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância, ao nível de significância de 5%. Quando alcançada significância estatística no teste F, as médias dos fatores épocas de colheita e híbridos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A época de colheita não interferiu na nota de empalhamento das espigas (Tabela 1). Nos dois anos agrícolas em que se conduziu o trabalho houve diferenças significativas entre os híbridos quanto a esta característica. Os híbridos de ciclo hiper-precoce P1630H e P32R22H apresentaram o pior empalhamento, denotando a presença de espigas com abertura das brácteas no terço superior da inflorescência feminina, com grande quantidade de grãos visíveis. A rápida expansão do ráquis no início do enchimento de grãos que caracteriza as cultivares hiper-precoces possivelmente contribuiu para as deficiências de empalhamento apresentadas pelos híbridos P1630H e P32R22H (Guissem et al., 2002). Por outro lado, a época de colheita não interferiu sobre esta característica por que ela é definida antes da maturação fisiológica dos grãos.

A porcentagem de podridões de colmo aumentou proporcionalmente ao incremento no atraso da colheita, nos dois anos agrícolas em que se conduziu o trabalho (Tabela 2). As podridões de colmo provocam danos diretos à cultura devido à colonização dos vasos vasculares, o que favorece a morte prematura de plantas (Casa et al., 2006). Isto fragiliza o colmo, favorecendo o tombamento e dificultando a colheita mecânica (Casa et al., 2007). O histórico da área experimental em que se conduziu o trabalho, caracterizada pela monocultura de milho por três anos agrícolas e pela sucessão milho/aveia preta, favoreceu o incremento na porcentagem de colmos doentes, acamados e quebrados com o retardamento da colheita.

A ocorrência de grãos ardidos diferiu entre híbridos nos dois anos agrícolas (Tabela 3). O híbrido de ciclo hiper-precoce P32R22H apresentou os maiores valores de porcentagem de grãos ardidos, na média das cinco épocas de colheita. Isto provavelmente ocorreu em função do pior empalhamento deste híbrido (Tabela 1). Espigas mal empalhadas, com brácteas frouxas e curtas, são mais predispostas à infecção por fungos, devido ao maior acesso destes organismos aos grãos, o que pode favorecer a ocorrência de grãos ardidos, conforme reportado por Costa et al. (2011).

A época de colheita não afetou a porcentagem de grãos ardidos, resultado que contrariou os dados obtidos por Santin et al. (2004) e Marques et al. (2009), que observaram incremento na ocorrência de grãos ardidos com o atraso na colheita. O retardamento da colheita aumentou a incidência de podridões de colmo (Tabela 2),

causadas pelos fungos *S. macrospora* e *F. graminearum*, que além de atacar o colmo podem posteriormente colonizar as espigas, aumentando a ocorrência de grãos ardidos (Casa et al., 2009). Contudo, não houve efeito significativo da época de colheita sobre a porcentagem de grãos ardidos no presente trabalho (Tabela 3). Os fungos fitopatogênicos que provocam podridões de espiga e posteriormente a presença de grãos ardidos colonizam o grão quando este está em formação e dificilmente infectam a espiga após a maturação fisiológica (Casa et al., 2014). Este comportamento justifica a falta de associação entre o aumento na ocorrência de podridões de colmo e a incidência de grãos ardidos quando ocorreu o atraso na colheita.

CONCLUSÕES

O atraso na colheita aumentou a incidência de podridões de colmo, independentemente do ciclo do híbrido.

O atraso da colheita não interferiu na porcentagem de grãos ardidos dos híbridos avaliados.

O híbrido de ciclo hiper-precoce P32R22H apresentou pior empalhamento e maior incidência de grãos ardidos, independentemente da época de colheita.

O atraso na colheita causou maiores prejuízos à sanidade dos colmos do que dos grãos.

REFERÊNCIAS

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões de colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathológica**, v.33, p.353-357, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; KUHNEN JUNIOR, P.R. BOLZAN, J.M. Controle de doenças de milho em sistema de plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.112, p.15-21, 2009.

CASA, R.T.; NERBASS, F. R.; ANDRIOLLI, C. F.; JUNIOR, J. A. L. V.; REIS, E. M.; SANGOI. Manejo de doenças da espiga e qualidade de grãos. In: **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Capítulo 13, Salvador, 21^o ed. p. 127-137, 2014.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; CRUZ, J. C.; SILVA, D. D.; QUEIROZ, V. A. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MENDES, S. M. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 38**. Recomendações para a Redução da Incidência de Grãos Ardidos em Milho. Sete Lagoas - MG, Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

FERREIRA, C. **Recomendações para a Redução da Incidência de Grãos Ardidos em Milho**. 2012. 80p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H.; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.140-145, 2010.

GUISCHEM, J.M.; BICUDO, S.J.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D.; SANSIGOLO, C.; ZUCARELLI, C. Características morfológicas e fisiológicas do milho que influenciam a perda de água do grão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, p.28-37, 2002.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages:Graphel, 2010. 84p.

SANTIN, J. A.; REIS, E. M.; MATSUMURA, A. T. S. Efeito do retardamento da colheita de milho na incidência de grãos ardidos e de fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p.182-192, 2004.

Tabela 1. Nota de empalhamento de espigas de híbridos de milho de ciclos contrastantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos						CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH	Média	
Nota de empalhamento de espigas **							
Safrá 2013/2014							
0	4	5	2	2	2	3	NS
10	4	5	2	2	2	3	22,2
20	4	5	2	2	2	3	
30	4	5	2	2	2	3	
40	4	5	2	2	2	3	
Média	4b	5a*	2c	2c	2c		
CV (%)	43,2						
Safrá 2014/2015							
0	4	5	3	3	2	3,4	NS
10	4	5	3	3	2	3,4	17,3
20	4	5	3	3	2	3,4	
30	4	5	3	3	2	3,4	
40	4	5	3	3	2	3,4	
Média	4b	5a	3b	3b	2c		
CV (%)	34,0						

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

NS - Diferenças entre médias não significativas (P < 0,05)

** Nota 1 - Espigas completamente empalhadas, com palhas alongadas e unidas na ponta; Nota 2 - Espigas empalhadas sem presença de palhas alongadas no terço superior, mas aderidas, grãos não se encontram visíveis; Nota 3 - Espigas apresentam pequena deficiência de empalhamento, com leve abertura no terço superior, mas não apresenta grãos visíveis; Nota 4 - A ponta da espiga encontra-se com abertura de palha e grãos visíveis; Nota 5 - Espiga com abertura de palha no terço superior alongando-se para a parte mediana, grande quantidade de grãos visíveis.

Tabela 2. Porcentagem de podridões de colmo de híbridos de milho de ciclos contratantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Porcentagem de podridões de colmo (%)							
Safrá 2013/2014							
0	50,0	39,2	21,8	18,6	15,7	26,5 d*	16,0
10	68,0	65,6	45,5	33,1	38,4	48,1 c	
20	86,3	71,4	63,3	40,8	38,1	54,7 c	
30	83,1	74,5	69,3	49,5	56,1	64,1 b	
40	91,5	90,5	88,8	64,7	74,8	79,1 a	
Média	75,8 a*	68,2 ab	57,7 bc	41,3 d	44,6 cd		
CV (%)	21,7						
Safrá 2014/2015							
0	AB 26,2 c	AB 20,5 c	A 34,5 b	AB 21,3 b	B 8,3 c	22,2	16,5
10	A 56,5 b	AB 51,3 b	A 54,7 b	AB 37,3 b	B 27,8 bc	45,5	
20	A 69,1 ab	A 83,7 a	A 78,1 a	B 38,6 b	B 45,1 b	62,9	
30	A 82,5 a	A 84,8 a	A 85,4 a	A 67,6 a	A 84,1 a	80,8	
40	A 89,6 a	A 97,5 a	A 95,1 a	A 82,1 a	A 81,1 a	89,1	
Média	64,8	67,6	69,6	49,4	49,3		
CV (%)	18,6						

* Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

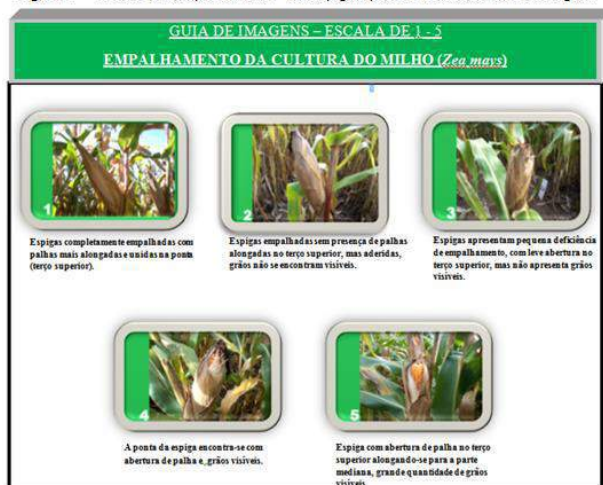
Tabela 3. Porcentagem de grãos ardidos de híbridos de milho de ciclos contratantes em função da época de colheita. Lages, SC.

Dias após Maturação Fisiológica	Híbridos					Média	CV (%)
	P1630H	P32R22H	P2530	P30F53YH	P30R50YH		
Porcentagem de grãos ardidos (%)							
Safrá 2013/2014							
0	8,8	12,7	2,1	3,4	0,7	5,2 NS	51,4
10	7,6	9,3	1,7	4,1	0,9	4,6	
20	10,6	11,2	1,3	4,4	1,8	5,4	
30	9,8	8,5	1,8	4,3	1,6	4,7	
40	9,6	10,2	4,1	3,9	3,1	5,7	
Média	9,3 a*	10,4 a	2,2 c	4,1 b	1,6 c		
CV (%)	23,2						
Safrá 2014/2015							
0	2,4	3,9	1,4	4,0	3,3	3,0 c*	53,5
10	2,7	3,4	2,8	6,9	3,1	3,8 bc	
20	6,8	9,4	3,4	8,2	6,7	6,9 a	
30	5,0	6,1	5,2	6,2	6,8	5,9 abc	
40	6,3	8,2	3,6	7,1	7,3	6,5 ab	
Média	4,6 ab*	6,2 a	3,3 b	6,5 a	5,4 ab		
CV (%)	39,8						

NS - Diferenças entre médias não significativas (P < 0,05)

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Figura 1 – Escala de empalhamento de espigas para a cultura do milho. Lages,





XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Estado nutricional e produtividade do milho em consórcio com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas

Anderson de Souza Gallo⁽¹⁾; Anastácia Fontanetti⁽²⁾; Nathalia de França Guimarães⁽³⁾; Maicon Douglas Bispo de Souza⁽⁴⁾; Kátia Priscilla Gomes Morinigo⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante, Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ; andersondsgallo@hotmail.com; ⁽²⁾ Professora, Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP; ⁽³⁾ Estudante, Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ; ⁽⁴⁾ Estudante, Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP; ⁽⁵⁾ Estudante, Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP.

RESUMO: O milho está entre as culturas mais produzidas em sistemas consorciados, devido principalmente a sua arquitetura e ecofisiologia. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional e a produtividade do milho em consórcio com guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) em diferentes arranjos de plantas no sistema orgânico. O estudo foi conduzido num solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: milho em monocultivo; guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho e guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho. O arranjo com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho aumentou o teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho em relação aos demais arranjos e ao milho em monocultivo. O consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho apresentou rendimento de grãos superior ao dos demais arranjos e do milho cultivado em monocultivo.

Termos de indexação: Agricultura orgânica, arranjo espacial de plantas, competição.

INTRODUÇÃO

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas,

cultivadas concomitantemente na mesma área, durante um período significativo do seu desenvolvimento (Rezende et al., 2011).

O milho está entre as culturas mais cultivadas em sistemas consorciados, principalmente pelo tradicional consórcio do milho com o feijoeiro, praticado pelos agricultores familiares em todo território brasileiro. As características favoráveis desse cereal, como maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais do desenvolvimento e a elevada altura das plantas e de inserção das espigas, permitem que a colheita ocorra sem interferência das plantas cultivadas em consórcio (Alvarenga et al., 2006).

O guandu-anão é uma das espécies cultivadas em consórcio com o milho, pois a menor produção de matéria seca da fabácea evita a competição com o cereal e não compromete a colheita mecanizada (Cortez et al., 2009).

Contudo, o manejo dos sistemas consorciados é complexo e precisa ser planejado, de modo a minimizar a competição interespecífica, que pode levar a perdas significativas de produtividade, influenciada por fatores como as condições climáticas, fertilidade do solo, densidade e o arranjo espacial das plantas no sistema (Jakelaitis et al., 2005). Portanto, é fundamental a realização de estudos em que se avalie a produtividade de grãos do milho, bem como a dinâmica nutricional em cultivos consorciados, visando encontrar técnicas para melhorar esta prática e, conseqüentemente, subsidiar a adoção desse sistema (Vieira et al. 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional e a produtividade do milho em consórcio com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas no sistema orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de dezembro de 2014 a julho de 2015, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras-SP. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa.

O preparo do solo foi realizado com grade aradora, seguida de niveladora. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes arranjos de guandu-anão em consórcio com a cultura do milho: MM - milho em monocultivo; GL - guandu-anão semeado na linha de plantio do milho (10 plantas de guandu m⁻²); G1E - uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (10 plantas de guandu m⁻²); G2E - duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho (20 plantas de guandu m⁻²); GL1E - guandu-anão semeado na linha e na entrelinha do milho (20 plantas de guandu m⁻²) e GL2E - guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho (30 plantas de guandu m⁻²).

A parcela experimental foi formada por cinco linhas de milho, espaçadas entre si com 0,90 m e, semearam-se seis sementes por metro, visando a população de 50.000 plantas de milho por hectare, após desbaste. Já o guandu-anão foi semeado na densidade de 10 sementes por metro, na linha e entrelinhas do milho, conforme tratamentos.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa seca da parte aérea do milho e do guandu anão (kg ha⁻¹); teor de macronutrientes nas folhas de milho (g kg⁻¹) e produtividade de grãos do milho (t ha⁻¹).

Para determinar a massa seca da parte aérea das plantas de milho, coletaram-se três plantas por parcela, já para o guandu-anão, utilizou-se uma moldura de madeira medindo 0,25 x 0,25 m. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, até atingir massa constante, e posteriormente pesada.

O teor de macronutrientes nas folhas do milho foi determinado coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior no florescimento feminino em todos os tratamentos (Cantarella et al., 1996). Foram coletadas 10 folhas por parcela, aos 85 DAE, e, após exclusão da nervura central, essas foram secas em estufa com ventilação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 48 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e submetidas à análise dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

A colheita do milho foi realizada manualmente, retirando-se todas as espigas contidas na área útil de cada parcela. Padronizou-se o teor de umidade dos grãos a 13%, obtendo-se a produtividade em função da massa de grãos colhida na área útil de cada parcela (kg ha⁻¹).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram processadas por meio do software Assistat (7.7 beta versão 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere ao teor de N foliar do milho, houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). O tratamento GL2E foi superior aos demais, que não diferiram entre si. O maior número de plantas de guandu-anão no tratamento GL2E provavelmente acarretou maior aporte de N. O que pode ter favorecido a absorção pelas plantas de milho. De acordo com Nascimento et al. (2012), o aumento da disponibilidade de nitrogênio é acompanhado de resposta positiva dos teores de N na folha.

Tabela 1. Médias de teores de macronutrientes foliares na cultura do milho em cultivo consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas. Araras, SP, 2014/2015.

Trat.	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
MM	31,9 b	3,2 a	9,9 ab	34,8 a	3,7 a	1,2 a
GL	31,7 b	3,2 a	11,3 a	23,0 a	3,6 a	1,1 a
G1E	31,7 b	3,0 a	7,7 b	3,7 b	2,9 a	1,0 a
G2E	33,1 b	3,0 a	7,0 b	3,5 b	2,9 a	1,4 a
GL1E	29,0 b	3,0 a	7,1 b	3,8 b	2,8 a	1,8 a
GL2E	38,4 a	3,1 a	6,9 b	3,2 b	2,5 a	1,4 a
CV%	5,59	7,32	19,06	11,94	20,35	19,32

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Para o teor de P foliar do milho, constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 1). Pode-se inferir que as plantas de guandu-anão não interferiram na absorção de P pelo milho, independente do arranjo de plantas.

Para o teor de K foliar do milho, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). O tratamento GL foi superior ao G1E, G2E, GL1E e GL2E, sem diferir estatisticamente do MM.

A presença do guandu-anão nos diferentes arranjos prejudicou a absorção do potássio pelas plantas de milho, exceto quando a fabácea foi semeada somente na linha do cereal. Provavelmente, a fabácea pode absorver o K em profundidades superiores a área de exploração das raízes do milho (Queiroz et al., 2008), e dessa forma, na mesma linha de plantio as espécies não competiram pelo K disponível no solo.

Houve diferença significativa para teor de Ca foliar entre os tratamentos (Tabela 1). Os tratamentos MM e GL foram estatisticamente semelhantes, e, superiores ao G1E, G2E, GL1E e GL2E, que não diferiram entre si. A redução no teor de nutrientes nos tecidos das plantas em cultivos consorciados pode estar vinculada a interação competitiva interespecífica exercida por uma espécie sobre a outra (Vieira et al., 2013). A baixa capacidade de competição pelo Ca por parte da cultura do milho em sistemas consorciados já foi observada por outros autores (Cury et al., 2012, Silva et al., 2015). Maiores populações da planta cultivada em consórcio possibilitam maior exploração do solo, intensificando os efeitos competitivos sobre a cultura principal (Gimenez et al., 2008).

Quanto ao teor de S nas folhas de milho, também não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Coletti et al. (2013), avaliando os teores foliares de macronutrientes na cultura do milho em cultivo consorciado com braquiárias, não verificaram diferença entre os diferentes consórcios para o teor foliar de enxofre.

Para matéria seca da parte aérea (MSPA) do guandu-anão, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 1).

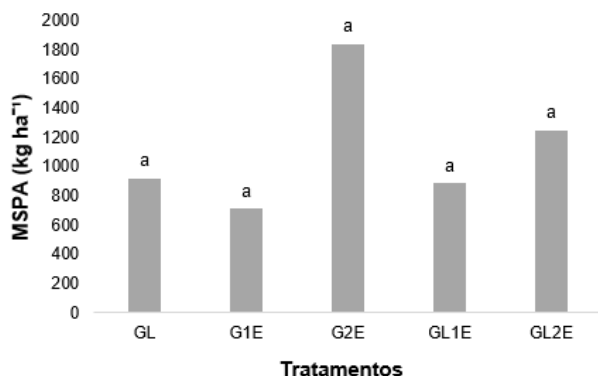


Figura 1. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de guandu-anão em consórcio com o milho, aos 85 dias após a emergência (DAE) da cultura do milho. Araras, SP, 2014/2015. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do

milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Para MSPA das plantas de milho, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Figura 2). Pode-se inferir que o guandu-anão não competiu e não se observou efeitos alelopáticos com as plantas de milho, não reduzindo seu crescimento.

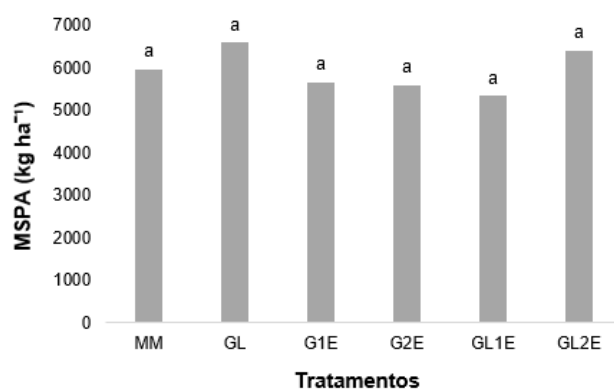


Figura 2. Médias de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho em consórcio com guandu-anão, aos 85 dias após a emergência (DAE) da cultura. Araras, SP, 2014/2015. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

Para produtividade de grãos, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Figura 1). O milho em consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha (GL2E) foi superior ao milho em monocultivo e não diferiu dos demais arranjos de plantas, que foram semelhantes entre si. A superioridade do GL2E em relação aos demais tratamentos pode ser atribuída a maior população de plantas de guandu-anão no sistema, aumentando o aporte de N via fixação biológica, beneficiando a absorção do nutriente pelas plantas de milho. A transferência de N em sistemas consorciados pode ocorrer pela excreção direta de compostos nitrogenados, pela decomposição dos

nódulos e raízes (Pereira et al., 2011); pela conexão por micorrizas nas raízes das gramíneas com as raízes das leguminosas (Van der Heijden & Horton, 2009) ou pela reabsorção do N volatilizado (amônia) ou lixiviado (nitrato) das folhas de leguminosas, pelas folhas de gramíneas (Denmead et al., 1976).

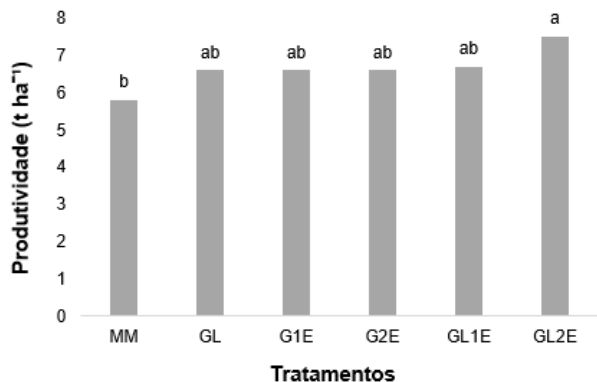


Figura 1. Produtividade de grãos do milho em consórcio com guandu-anão, Araras, SP, 2014/2015. MM: milho em monocultivo; GL: guandu-anão semeado na linha de plantio do milho; G1E: uma linha de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; G2E: duas linhas de guandu-anão semeado na entrelinha do milho; GL1E: guandu-anão semeado na linha e uma linha na entrelinha do milho e GL2E: guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha do milho.

CONCLUSÕES

Os diferentes arranjos de guandu-anão não comprometem a absorção de fósforo, magnésio e enxofre pelas plantas de milho. Já a absorção de nitrogênio, potássio e cálcio pelas plantas de milho sofrem interferência dos arranjos adotados.

O tratamento GL2E aumenta o teor de nitrogênio foliar nas plantas de milho. Já a absorção de potássio e cálcio pelas plantas de milho é beneficiada pelo arranjo de guandu-anão semeado na linha de plantio do milho e no milho cultivado em monocultivo.

O milho cultivado em consórcio com guandu-anão semeado na linha e duas linhas na entrelinha apresenta rendimento de grãos superior ao milho solteiro.

AGRADECIMENTOS

FAPESP e CNPq pelo financiamento dessa pesquisa

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C. et al. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas - MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. (EMBRAPA Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).

CANTARELLA, H. et al. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p. 45-47. (Boletim Técnico, 100).

COLETTI, A. J. Produtividade de grãos e palhada no consórcio de milho com urochloa na safrinha, em função da adubação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2159-2174, 2013.

CORTEZ, J. W. et al. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

CURY, J. P. et al. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 287-296, 2012.

DENMEAD, O. T. et al. A closed ammonia cycle within a plant canopy. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, n. 2, p. 161-164, 1976.

GIMENES, M. J. et al. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. **Revista da FZVA**, v. 15, n. 2, p. 61-76, 2008.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

NASCIMENTO, F. M. et al. Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 67-86, 2012.

PEREIRA, L. C. et al. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 191-200, 2011.

QUEIROZ, L. R. et al. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. **Revista Ceres**, v. 55, n. 5, p. 409-415, 2008.

REZENDE, B. L. A. et al. Economic analysis of cucumber and lettuce intercropping under greenhouse in the winter-



spring. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, n.2, p.705-717, 2011.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agronômicas**, v. 30, n. 149, p. 10-16, 2015.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; HORTON, T. R. Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems. *The Journal of Ecology*, v. 97, n. 6, p. 1139-1150, 2009.

VIEIRA, M. et al. Teores de nutrientes em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agrossilvicultural. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 67-76, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Estimativa de biomassa da parte aérea de milho através de imagens digitais e sensor de vegetação

**André Luis Vian⁽¹⁾; Christian Bredemeier⁽²⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾;
Elizandro Fochesatto⁽¹⁾; Maicon Andre Drum⁽³⁾; Natan Henrique Ferrari Pagliarini⁽¹⁾.**

⁽¹⁾ Doutorando (a) em fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: andre.vian@ufrgs.com; elizandrofochesato@hotmail.com; natanpagliarini@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Doutor em Fitotecnia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: bredemeier@ufrgs.br; paulo.silva@ufrgs.br; ⁽³⁾ Graduando em agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; Porto Alegre, RS; E-mail: maicon.drum@ufrgs.com.

RESUMO: A estimativa de biomassa das culturas pode ser realizada através de duas maneiras, manualmente, que oferece uma determinação real do peso da biomassa e outra forma é através do uso de sensores de vegetação (Greenseeker e imagens digitais), que realizam uma estimativa da biomassa presente na área. O objetivo do trabalho foi estimar o acúmulo de biomassa da parte aérea do milho através de duas metodologias (imagens digitais e sensor de vegetação) na tentativa de realizar a leitura em tempo real na lavoura. O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na EEA/UFRGS. Para obter variabilidade de biomassa na área foi utilizado doses de nitrogênio aplicadas em cobertura uma só vez (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) no estádio V5 do milho. As determinações realizadas foram biomassa da parte aérea, cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI no estádio V9. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F. Quando se observa a relação das metodologias utilizadas para a determinação da biomassa da parte aérea do milho, foi encontrado para o NDVI um coeficiente de determinação de 0,79 e para a taxa de cobertura do solo (% de planta) foi encontrado um coeficiente de determinação de 0,69 e uma relação de 0,98 entre as metodologias utilizadas. Pode-se concluir que o uso de qualquer uma das metodologias é adequada para estimativa da biomassa.

Termos de indexação: metodologias de biomassa, doses de nitrogênio, índices de vegetação.

INTRODUÇÃO

O aumento de produtividade que busca-se, por produtores e técnicos deve-se a uma série de fatores climáticos e de manejo, incluindo os novos genótipos, novas práticas e melhorias de manejo durante o período vegetativo e reprodutivo. Dentre essas práticas, busca-se uma melhor eficiência no uso do nitrogênio (N) durante o ciclo da cultura, que rege todo o acúmulo de esqueletos de carbono e promove o desenvolvimento da planta, incrementando o acúmulo de biomassa na parte aérea, Conab (2015). Sendo de grande importância durante o ciclo e também considerado um dos fatores que impede o alto rendimento, devido a sua alta mobilidade no solo e na planta.

Uma das maneiras de realizar o monitoramento da variabilidade do N ou da diferenciação de crescimento em lavouras. Assim, o estudo da variabilidade deste nutriente no solo e na planta pode ser através da quantificação de biomassa. Para realizar esse monitoramento da biomassa da parte aérea, foram desenvolvidas ferramentas como os sensores de vegetação, para estudar a variabilidade da biomassa na parte aérea.

A estimativa de biomassa da parte aérea das culturas pode ser realizada através de dois métodos, manualmente, onde coleta-se uma área conhecida de plantas e determina-se o peso real da biomassa. Esse método, é mais preciso, porém, é oneroso e demorado de se realizar em grandes áreas (Panneton & Brouillard, 2009), (Peng & Jun, 2011), Oliveira et al. (2014).

Outro método de se obter valores de biomassa da parte aérea, é a partir da estimativa de biomassa utilizando sensores remotos, como o Greenseeker que realiza as leituras do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e imagens digitais, que identifica a porcentagem de plantas na

imagem. Essas novas metodologias para estimar a biomassa são rápidas e não destrutivas.

As duas metodologias mencionadas, podem ser utilizadas a partir de diferentes bases, acoplados sob tratores ou outros implementos agrícolas, afim de promover a identificação da variabilidade da biomassa aérea no momento da leitura, em tempo real.

O trabalho teve como objetivo estimar o acúmulo de biomassa da parte aérea do milho através de imagens digitais e sensor de vegetação na tentativa de realizar a leitura em tempo real na lavoura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na safra agrícola de 2013/2014 na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul (RS). O campo experimental está situado na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), em uma altitude média de 46 metros acima do nível do mar. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de Koppen (Ipagro, 1979). A precipitação pluvial média anual é de 1440 mm e a temperatura média do ar mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes (Bergamaschi et al., 2003). O solo pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008), manejado com sistema plantio direto a 24 anos.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura na cultura do milho no estádio V5, da escala de Ritchie et al. (1993). Após a aplicação do nitrogênio (N), foi realizada irrigação de 20 mm de água para incorporação do N na solução do solo.

O milho foi semeado em 02 de outubro de 2013, em sistema de semeadura direta, em sucessão à aveia branca, como cobertura de solo no inverno. A adubação de base foi de 30, 180 e 90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A densidade de plantas utilizada foi de 9,0 pl m⁻², com espaçamento entre linhas de 0,5 m. O híbrido foi o Pioneer 1630H com tecnologia Bt.

As principais determinações realizadas foram: biomassa da parte aérea, cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI no estádio V9 de desenvolvimento. Todas as determinações foram realizadas em quatro plantas dentro de cada parcela.

A biomassa da parte área foi coletada e condicionada em sacos de algodão e levados a

estufa de ventilação forçada para secagem a temperatura de 60 °C, até atingir peso constante e posteriormente foram pesadas em balança de precisão.

Para proceder as leituras de reflectância (NDVI), utilizou-se o equipamento GreenSeeker. As medições foram realizadas sob o dossel vegetativo da cultura, em uma altura entre 0,8 e 1,0 m acima do topo do dossel e com 0,7 m de largura.

Para obter as imagens digitais foi utilizado, uma câmera fotográfica digital com faixas de absorção do espectro no visível (RGB), o tamanho da imagem foi calibrada em 5 megapixel. As imagens foram classificadas em percentagem através de três classes (solo, palha e planta), porém, apenas a percentagem da classe planta, presente na imagem foi utilizada para o trabalho, sendo denominada como taxa de cobertura do solo. As imagens foram processadas pelo programa Siscob, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agrícola.

O experimento foi irrigado sempre que necessário. As práticas de manejo como, controle de pragas, moléstias e plantas daninhas foram realizadas quando necessário.

Como o objetivo do trabalho não é determinar a melhor dose de N, os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, com auxílio do pacote estatístico SASTM – (Statistical Analysis System - SAS 8.0), para as variáveis: biomassa da parte aérea, taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) e NDVI. Posteriormente foi gerada a análise de variância e análise de regressão para cada uma das metodologias com a biomassa da parte aérea produzida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes doses de N utilizadas no experimento foram capazes de gerar variabilidade nas variáveis avaliadas. Os valores de biomassa da parte aérea apresentaram uma amplitude de valores de 1080,0 a 2119,9 kg/ha. Os valores de NDVI apresentaram variação de 0,71 a 0,81 e os valores de taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) variaram de 53,87% a 74,55%.

Quando se observa a relação das metodologias utilizadas para a determinação da biomassa da parte aérea do milho, as duas metodologias testadas, ajustam-se de forma linear. O NDVI apresentou coeficiente de determinação de 0,79. Para a taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem) o coeficiente de determinação foi de 0,69 (**Figura 1 e Figura 2**).

O incremento da biomassa da parte área observado, variou com o incremento das doses de N, aplicado em cobertura no estádio V5. A

variabilidade das diferentes biomassa encontradas, foram capazes de sensibilizar os sensores, gerando variação em seus índices de vegetação, conforme são apresentadas as (Figura 1 e Figura 2).

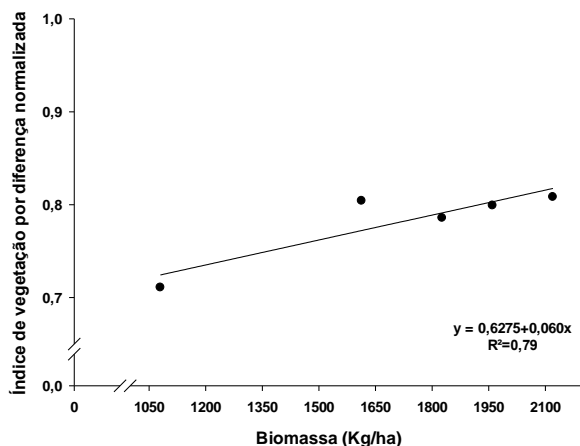


Figura 1. Relação entre Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e determinação de biomassa da parte aérea no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

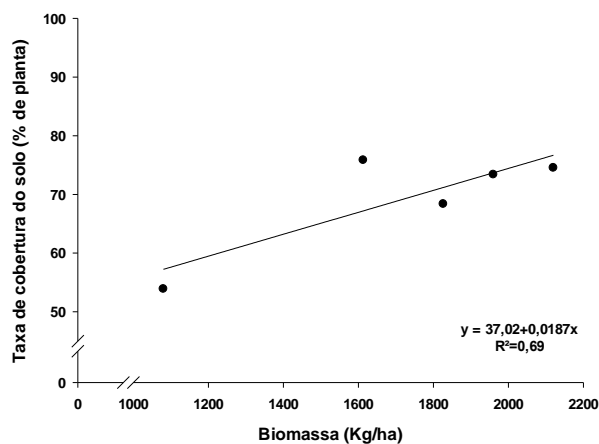


Figura 2. Relação entre imagem digital (% de planta na imagem) e determinação de biomassa da parte aérea no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

As duas metodologias utilizadas o NDVI e a taxa de cobertura de solo (% de planta na imagem) apresentaram semelhança na estimativa da biomassa da parte aérea da cultura do milho (Figura 1 e Figura 2).

Comparando as duas metodologias utilizadas, verifica-se que o coeficiente de determinação é de 0,98, ou seja, demonstra que tanto o NDVI como taxa de cobertura do solo (% planta na imagem),

são capazes de estimar valores de biomassa da parte aérea na cultura do milho (Figura 3).

Os resultados encontrados são semelhantes aos encontrados por Sakamoto et al. (2012), que comparou as imagens digitais com o NDVI obtido através de imagens de satélites na cultura da soja e do milho obtendo um r^2 de 0,80 e resultados semelhantes para algodão e milho encontrados por Alganci et al. (2014). Resultados semelhantes foram encontrados quando avaliou-se o efeito de diferentes épocas de dessecação da aveia sob a cultura do milho (Vian, 2015). Quando estimando a biomassa da parte aérea na cultura do arroz (Lee & Lee, 2011), encontraram valores semelhantes aos encontrados.

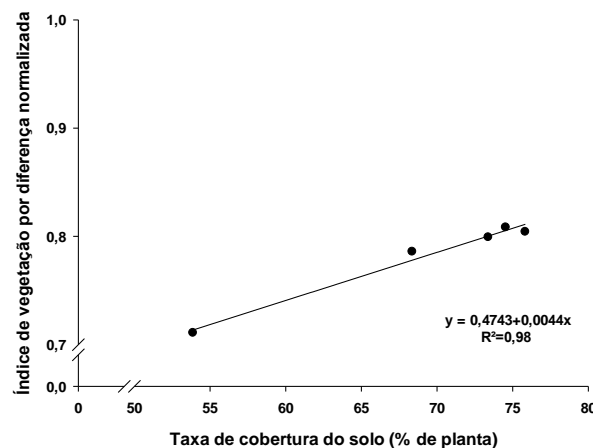


Figura 3. Relação entre as metodologias de imagem digital e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), realizada no estágio fenológico V9 da cultura do milho.

As duas metodologias empregadas apresentam princípios de funcionamento similares, o NDVI apresentando interação com as bandas do vermelho e do infravermelho próximo e as imagens digitais apresentam interação com as bandas do visível RGB, ou seja, vermelho, verde e azul, respectivamente. Foi possível identificar diferentes valores de biomassa através do índice de vegetação e da taxa de cobertura do solo (% de planta).

Um aspecto importante que deve ser levado em consideração é a diferença de amplitude no índice de vegetação e na percentagem da taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem). Entre as duas metodologias utilizadas, o sensor Greenseeker que estima o NDVI, apresenta pouca variação, mesmo com a grande amplitude de biomassa produzida. Quando comparado a taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem), apresentou maior variabilidade da taxa de cobertura

do solo em relação aos mesmos valores de biomassa.

CONCLUSÕES

a) O uso de qualquer uma das metodologias testadas no trabalho são adequadas para estimativa da biomassa da parte aérea da cultura do milho.

b) A taxa de cobertura do solo (% de planta na imagem), apresentou maior variação de seus valores em função da variação da biomassa produzida, em relação ao NDVI.

c) As metodologias apresentam aplicabilidade promissora para a estimativa dos valores de biomassa da parte aérea em tempo real.

REFERÊNCIAS

ALGANCI, U.; MUTLU, O.; SERTEL, E.; ORMECI, C. Estimating maize and cotton yield in southeastern Turkey with integrated use of satellite images, meteorological data and digital photographs. **Field Crops Research**, Aberdeenshire, v.157, p.8-19, 2014.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R.; CARDOSO, L.S.; SILVA, M.I.G. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Safra 2014/2015. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_28_09_18_11_revista_final_reduzida.pdf. Acesso em 25 de outubro de 2015.

SAKAMOTO, T.; GITELSON, A.A.; NGUY-ROBERTSON, A.L.; ARKEBAUER, T.J.; WARDLOW, B.D.; SUYKER, A.E.; VERMA, S.B.; SHIBAYAM, M. An alternative method for using digital cameras for continuous monitoring of crop status. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, v.154–155, p.113–126. 2012.

LEE, K.J.; LEE, B.W. Estimating canopy cover from color digital camera image of rice field. **Journal of Crop Science Biotechnology**, Seoul, v.14, n.2, p.151-155, 2011.

OLIVEIRA, L.S.; MATSUMOTO, S.N.; SILVA, R.A.; SILVA, V.A.; OLIVEIRA, P.N. Métodos para quantificação e interpretação da distribuição espacial de cobertura do solo em cafezais arborizados. **Coffee Science**, Lavras, v.9, n.2, p.168-177, 2014.

PANNETON, B.; BROUILLARD, M. Colour representation methods form segmentation of vegetation in photographs. **Biosystems Engineering**, Harpenden, v. 102, n.4, p.365-378, 2009.

PENG, Z.; JUN, C. Weed recognition using image blur information. **Biosystems Engineering**, Harpenden, v. 110, n.2, p.198-205, 2011.

IPAGRO. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 272p. (Boletim Técnico, 3).

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

VIAN, A. L. **Sensores de vegetação para estimativa in situ do potencial produtivo na cultura do milho**. Porto Alegre, 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

Evaluación del rendimiento en híbridos comerciales de maíz

Wiliam Henrique Diniz Buso⁽¹⁾; Leandro Lopes Gomes⁽²⁾; Paulina Ballesta⁽³⁾; Freddy Mora⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; wiliambuso@ifgoiano.edu.br; ⁽²⁾ Estudante do curso Bacharelado em Agronomia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; leandrolopeslg@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante Doutorado; Instituto de Ciências Biológicas, Universidad de Talca, Talca, Chile; paballesta@gmail.com ⁽⁴⁾ Professor; Instituto de Ciências Biológicas, Universidad de Talca, Talca, Chile; morapoblete@gmail.com.

RESUMEN: Durante años, la industria mundial de maíz ha sido principalmente soportada por la producción de híbridos debido a que presentan mejores rendimientos que sus líneas parentales. El uso de la heterosis es uno de los avances más destacados en el fitomejoramiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y características relacionadas de diferentes híbridos comerciales de maíz. Once híbridos resistentes a glifosato y lepidópteros, fueron evaluados en tres diferentes sitios, para cuatro caracteres agronómicos: rendimiento de granos (GY), largo de mazorca (EL), altura de planta (PH) y número de granos por hilera de mazorca (NKR). De acuerdo a los resultados, los once híbridos fueron estadísticamente diferentes para todos los caracteres evaluados, y la interacción híbrido x sitio no fue significativa. El híbrido DKB340 pro2 fue superior para tres de los caracteres estudiados (PH, EL y GY), mientras que el híbrido DKB290 pro3 registró los valores más altos de NKR, pero un bajo rendimiento (GY). Por otro lado, todos los caracteres fueron positiva y significativamente correlacionados con GY ($r = 0.61-0.43$). Este hallazgo resulta importante debido a que se ha propuesto que la heredabilidad del GY es relativamente baja, por lo tanto estos caracteres puede ser utilizados como medio selección de híbridos de alto rendimiento.

Términos de indexación: correlación, GY, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

Brasil posee una gran diversidad de cultivos de maíz, el cual consiste de variedades, cultivares y diferentes tipos de híbridos (Duarte et al., 2005). Durante años, la industria mundial de maíz ha sido principalmente soportada por la producción de híbridos y en menor proporción de líneas puras,

debido a que híbridos de cruzamientos simples presentan mejores rendimientos que sus líneas parentales. El uso de la heterosis es uno de los avances más destacados en el fitomejoramiento (Frascaroli et al., 2007). Estos híbridos pueden ser superiores a sus progenitores en cuanto a rendimiento, o en otros caracteres que favorezcan su producción. La introducción de cultivos resistentes a glifosato ha tenido un gran impacto en la agricultura moderna debido a que ha permitido reducir los costos de producción. Más aun, el cultivo de maíz puede ser atacado por un amplio rango de insectos y la resistencia a pestes se limita a pocos genotipos, por tanto es un carácter altamente apreciado por los productores. Actualmente, varias empresas productoras de semillas comercializan genotipos híbridos que poseen ambas cualidades productivas, sin embargo no es garantizada su productividad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de híbridos comerciales de diferentes empresas productoras de semillas, los cuales corresponden a genotipos resistentes a glifosato y lepidópteros. Para esto, se establecieron semillas de híbridos recomendados por los mismos productores, en ensayos experimentales ubicados en tres diferentes sitios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Once híbridos comerciales (cruzamiento simple) fueron evaluados basados en características agronómicas relacionadas con el rendimiento, en tres diferentes sitios (Estado de Goiás, Brasil): Itapaci (22 L 0661936 S, 8339490 O), Campinorte (22 L 0709409 S, 8415240 O) y Itaberá (22 L 0634456 S, 8246462 O). Estos híbridos fueron recomendados por los mismos productores, los cuales corresponden a genotipos resistentes a glifosato y lepidópteros: AGN30A91 (Morgan), Truck (Syngenta), Impacto (Syngenta), 7205 (Syngenta),

MG580pw (Morgan), MG652pw (Morgan), DKB390prox (Dekalb), DKB310pro2 (Dekalb), DKB340pro2 (Dekalb), DKB290pro3 (Dekalb) y AG 7098VTpro (Agroceres).

Ensayos de campo y diseño experimental

Cada ensayo se estableció de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro réplicas por sitio. La cosecha fue realizada en las siguientes fechas: 05/02/2015 (Itapaci), 05/09/2015 (Campinorte) y 05/14/2015 (Itaberai). Cuatro características agronómicas fueron evaluadas: Rendimiento de granos medido en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (GY; corregido al 13% de humedad), largo de mazorca (EL), altura de planta (PH) y número de hileras de granos por mazorca (NKR).

Análisis de datos fenotípicos

Se implementó un modelo lineal mixto para el análisis fenotípico, mediante el procedimiento MIXED en SAS (SAS Institute). La varianza del error fue asumida heterogénea entre los sitios usando o comando REPEATED del procedimiento MIXED. Los grados de libertad fueron corregidos mediante el método de Satterthwaite. Además, se utilizó el procedimiento CORR en SAS para estimar las correlaciones de Pearson entre cada par de características.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los valores F del Test tipo III de los efectos fijos (Tabla 1), todas las características observadas fueron estadísticamente diferentes entre los tres sitios, siendo Itapaci el sitio con los mejores valores promedios para casi todas las variables.

Esta diferencia es esperada debido a que las condiciones medioambientales afectan el desarrollo de las estructuras reproductivas y vegetativas en maíz (Below et al., 2000; Kakumanu et al., 2012; De Storme et al. 2004). Cabe destacar que los once híbridos fueron estadísticamente diferentes, y la interacción híbrido-sitio no fue relevante en la respuesta fenotípica para cada carácter estudiado.

Los caracteres de NKR y EL fueron mayormente variables entre híbridos que GY y PH (Tabla 2). Los resultados revelan que el híbrido DKB340 pro2 (Dekalb) fue superior en tres de los caracteres estudiados (PH, GY y EL), mientras que sus valores de NKR fueron relativamente más bajos en contraste con otros híbridos. Consistentemente, el híbrido DKB290pro3 (Dekalb) obtuvo los valores más bajos en rendimiento (GY) y los más altos para NKR. Cabe destacar que esta relación inversa entre rendimiento (GY) y NKR no fue establecida en todos los casos. En particular el híbrido Impacto

(Syngenta) registró índices relativamente más bajos para todos los caracteres de estudio.

Las correlaciones fenotípicas entre todos los caracteres son mostrados en tabla 3. El rendimiento de granos (GY) fue positivamente correlacionado con todos los caracteres de estudio con un rango entre 0.43 y 0.61 de correlación, siendo EL el carácter mayormente correlacionado a GY. Estudios previos han reportado una correlación positiva entre GY y NKR (Gautam et al., 1999; Geetha & Jayaraman, 2000; Nemati et al., 2009; Alvi et al., 2003; Yousuf et al., 2001), PH (Gautam et al., 1999; Ilker, 2011; Yousuf et al., 2001; Yin et al., 2011) y EL (Ilker, 2011; Alvi et al., 2003). En general, los valores de GY están fuertemente influenciados por la interacción genotipo x ambiente (Fan et al., 2007) y son de baja heredabilidad (Hallauer & Miranda, 1988). No obstante, nuestros resultados determinaron que la interacción HXSI no fue significativa, y los valores de GY están positivamente correlacionados con caracteres altamente heredables, tales como NKR y EL (Hallauer & Miranda, 1988). En particular caracteres vegetativos como PH son poco heredables que caracteres reproductivos (Ortiz & Sevilla, 1997; Ortiz et al., 2008). En este contexto, los caracteres reproductivos (NKR y EL) podrían ser mejores predictores de un alto rendimiento que PH. Por otro lado, las correlaciones determinadas entre caracteres no fueron estrictamente reflejadas en nuestros resultados. En particular, el híbrido de mejor rendimiento DKB340 pro2 (Dekalb) registró los mejores valores de PH y EL, y el menor valor promedio para NKR. Por lo tanto, el carácter EL podría ser un mejor predictor para el rendimiento de granos que NKR.

Tabla 3 – Coeficientes de correlación de Pearson entre los valores de altura de planta (PH), número de granos por hilera (NKR), largo de mazorca (EL) y rendimiento de granos $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (GY).

Medición	PH	EL	NKR	GY
PH	1			
EL	0.41**	1		
NKR	0.24**	0.74**	1	
GY	0.45**	0.61**	0.43**	1

** valor de significancia del 1%.

CONCLUSIONES

De acuerdo a nuestros resultados, los once híbridos comerciales evaluados son estadísticamente diferentes para los caracteres

agronómicos de rendimento de granos, número de granos por hilera de mazorca, largo de mazorca y altura de planta.

La interacción híbrido-sitio no fue significativa, por lo tanto el ranking de los híbridos debiera ser estable en diferentes condiciones ambientales.

DKB340pro2 (Dekalb) es el híbrido de mayor rendimiento y superior en más de un carácter, por lo tanto es considerado como el mejor candidato para ser recomendado a agricultores.

En adición, el carácter de largo de mazorca podría ser el mejor predictor de un alto rendimiento debido a su correlación positiva con GY.

AGRADECIMIENTOS

A las empresas que otorgaron los materiales para el presente estudio (Morgan, Syngenta, Dekalb y Agrocere) y a los propietarios de las Haciendas 3 Irmãos (Carlos Pirinelli), Hacienda Córrego do Oriente (Paulo Ademir) y Agropecuária KS (Alberto Kasumi) por otorgar las facilidades para realizar los experimentos.

REFERENCIAS

ALVI, M.B.M.; Rafique, M.; Tariq, S.; HUSSAIN, A.; MAHMOOD, T.; SARWAR, M. Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components maize (*Zea mays*). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 6, n. 2, p. 136-138.

BELOW, F.E.; CAZETTA, J.O.; SEEBAUER, J.R. Carbon/nitrogen interactions during ear and kernel development of maize. In: M.E. WESTGATE; K.J. BOOTE, (Ed). **Physiology and Modelling Kernel Set in Maize**, Madison, WI: Crop Science Society of American and American Society of Agronomy), 2000. p. 15-24.

DUARTE, A. P.; MASON, S. C.; JACKSON, D. S.; DE C KIEHL, J. Grain quality of Brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 1958-1964, 2005.

DE STORME, N.; GEELLEN, D. The impact of environmental stress on male reproductive development in plants: biological processes and molecular mechanisms. **Plant, cell & environment**, v. 37, n. 1, p. 1-18, 2014.

FAN, X. M.; KANG, M. S.; CHEN, H.; ZHANG, Y.; TAN, J.; XU, C. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 1, p. 220-228, 2007.

FRASCAROLI, E.; CANE, M. A.; LANDI, P.; PEA, G.; GIANFRANCESCHI, L.; VILLA, M.; PÈ, M. E. Classical genetic and quantitative trait loci analyses of heterosis in a

maize hybrid between two elite inbred lines. **Genetics**, v. 176, n. 1, p. 625-644, 2007.

GAUTAM, A. S.; MITTAL, R.K.; BHANDARI, J.C. Correlations and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). **Annals of Agri Bio Research**, v. 4, p. 169-71, 1999.

GEETHA, K.; JAYARAMAN, N. Path analysis in maize (*Zea mays* L.). **Agricultural Science Digest**, v. 20, p. 60-61, 2000.

HALLAUER, A.R., MIRANDA, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Iowa State University Press, Ames, 1988. 90 p.

ILKER, E. Correlation and path coefficient analyses in sweet corn. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 16, n. 2, p. 105-107, 2011.

KAKUMANU, A.; AMBAVARAM, M. M.; KLUMAS, C.; KRISHNAN, A.; BATLANG, U.; MYERS, E.; PEREIRA, A. Effects of drought on gene expression in maize reproductive and leaf meristem tissue revealed by RNA-Seq. **Plant Physiology**, v. 160, n. 2, p. 846-867, 2012.

NEMATI, A.; SEDGHI, M.; SHARIFI, R.S.; SEIEDI, M.N. Investigation of Correlation between Traits and Path Analysis of Corn (*Zea mays* L.) Grain Yield at the Climate of Ardabil Region (Northwest Iran). **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 37, n. 1, p. 194-198, 2009.

ORTIZ, R.; SEVILLA, R.; CROSSA, J. Minimum resources for phenotyping morphological traits of maize (*Zea mays* L.) genetic resources. Characterization utilization. **Plant Genetics Resources**, v. 6, p. 195-200, 2008.

ORTIZ, R.; SEVILLA, R. Quantitative descriptors for classification and characterization of highland Peruvian maize. **Plant Genetics Resources Newsletters**, v. 110, p. 49-52, 1997.

YIN, X.; MCCLURE, M. A.; JAJA, N.; TYLER, D. D.; HAYES, R. M. In-season prediction of corn yield using plant height under major production systems. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 3, p. 923-929, 2011.

YOUSUF, M. U. H. A. M. M. A. D.; SALEEM, M. U. H. A. M. M. A. D. Correlation analysis of S1 families of maize for grain yield and its components. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 4, n. 3, 387-388, 2001.

Tabla 1 – Análisis de los efectos fijos de híbrido (H), sitio (SI) e interacción híbrido x sitio (HSI). Los datos son presentados con los valores promedio de altura de planta (PH), número de granos por hilera (NKR), largo de mazorca (EL) y rendimiento en kg ha⁻¹ (GY). Sitios Itapaci (IT), Campinorte (CM), Itaberai (ITA).

Medición	SI			H	HSI	SI
	IT	CM	ITA			
PH (m)	2.2	1.6	1.8	< 0.0001	0.01	< 0.0001
EL (cm)	16.4	15.3	14.4	< 0.0001	NS	< 0.0001
NKR	34.4	33.3	31.5	< 0.0001	NS	< 0.0001
GY (kg ha ⁻¹)	6387	5890	4707	< 0.0001	NS	0.002

Tabla 2- Análisis comparativo del rendimiento de los híbridos para altura de planta (PH), número de granos por hilera (NKR), largo de mazorca (EL) y rendimiento en kg ha⁻¹ (GY).

Híbrido	PH	EL	NKR	GY
AGN30A91	1.80 d	15.0 de	33.3 bcd	5442 c
Truck	1.82 d	15.7 bcd	33.8 bc	5772 bc
Impacto	1.84 cd	15.1 cde	30.9 f	5259 c
7205	1.84 cd	14.7 e	32.2 cdef	5268 c
MG580pw	1.80 d	15.3 cde	33.5 bc	5615 c
MG652pw	1.84 cd	15.6 bcd	34.5 ab	5697 c
DKB390prox	1.90 bc	16.3 ab	33.8 bc	6394 ab
DKB310pro2	1.95 b	13.8 f	31.4 def	5495 c
DKB340pro2	2.04 a	16.8 a	33.3 bcde	6450 a
DKB290pro3	1.93 b	15.9 abc	35.9 a	5226 c
AG7098VTpro	1.95 b	14.8 de	31.3 ef	5652 c

Evolução da Estatura de Planta de Cultivares Crioulas e Melhoradas de Milho

Pedron, Vinícius F.⁽¹⁾; Durigon, Angelica⁽²⁾; Langner, Josana A.⁽³⁾; Streck, Nereu A.⁽⁴⁾; Lago, Isabel⁽⁵⁾; Scheffel, Lúcio G.⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS; E-mail: vini_pef@hotmail.com; ⁽²⁾ Professora; Departamento de Fitotecnia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS; ⁽³⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS; ⁽⁴⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS; ⁽⁵⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS; ⁽⁶⁾ Aluno de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria - RS.

RESUMO: O milho está entre as culturas mais produzidas no mundo, pois apresenta uma grande importância econômica devido as suas diversas finalidades. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a evolução temporal da estatura de plantas de milho com diferente variabilidade genética cultivadas em três diferentes épocas de semeadura nas condições climáticas de Santa Maria, RS. Foram utilizadas duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas melhoradas ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’, semeadas em três diferentes: 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. A estatura das plantas foi medida semanalmente com fita métrica desde a superfície do solo até o colar da última folha expandida (folha bandeira) até que as plantas atingissem o estágio de desenvolvimento VT (pendoamento). Foram feitas medidas em 45 plantas nas parcelas com cultivares crioulas e 15 nas parcelas com as cultivares melhoradas. Conclui-se que a evolução da estatura foi diferente entre as cultivares e épocas de semeadura, com crescimento mais rápido sendo verificado no início do ciclo das semeaduras que ocorrem épocas mais quentes. Em termos de estatura final, verifica-se diferença de estatura entre as cultivares e épocas de semeadura. A cultivar tardia ‘Bico de Ouro’ atingiu a maior estatura, e a estatura de todas as cultivares aumenta quando as semeaduras ocorrem nas épocas mais quentes. Portanto, o crescimento das plantas em estatura é um processo influenciado pela tanto pela genética das cultivares quanto pelas condições ambientais.

Termos de indexação: *Zea mays* L., variabilidade genética.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), cultura típica do continente americano, é muito utilizado na alimentação humana e bastante apreciado no Brasil. Atualmente, os campos de produção de milho vêm aumentando gradativamente no país; isso se deve à maior demanda pelo produto *in natura* ou na forma de produtos industrializados. Nesse contexto, além da correta utilização das práticas culturais, o emprego de sementes com alta capacidade germinativa e elevado vigor é essencial para a emergência mais rápida e uniforme das plântulas sob ampla diversidade de condições ambientais, propiciando a obtenção de adequada população de plantas no campo (Moterle et al., 2006).

As cultivares de milho, segundo sua variabilidade genética, podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), geralmente denominadas “crioulas”, as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), ou como cultivares melhoradas, que além de VPA incluem também os híbridos (Morris, 2003). As diferentes cultivares de milho tem características específicas em termos de arquitetura da parte aéreas, como a estatura das plantas. Em função dessas diferentes características, de um modo geral, as cultivares crioulas são menos produtivas que as cultivares comerciais, mas são importantes por constituírem fonte de variabilidade genética que podem ser utilizadas em programas de melhoramento e na busca por genes tolerantes e/ou resistentes aos fatores bióticos e abióticos (Silveira et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a evolução temporal da estatura de plantas de milho com diferente variabilidade genética cultivadas em três diferentes épocas de semeadura nas condições

climáticas de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (latitude: 29° 43' S, longitude: 53° 43' W e altitude: 95 m), situada na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. A Depressão Central, localiza-se entre o Planalto e a Serra do Sudeste, apresenta altitudes que variam aproximadamente de 40 a 200 m. O relevo caracteriza-se pela ocorrência de amplas planícies aluviais e coxilhas sedimentares com declividades suave ondulada a ondulada (Reinert et. al., 2007). O clima desta região é classificado como Cfa (subtropical úmido sem estação seca definida) segundo Köppen. O solo da área experimental foi determinado como zona de transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro, que apresenta um Argissolo Vermelho Distrófico arênico como classe de solo típico, e a Unidade de Mapeamento Santa Maria a qual apresenta um Argissolo Bruno Acinzentado Alítico úmbrico (Streck et al., 2008).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. O espaçamento foi de 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. A semeadura ocorreu em três épocas distintas no ano agrícola de 2014/2015: Época 1 (15/08/2014), Época 2 (13/12/2014) e Época 3 (07/01/2015). Quatro cultivares de milho foram utilizadas, duas crioulas 'Cinquentinha' (ciclo precoce) e 'Bico de Ouro' (ciclo tardio), e duas melhoradas, uma VPA 'BRS Planalto' (ciclo precoce) e um híbrido simples 'AS 1573PRO' (ciclo precoce).

A estatura das plantas (m) foi medida com fita métrica desde a superfície do solo até o colar da última folha expandida (folha bandeira). A evolução da estatura foi determinada a partir de medidas realizadas semanalmente, e a estatura final foi obtida quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento VT (pendoamento). As medições foram realizadas em plantas marcadas com arame colorido, sendo 45 plantas nas parcelas com cultivares crioulas e 15 nas parcelas com as cultivares melhoradas.

Para verificar se houve diferença de estatura final entre cultivares e épocas de semeadura, estas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa Sisvar (Ferreira, 2008) foi utilizado para a realização da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatura das plantas de todas as cultivares

estudadas aumentou mais lentamente na primeira época de semeadura (**Figura 1a**). Conforme o ciclo avançou, o aumento da estatura se tornou mais acentuado, havendo a diferenciação no crescimento a partir da metade do ciclo (58 Dias Após a Semeadura). A partir desse momento, estatura das plantas das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico de Ouro' e 'BRS Planalto' ficou mais próxima, atingindo em média 1,80 m, com a maior estatura média sendo observada para as plantas da cultivar 'Bico de Ouro' (2,14 m – **Tabela 1**). Na segunda e terceira épocas de semeadura (**Figura 1b e 1c**), o crescimento foi mais rápido desde o início do ciclo para todas as cultivares, comportamento similar ao verificado na segunda metade do ciclo da primeira época de semeadura. Na segunda e terceira épocas de semeadura as plantas da cultivar 'Bico de Ouro' apresentaram novamente as maiores estaturas finais (2,81 m e 3,05 m, respectivamente).

Com relação à estatura final das plantas (**Tabela 1**), foi verificada diferença significativa somente entre as cultivares e entre as épocas de semeadura ($p < 0,05$). A estatura final das plantas da cultivar 'Bico de Ouro' foi significativamente maior, enquanto que as demais cultivares não diferiram. Para a comparação entre as épocas de semeadura, a estatura final de todas as cultivares foi maior quando a semeadura ocorreu em 07/01/2015 (Época 3), reduzindo significativamente nas datas de semeadura de 12/12/2015 (Época 2) e de 15/08/2015 (Época 1).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a evolução da estatura durante o ciclo foi diferente entre as cultivares e épocas de semeadura, com crescimento mais rápido sendo verificado no início do ciclo das semeaduras que ocorrem nas épocas mais quentes do ano. Em termos de estatura final, verifica-se diferença de estatura entre as cultivares e épocas de semeadura. A cultivar tardia 'Bico de Ouro' atingiu a maior estatura, e a estatura de todas as cultivares aumenta quando as semeaduras ocorrem nas épocas mais quentes do ano. Portanto, o crescimento das plantas em estatura é um processo influenciado pela tanto pela genética das cultivares quanto pelas condições ambientais.

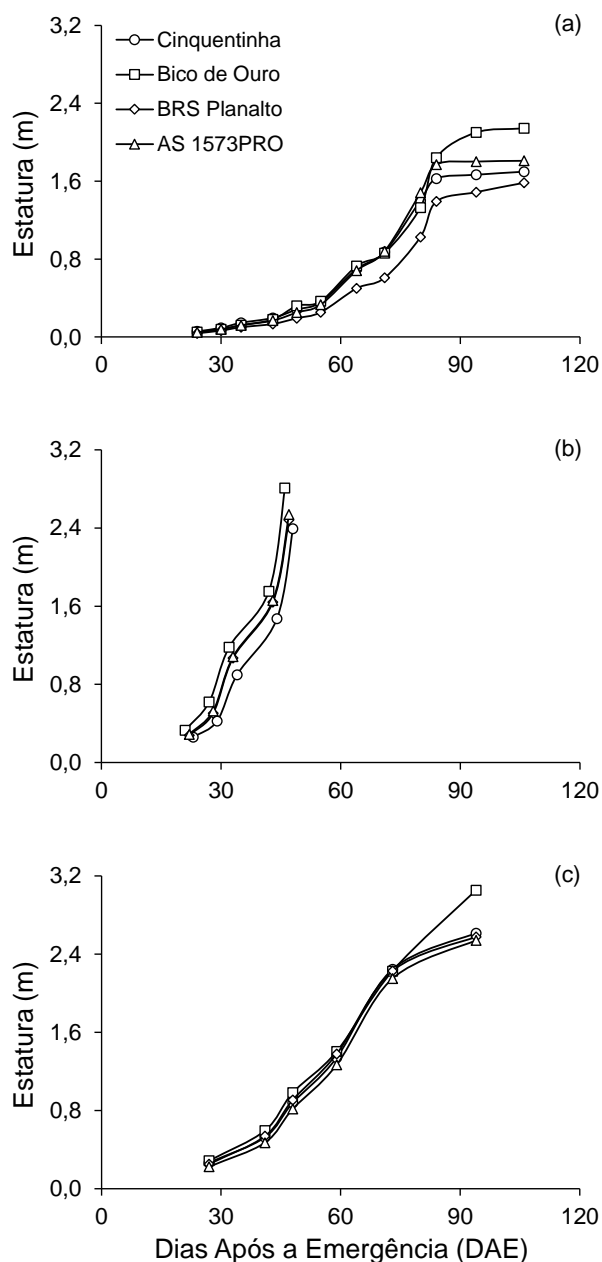


Figura 1. Evolução da estatura das plantas (m) em Dias Após a Emergência (DAE) das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico de Ouro', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO' semeadas em três épocas distintas: (a) Época 1 (15/08/2014), (b) Época 2 (13/12/2014), e (c) Época 3 (07/01/2015).

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

MORRIS, M. L. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GOLLIN, D. (Ed.). **Crop variety improvement and its effect on**

productivity: The impact of international agricultural research. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. Cap. 8, p. 135-158.

MORTELE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p.169-176, 2006.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; PEDRON, F. A. **Principais Solos da Depressão Central e Campanha do Rio Grande do Sul – Guia de Excursão.** Santa Maria: UFSM/RS, 2007. 2. ed., cap. 4, 13 p.

SILVEIRA, D. C.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2015.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 2. ed. rev. e ampl., 222 p.

Tabela 1. Estatura final das plantas de milho (m) das cultivares ‘Cinquentinha’, ‘Bico de Ouro’, ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’ semeadas em três épocas: Época 1 (15/08/2014), Época 2 (13/12/2014) e Época 3 (07/01/2015).

Época	Cultivares				Média das Épocas
	Cinquentinha	Bico de Ouro	BRS Planalto	AS 573PRO	
1	1,70 bcC	2,14 aC	1,58 cB	1,81 bB	1,83 C
2	2,39 cB	2,81 aB	2,48 bcA	2,54 bA	2,55 B
3	2,62 bA	3,05 aA	2,58 bA	2,54 bA	2,69 A
Média das Cultivares	2,28 b	2,72 a	2,34 b	2,30 b	

Valores médios na mesma linha (coluna) seguidos pela mesma letra minúscula (maiúscula) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fertilização fosfatada e calagem em milho safrinha na região sudoeste da Amazônia

Francis Augusto Brugnera¹; Andreia Marcilene Aker²; Veronice Alves³; Alaerto Luiz Marcolan⁴; Henrique Nery Cipriani⁴; Alexandre Martins Abdão dos Passos⁴

(¹) Estagiário Embrapa Rondônia e graduando em agronomia; FIMCA; Porto Velho, Rondônia; francis-brugner@hotmail.com ² mestrandia em Ciência Ambientais Universidade Federal de Rondônia; eng.aaker@gmail.com ³ Graduando em agronomia; FIMCA; veronice_macilio@hotmail.com ⁴ Pesquisadores Embrapa, alaerto.marcolan@embrapa.br, henrique.cipriani@embrapa.br, alexandre.abdao@embrapa.br

RESUMO: Solos na região amazônica, caracterizados em sua maioria como de baixa fertilidade natural, podem ter seu potencial produtivo ampliado e alcançar uma sustentabilidade técnica e econômica pela utilização de corretivos e fertilizantes. Objetivou-se avaliar estratégias de calagem e adubação fosfatada para melhor condicionamento fisiológico e o aumento de produtividade de grãos em milho safrinha em sistema de semeadura direta na região norte de Rondônia. Em um experimento fatorial, em área de pastagem degradada, avaliou-se em esquema fatorial 4 doses de P₂O₅ combinadas com doses de calcário dolomítico aplicados e incorporados visando corrigir a acidez do solo e alcançar 40, 60, 80 e 120% de saturação por bases. Avaliou-se a resposta produtiva de grãos nas plantas de milho e teores de clorofilas a, b e total foliar por meio de um medidor indireto pelas estratégias de fertilização do solo. Como resposta observou-se um efeito pronunciado das doses de fósforo sobre a produtividade de grãos de milho. A aplicação de fósforo gerou um comportamento quadrático nessa variável. Por sua vez, a utilização do calcário não foi efetiva para gerar respostas produtivas e fisiológicas no milho safrinha.

Termos de indexação: Plantio direto, intensificação ecológica, agricultura de baixo carbono

INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta suma importância na região amazônica, seja para utilização em grandes propriedades como para produtores rurais que apresentem menor escala de produção. Contudo, na região norte do estado de Rondônia, no sudoeste da Amazônia brasileira, os níveis de produtividade encontrados por esses produtores são

irrisórios em comparação ao potencial da cultura e mesmo às produtividades médias obtidas nacionalmente (CONAB, 2016).

Um dos fatores limitantes à obtenção de níveis apropriados de produtividade e portanto ao alcance da sustentabilidade produtiva refere-se à baixa fertilidade natural dos solos nas regiões tropicais (Lopes e Guilherme, 2016) e em especialmente em grande parte da região amazônica. Estima-se que entre 60 a 72% dos solos de Rondônia apresentem pH e saturação por bases agronomicamente inapropriados (menor que 5,5 e de 50%, respectivamente), evidenciando necessidade de correção de pH e acidez desses solos por meio de calagem (Schlindwein et al. 2014). Neste sentido, o método de saturação por bases (V%) para a determinação da necessidade de calcário sendo o mais utilizado na maioria dos estados brasileiros pode ser uma alternativa simples de recomendação de calagem para a região. O cálculo da necessidade de calagem por esse método é $NC = T(V2 - V1)/10.PRNT$; onde NC = necessidade de calagem, em Mg ha⁻¹ (0-20 cm); T= capacidade de troca de cátions a pH₇, obtida pelo somatório entre Ca + Mg + K + (H + Al) em mmol_c dm⁻³, V1 = saturação por bases atual no solo e V2 = saturação por bases que se pretende alcançar (Ribeiro et al., 1999).

Objetivou-se determinar melhor combinação de doses de calcário e fósforo visando otimizar a resposta produtiva do milho safrinha para a região sudoeste da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Embrapa Rondônia, no município de Porto Velho - RO, localizado sob latitude de 8°47'53" S, longitude 63°51'02" O e altitude de 87 metros. O experimento foi conduzido na entressafra de 2015 (safrinha) em uma área formada por pastagem (*Urochloa brizantha* cv. Marandú) a mais de 18 anos em estado de degradação mediano que permaneceu quatro anos prévios sem a presença de animais. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com os seguintes atributos de fertilidade prévios à instalação do experimento expostos na **Tabela 1**.

Tabela 1. Atributos químicos e teor de argila solo

pH	P	K	Ca	Mg	Al+H	Al	Argila
H ₂ O	mg.dm ⁻³			mmolc dm ⁻³			%
4,9	3,1	0,9	10,9	8,8	137,4	32,4	48

De acordo com Köppen o clima regional é classificado como Aw, tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 25,60 °C. A precipitação média anual é de 2.200 mm, apresentando uma estação chuvosa de outubro a maio, e estação seca de junho a setembro. A região apresenta evapotranspiração potencial média anual de 1.455 mm.

A semeadura do experimento ocorreu no início de abril de 2015, utilizando um híbrido simples de milho transgênico previamente testado na região LG 6038 PRO. A semeadura ocorreu de forma manual, após a abertura dos sulcos por meio de uma semeadora de plantio direto, usando-se um espaçamento entrelinhas de 0,90 metros, totalizando 5 linhas por parcela. Durante a abertura dos sulcos realizou-se adubação de base usando-se 40 kg de N (ureia) e 60 kg K₂O (KCl) por hectare. Previamente no plantio da soja safra, realizou-se fertilização com micronutrientes (30 kg de BR12 ha⁻¹). Em cobertura usou-se 500 kg ha⁻¹ do formulado 25-0-25 aplicado em filete ao lado das plantas em V5. Para adubação fosfatada utilizou-se aplicação manual de superfosfato triplo (36% de P₂O₅ em água e 45% em solução CNA e água e 10% de Ca).

A densidade de semeadura foi realizada visando à obtenção de uma população final de plantas de 75 mil plantas por hectare com desbaste realizado em estágio V1 para uniformização de stand. As sementes foram tratadas com Picus[®] utilizando-se 400 ml do produto por 100kg de sementes. Em v3 foi realizada semeadura a lanço de *Braquiária ruziziensis* usando uma taxa de semeadura de 400 pontos de VC (VC de 36%).

Visando determinar condição fisiológica das plantas em função dos tratamentos, no estágio de pleno florescimento feminino, realizou-se leituras indiretas dos teores de clorofila a, b e total conforme

metodologia preconizada por Argenta et al., 2001. Para isto, utilizou-se um determinador indireto de clorofila da Falker (CFL1030).

Como tratamentos, avaliou-se doses de calcário visando alcançar uma saturação por base de 23,5; 40; 60; 80 e 120 % calculada por meio da necessidade de calagem (NC) pelo método de saturação por base (Schlindwein et al. 2014) combinado em um esquema fatorial completo com quatro níveis de P₂O₅: 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados na linha de semeadura. Utilizou-se um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, tendo-se parcelas de 22,5 m² (4,5 por 5m) compreendendo 5 linhas de milho de 5 metros de comprimento. Utilizou-se como parcela útil duas linhas centrais do experimento, avaliando-se 4 metros lineares excluindo-se meio metro de cada extremidade como bordadura.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as variáveis respostas foram tratadas por meio de superfícies respostas visando determinar um modelo de predição da melhor combinação dos níveis dos fatores avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se um efeito mais pronunciado das doses de fósforo sobre todas as variáveis avaliadas, especialmente sobre a produtividade de grãos do milho, conforme pode-se observar na **figura 1** abaixo. A produtividade de grãos do experimento variou de 1250 kg ha⁻¹ na ausência de adubação fosfatada a 5595 kg ha⁻¹ na melhor combinação de uso das doses máximas de calcário e superfosfato triplo que suplanta as produtividades médias do estado e nacionais para o milho segunda safra, de 4613 e 4864 kg ha⁻¹, respectivamente (CONAB 2016).

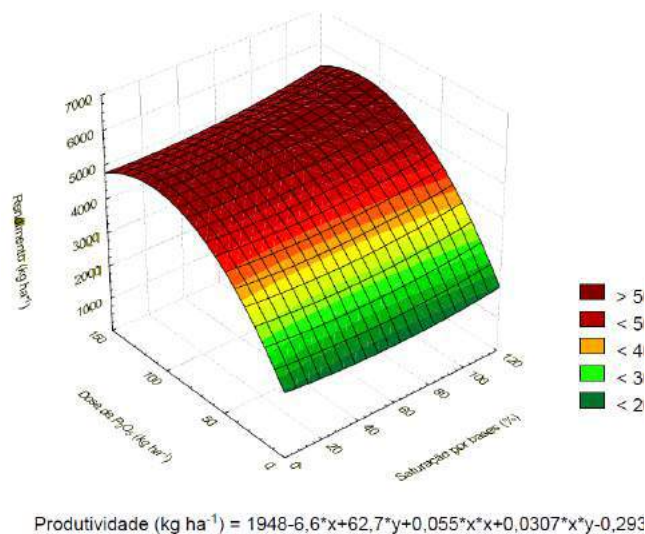


Figura 1. Superfície resposta para produtividade de grãos de milho em função de doses de calcário e fósforo em sistema plantio direto.

A baixa resposta da aplicação de calcário na cultura de milho safrinha pode advir de uma alta resiliência do solo à mudanças em alguns atributos de pH, representado pelo maior poder tampão do mesmo oriundo da mineralogia e teores de matéria orgânica presentes na área experimental (SCHLINDWEIN et al., 2014).

Espera-se que os ajustes de potencial de hidrogênio do solo (acidez) seja uma ferramenta visando elevar a sinergia na eficiência do uso de adubos fosfatados em solos tropicais (Arruda et al., 2015), fato que não foi observado claramente nesse trabalho.

A utilização de doses crescentes de calcário pressupõe a melhoria das condições edáficas para melhor crescimento e desenvolvimento das culturas (Lopes e Guilherme, 2016), contudo, dada as particularidades da região, que abrangem precipitações superiores à 2000 mm ao ano e teores significativos de matéria orgânica no solo, o baixo crescimento do sistema radicular oriundo de camadas de impedimento físico do solo podem não serem significativos e limitantes para uma boa desenvoltura produtivas das lavouras de milho em sistema safrinha.

Avaliando-se os teores de clorofila nas plantas, verifica-se uma alta correlação das respostas dessas com os níveis de produtividade observados em função das combinações de doses dos insumos avaliados, conforme pode ser verificado na **figura 2** abaixo.

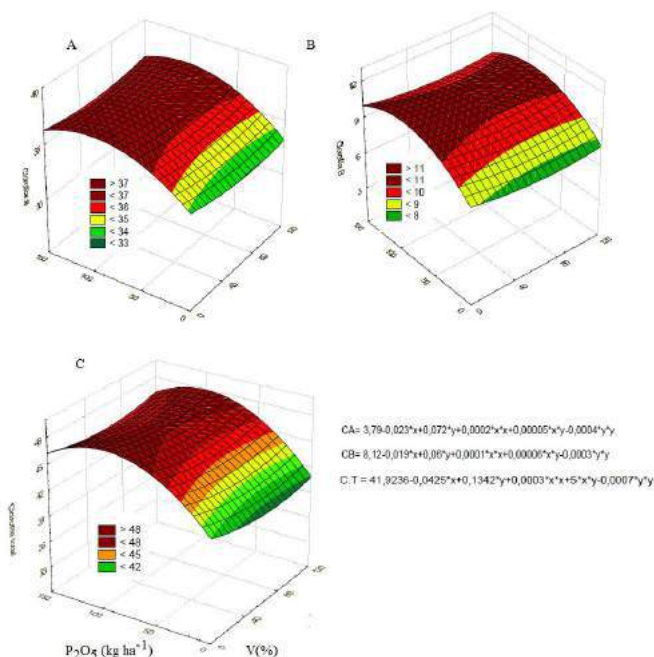


Figura 2. Superfície resposta para teores indiretos de clorofila a, b e totais em plantas de milho em função de doses de calcário e fósforo em sistema plantio direto.

Contudo, nessa variável observou-se um efeito depreciativo das maiores doses de fosfato sobre os teores totais de clorofila, com ligeiro decréscimo nesse índice após a dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ser utilizada. Assim como, para os teores totais, há uma maior curvatura e portanto efeito das doses de calcário quando não houve utilização do fosfato e na menor dose, de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

CONCLUSÕES

Em sistema de cultivo de milho safrinha na região sudoeste da Amazônia, no primeiro ano, a cultura apresenta maior resposta produtiva à utilização da adubação fosfata que da aplicação de calcário, mesmo em solos com saturações por base inferiores à 30%.

Não se observa interação significativa entre as doses de calcário e de superfosfato triplo no primeiro ano de cultivo. Menores valores de clorofila a e b são apresentados quando não se utiliza adubação fosfatada, independentemente das doses de calcário utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq por concessão de bolsas de mestrado e iniciação científica.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. 9º levantamento de safras de grãos Brasil. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf . Acesso em 22 de junho de 2017

LOPES, A. S.; GUIMARÃES GUILHERME, L. R. Chapter One - A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil. **Advances in Agronomy**. v. 137, p.1–72, 2016.

SCHLINDWEIN, J. A. ; MARCOLAN, A. L. ; Dos Passos, A.M.A. ; MILITAO, J. S. L. T. ; FIORELLI-PEREIRA, E. C. ; PEREIRA, A. P. M. ; TONINI, J. . Atualizações em calagem de solos em Rondônia. In: Paulo Guilherme Salvador Wadt; Alaerto Luiz Marcolan; Stella Cristiani Gonçalves Matoso; Marcos Gervasio Pereira. (Org.). EBOOK- Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental - II Reunião de Ciência do Solo da Amazônia Ocidental. 1ed.Porto Velho: Núcleo Regional Amazônia Ocidental - SBCS, 2014, v. 1, p. 1-10.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Influência de *Azospirillum brasiliense* no crescimento de milho em manejo orgânico e convencional

Steliane Pereira Coelho⁽¹⁾; João Carlos Cardoso Galvão⁽²⁾; Jeferson Giehl⁽³⁾; Silvane de Almeida Campos⁽⁴⁾; Lamara Freitas Brito⁽⁵⁾; Tamara Rocha dos Santos⁽⁶⁾; Beatriz Ferreira Mendonça⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; steliane.coelho@ufv.br; ⁽²⁾ Professor Titular; Universidade Federal de Viçosa; ⁽³⁾ Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Mestranda em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁶⁾ Mestranda em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁷⁾ Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa

RESUMO: O *Azospirillum brasiliense* é uma bactéria fixadora de nitrogênio, sendo uma alternativa para o suprimento de parte do nitrogênio necessário à cultura do milho. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento da cultura do milho em diferentes manejos, sob inoculação de *A. brasiliense*. O experimento foi instalado no delineamento esquema fatorial 6 x 2, sendo seis tipos de manejo na presença ou ausência da inoculação com *A. brasiliense*. O delineamento foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tipos de manejos foram: Plantio direto convencional (PDC1) sem adubação; PDC2 com adubação mineral na dose de 150Kg ha⁻¹ formulado 8-28-16 + 50 kg de ureia em cobertura; PDC3 com adubação mineral na dose de 300Kg ha⁻¹ formulado 8-28-16 + 100 kg de ureia em cobertura; plantio direto orgânico (PDO1) com 40 m³ de composto orgânico; PDO2 com 20m³ composto orgânico e PDO3 adubação com 40 m³ de composto + consórcio com feijão-de-porco. Foi avaliado o arranque inicial do milho: altura de planta, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea. Em dois estádios fenológicos ao longo do ciclo da cultura, V4 e V12. O tratamento PDO3 obteve a maior média para altura de plantas e para diâmetro de colmo em V12. Houve efeito do *A. brasiliense* na altura de plantas no tratamento sem adubação (PDC1), proporcionando plantas mais altas. O efeito marcante da inoculação ocorreu no tratamento com baixa fertilidade. O manejo orgânico favorece o crescimento das plantas de milho.

Termos de indexação: Agricultura orgânica, bactéria diazotrófica, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é bastante exigente em diversos nutrientes, variando de acordo com o estágio fenológico, sendo o nitrogênio um dos nutrientes mais demandado. E na produção de milho orgânico, é utilizado diversos manejos para o fornecimento adequado de nutrientes as plantas, bem como, para a manutenção da fertilidade do solo a longo prazo.

Na agricultura orgânica a nutrição das plantas é feita, principalmente, através de resíduos vegetais e animais como os compostos orgânicos, adubação verde, vermicomposto, biofertilizantes, dentre outros. A qualidade destes materiais varia de acordo com sua origem, podendo ser insuficientes para suprir as necessidades nutricionais das culturas.

Entretanto, a produção orgânica tem como um dos principais entraves, a pouca disponibilidade de fontes eficazes de nitrogênio, de baixo custo, e admitidas pelas normas técnicas vigentes. Uma das alternativas ao aporte de nitrogênio é o uso de bactérias diazotróficas, dentre elas pode-se destacar o *Azospirillum brasiliense*.

O *A. brasiliense* é classificado como bactéria promotora de crescimento de plantas. Esta bactéria fixa o nitrogênio atmosférico (ZHANG et al., 1997) em associação com diversas espécies de gramíneas, como por exemplo, o milho.

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento da cultura do milho em diferentes manejos, sob inoculação de *A. brasiliense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação experimental de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no

município de Coimbra, na Zona da Mata de Minas Gerais.

Esse experimento é realizado na mesma área desde 1984. Inicialmente, o experimento foi montado para testar o efeito da dose de 40 m³ de composto orgânico na adubação de milho a longo prazo. Os tratamentos instalados sempre comparavam o efeito da adubação orgânica com a adubação mineral na cultura o milho. Os tratamentos, orgânico e convencional, sempre foram fixos no experimento, nas mesmas parcelas.

A partir de 2003, o experimento é conduzido em sistema de plantio direto, utilizando aveia-preta como plantas de cobertura. Portanto, a área experimental possui 32 anos de cultivo, sob manejo orgânico e convencional.

A dimensão da parcela experimental foi de 8 x 8 m (64 m²) e 19,2 m² centrais de área útil, sendo avaliadas as quatro linhas centrais de milho. A parcela experimental foi formada por 10 linhas de milho com oito metros de comprimento, espaçadas entre si por 0,80 m.

A área experimental foi previamente preparada para o plantio direto do milho, com cobertura de aveia-preta. A aveia-preta foi semeada a lanço na densidade de 80 kg ha⁻¹. As sementes foram incorporadas ao solo com uma grade leve, na profundidade aproximada de 2 a 3 cm, sem adubação. No florescimento a aveia-preta foi manejada com roçadeira costal. A palhada ficou exposta ao sol para dessecação natural.

O plantio do milho foi manual, utilizando matracas, em todas as parcelas. A variedade de milho utilizada foi a AL Bandeirante, com população de 50.000 plantas ha⁻¹, após desbaste. A semeadura do feijão de porco foi realizada na densidade de 6 plantas por metro linear, simultaneamente ao plantio do milho, na mesma linha de plantio, utilizando matracas.

Para a inoculação das sementes, foi utilizado o inoculante comercial, AZOTOTAL®, que contém a bactéria *A. brasilense*, estirpes Abv5 e Abv6, em concentração mínima de 2x10⁸ células viáveis mL⁻¹, segundo informações do fabricante.

A inoculação com o produto comercial AZOTOTAL® foi realizada em tambor e a mistura cuidadosamente realizada para garantir que a distribuição do inoculante líquido nas sementes fosse uniforme. A dose utilizada foi de 100 ml ha⁻¹ do inoculante.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi instalado no delineamento esquema fatorial 6 x 2, sendo seis tipos de manejo na presença ou ausência da inoculação de *A. brasilense*. O delineamento foi o de blocos

casualizados, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas.

Os tipos de manejos foram: Plantio direto convencional (PDC1) sem adubação; PDC2 com adubação mineral na dose de 150Kg ha⁻¹ formulado 8-28-16 + 50 kg de ureia em cobertura; PDC3 com adubação mineral na dose de 300Kg ha⁻¹ formulado 8-28-16 + 100 kg de ureia em cobertura; plantio direto orgânico (PDO1) com 40 m³ de composto orgânico; PDO2 com 20m³ composto orgânico e PDO3 adubação com 40 m³ de composto + consórcio com feijão-de-porco.

Foi avaliado o arranque inicial do milho: altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm), massa seca (g) da parte aérea, Em dois estádios fenológicos ao longo do ciclo da cultura, sendo eles quatro folhas completamente expandidas (V4) e doze folhas completamente expandidas (V12).

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados. Os dados foram analisados por meio de análise de variância, e as médias comparadas utilizando o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado para as análises o programa estatístico SAEG (Saeg, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características avaliadas, houve efeito do manejo para altura de planta em V4 e V12 e para massa seca em V12. Não houve efeito isolado da inoculação para nenhuma das características avaliadas. Porém, a interação entre manejos e inoculação foi significativa, para altura de plantas no estádio de desenvolvimento V4 (Tabela 1).

Os resultados encontrados corroboram com Cunha et al. (2014), que estudando doses de nitrogênio e inoculação com *A. brasilense* em milho, também não encontraram efeito da inoculação sobre o diâmetro de colmo e a altura de plantas. Porém, as maiores plantas foram encontradas nos tratamentos em que foi realizada a inoculação, nas doses de nitrogênio 0, 25, 50 e 75%, demonstrando assim a capacidade de estimular o crescimento dessas bactérias.

Tabela 1- Análise de variância dos dados de diâmetro de colmo em V4 (DiamV4), e V12 (DiamV12), altura de plantas em V4 (AltV4), altura de plantas em V12 (AltV12), massa seca em V4 (MSV4) e massa seca em V12 (MSV12). Coimbra-MG. 2016.

F.V.	GL	Quadrados Médios					
		DiamV4	DiamV12	AltV4	AltV12	MSV4	MSV12
BL	3	1,688	1198,951	14,419	646,895	11,302	865,479
Manejo (M)	5	12,651**	10,434 ^{ns}	66,358**	3776,580*	28,854 ^{ns}	1501,981*
Inoculação (I)	1	0,573 ^{ns}	1,663 ^{ns}	7,713 ^{ns}	5,445 ^{ns}	16,868 ^{ns}	677,502 ^{ns}
Mxl	5	6,529 ^{ns}	3,681 ^{ns}	25,043*	608,291 ^{ns}	15,188 ^{ns}	438,898 ^{ns}
Resíduo	33	4,477	21,967	8,292	505,583	14,770	390,458
CV (%)	-	22,66	20,33	14,77	35,05	69,72	46,62

** - F significativo a 1%; * - F significativo a 5%; ns - não significativo

Houve efeito dos manejos sobre as características avaliadas. O manejo orgânico favoreceu o crescimento das plantas de milho em relação aos manejos convencionais. Sendo o tratamento PDO3, onde foi consorciado milho com feijão-de-porco, obteve a maior média para altura de plantas e para diâmetro de colmo em V12 (Tabela 2).

Tabela 2- Valores médios dos dados de diâmetro de caule em V4 (DiamV4), e V12 (DiamV12), altura de plantas em V4 (AltV4), altura de plantas em V12 (AltV12), massa seca em V4 (MSV4) e massa seca em V12 (MSV12). Coimbra-MG. 2016.

Manejos ¹	DiamV4	DiamV12	AltV12	MSV4	MSV12
PDC1	8,38A	21,89A	37,88C	3,55A	24,35B
PDC 2	8,67A	23,51A	49,00BC	4,32A	34,81AB
PDC 3	8,18A	22,41A	52,87BC	3,80A	33,68AB
PDO 1	11,22A	24,29A	69,00AB	8,77A	59,02A
			C		
PDO 2	8,99A	21,89A	96,65A	4,74A	46,31AB
PDO 3	10,58A	24,34A	79,44AB	6,82A	56,06A
			Inoculação		
Não-inoculado	9,24 A	22,99 A	61,96 A	5,35 A	40,11 A
Inoculado	9,59 A	23,09 A	67,48 A	5,81 A	44,88 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

¹ PDC1 = sem adubação; PDC2 = 150 kg ha⁻¹ NPK + 50 kg ha⁻¹ de ureia; PDC3 = 300 kg ha⁻¹ NPK + 100 kg ha⁻¹ de ureia; PDO1 = 20 m³/ha composto orgânico; PDO2 = composto orgânico 40 m³/ha; PDO3 = composto orgânico 40 m³/ha + feijão-de-porco.

O manejo orgânico, quando realizado ao longo do tempo mantém a fertilidade do solo, proporcionando o desenvolvimento adequado das culturas. Através do grande aporte de matéria orgânica no solo, que é feito, dentre outras coisas, através da consorciação de culturas com leguminosas (ex.: milho e feijão-de-porco) e pela adubação orgânica, como por exemplo o composto orgânico.

A adubação orgânica do milho com composto na dose de 40 m³, é capaz de promover a fertilidade do solo e proporcionar desenvolvimento satisfatório na cultura do milho (Fontanetti, 2008).

O tratamento PDC1, que recebeu adubação zero, obteve as menores médias para todas as características avaliadas (Tabela 2). Demonstrando incapacidade de sustentar o desenvolvimento adequado das plantas.

O desdobramento da interação, mostra que houve efeito do *A. brasiliense* na altura de plantas

no tratamento sem adubação (PDC1), proporcionando plantas mais altas em relação ao não-inoculado (Tabela 3). Este tratamento não recebe adubação por 32 anos, portanto possui baixa fertilidade do solo (dados não apresentados).

Tabela 3- Desdobramento da interação entre manejo e inoculação em relação à altura de plantas no estágio fenológico V4 (AltV4), Coimbra-MG, 2016.

Manejos	AltV4	
	Não-inoculado	Inoculado
PDC1	12,91c B	20,41a A
PDC 2	16,35bc A	17,17a A
PDC 3	19,71abc A	16,86a A
PDO 1	22,37abc A	22,52a A
PDO 2	19,20abc A	19,49a A
PDO 3	24,02abA	22,91a A
		Inoculação
-	19,18 A	20,09 A

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

A resposta da inoculação neste tratamento se deve, provavelmente, ao baixo teor de nitrogênio no solo que favoreceu a atividade do *A. brasiliense*. As respostas a inoculação são obtidas, em alguns trabalhos, com as menores doses de nitrogênio.

Lana et al (2012), concluíram que a inoculação com *A. brasiliense*, na ausência de adubação nitrogenada, proporcionou incrementos na produtividade de 15,4 e 7,4%. Sendo semelhantes àquela obtida com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, sem inoculação.

Este resultado indica que efeitos marcantes dessa bactéria deve ocorrer, principalmente, em solos com baixa fertilidade e/ou com menores aporte de nitrogênio no momento da adubação.

CONCLUSÕES

O efeito da inoculação com *A. brasiliense* ocorreu principalmente em condições de baixo aporte de nutrientes.

O manejo orgânico favorece o crescimento das plantas de milho.

REFERÊNCIAS

CUNHA, F. N. SILVA, N. F.; BASTOS, F. J. C.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B. ROCHA, A. C.; SOUCHIE, E. L. Efeito da *Azospirillum brasiliense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.3, p. 261-272, 2014.

FONTANETTI, A. *Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de*



milho. 2008. 84f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

LANA, M. C.; DARTORA, J. MARINI, D. HANN, J. E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.3, p. 399-405, mai/jun, 2012.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

ZHANG, Y; BURRIS, R. H.; LUDDEN, P. W.; ROBERTS, G. P. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum* brasilense. **FEMS Microbiology Letters**, v. 152, p. 195–204, July 1997.

Influência do espaçamento de entrelinhas nos caracteres agrônômicos de sorgo sacarino na Depressão Central do RS.

Andriéli Hedlund Bandeira⁽¹⁾; Sandro Luis Petter Medeiros⁽²⁾; Beatriz Marty Emygdio⁽³⁾; Amanda Bottega da Costa⁽⁴⁾; Laura Carolina Cristofoli Muller⁽⁴⁾; Weliton de Almeida Lansana⁽⁵⁾; Lineu Trindade Leal⁽⁶⁾, Natália Rampelotto Santi⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Professora do Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete (IFFarroupilha), Alegrete, RS, email: andrieli_hedlund@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor da Universidade Federal de Santa Maria, email: slpmedeiros@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, email: bemygdio@cnpt.embrapa.br; ⁽⁴⁾ Estudante do IFFarroupilha - Campus Alegrete, bolsista de iniciação científica do CNPq, email: mieli@pop.com.br; ⁽⁵⁾ Estudante do IFFarroupilha - Campus Alegrete, bolsista de iniciação científica do IFFarroupilha, email: welitonlansana96@gmail.com, n.santi@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Estudante de Pós-graduação da Universidade Federal de Santa Maria, email: lineuleal@yahoo.com.br;

RESUMO: O Sorgo Sacarino vem se destacando como opção viável de matéria-prima na fabricação de etanol na entressafra da cana-de-açúcar, por tanto estudos que visem manejo de tratamentos culturais são necessários para aprimorar o manejo da cultura. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar características fitotécnicas de genótipos de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos de entrelinhas, em Santa Maria, RS. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As variáveis analisadas foram °brix do caldo e produtividade de colmo ($t\ ha^{-1}$). Não houve interação significativa entre os fatores estudados. O genótipo Fepagro 19 apresentou teor de °brix abaixo do valor desejável pela indústria para a produção de etanol. Em relação a produtividade de colmo os genótipos não apresentaram diferença entre si. A redução do espaçamento de entrelinha não favoreceu as variáveis analisadas. O genótipo BRS 511 demonstrou alta potencialidade na região estudada, principalmente no espaçamento de 0,70 m na entrelinha.

Termos de indexação: qualidade, produtividade, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul produz apenas 2% do seu consumo de etanol hidratado combustível (EHC). Para ser autossuficiente na produção de etanol o RS necessitaria da implantação de mais usinas e aumentar a produção de cana-de-açúcar, em torno de 300 mil hectares. No entanto, a produção de etanol no Estado a partir de uma única cultura (cana-de-açúcar) não é o suficiente para suprir a demanda de matéria-prima no ano inteiro, pois os

meses de novembro a março são caracterizados como período de entressafra da cana-de-açúcar.

Essa entressafra gera prejuízos no setor usineiro pela ociosidade do parque industrial, além do aumento nos custos aos usuários de etanol. A fim de suprir a falta de matéria-prima oriunda da cana-de-açúcar, o sorgo sacarino surge como uma cultura promissora, se enquadrando perfeitamente no sistema de produção do setor sucroalcooleiro, proporcionando um período anual completo de produção de matéria-prima, a diminuição da ociosidade de funcionários e maquinários, a redução dos custos de produção, bem como, garantia de preços acessíveis de etanol para os consumidores o ano inteiro.

Por ser considerada uma cultura mais rústica, é possível viabilizar a sua produção em áreas de solos hidromórficos e em regiões fora do zoneamento agrícola da cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2010). No entanto, a expansão do cultivo de sorgo sacarino apresenta alguns desafios na consolidação do plantio em larga escala, principalmente no que tange a colheita e a produção de sementes, já que as plantas apresentam porte elevado (3 a 5 m de altura) o que dificulta a colheita mecanizada, podendo resultar em uma dependência tecnológica na obtenção das sementes. Logo, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e aspectos fitotécnicos de genótipos de sorgo sacarino submetido a diferentes espaçamentos de entrelinhas, no município de Santa Maria, RS..

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da Universidade Federal de Santa Maria na safra 2012/2013, localizada na região fisiográfica

denominada Depressão Central, com altitude média de 95m, latitude 29°43' S e longitude 53°42' W. O clima do local segundo a classificação de Köppen pertence ao tipo Cfa - clima subtropical úmido com verões quentes (Moreno, 1961).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, distribuídos em esquema fatorial 2x4 (espaçamento de entrelinhas x genótipos), contendo quatro blocos. Os tratamentos consistiram de diferentes espaçamentos de entrelinhas (0,50 e 0,70 m) e quatro genótipos (BRS 506, Fepagro 19, BRS 509 e BRS 511). O solo foi preparado pelo método convencional, sendo a semeadura feita manualmente, no dia 28 de novembro de 2012, em cinco linhas espaçadas em 0,50 e 0,70 m com 5 m de comprimento, que constituíram a unidade experimental, na população de 120 mil plantas por hectares, sendo esse valor corrigido de acordo com a pureza e germinação das sementes, determinadas no Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM.

As variáveis analisadas foram °brix do caldo (determinado em % por refratometria, no caldo extraído em moinho elétrico no momento da colheita) e produtividade de colmo (em t ha⁻¹, obtida através do colmo despalhado oriundo do corte da linha central de cada parcela).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, através do programa Sasm-Agri (Canterri et al, 2001), sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações duplas entre os fatores espaçamento de entrelinhas e genótipos não foram significativas ($P > 0,05$) para todas as variáveis estudadas (**Tabela 1**).

Não foi observada diferença significativa entre os genótipos estudados para produtividade de colmo (**Tabela 1**), sendo a produtividade média de 41,60 t ha⁻¹. O genótipo Fepagro 19 apresentou o menor teor de brix no caldo (**Tabela 1**). O menor teor de brix apresentando pelo genótipo Fepagro 19 de 13,83% é inferior ao preconizado na indústria usineira para a produção de etanol. Esses valores de °brix no caldo foram baixos, provavelmente, pela alta produtividade de panícula. O cultivo de genótipos com alta produtividade de panículas não são indicados para regiões de alta incidência de ventos, pois são mais suscetíveis ao acamamento de plantas, devido ao alto peso oriundo das panículas. Em contrapartida o genótipo BRS 511 apresentou o maior teor de °brix no caldo, demonstrando adaptabilidade as condições

edafoclimáticas de Santa Maria, bem como um excelente genótipo para a produção de etanol, com valores similares aos obtidos com cana-de-açúcar.

O espaçamento entrelinhas de 0,50 m apresentou os menores valores para °brix do caldo e produtividade de colmo, diferindo significativamente do espaçamento de 0,70m de entrelinhas, ou seja, a redução do espaçamento não resultou em uma resposta superior para essas variáveis (**Tabela 1**). Esse resultado contraria aos encontrados por Emygdio et al (2011) e May et al. (2012) que observaram que a redução do espaçamento de entrelinhas resulta em maiores crescimento e desenvolvimento no sorgo sacarino. Em contrapartida, Heiffig (2002) e Fernandes (2013), relatam que o aumento de produtividade com a redução do espaçamento de entrelinhas não são verificados quando a população de plantas se mantém, ou seja, a produtividade aumentará com a redução do espaçamento se houver também um ajuste na população de plantas na área.

Tabela 1 – °Brix do caldo e produtividade de colmo de sorgo sacarino para quatro genótipos (BRS 506, Fepagro 19, BRS 509 e BRS 511) e dois espaçamentos de entrelinhas (0,50 e 0,70 m).

Tratamentos	Esp.	Esp.	Média	CV (%)
	0,50	0,70		
° Brix do caldo (%)				
Brs 506	15,08**	16,33	15,70 B	8,35
Fepagro 19	13,66	14,00	13,83 C	
Brs 511	16,58	17,75	17,16 A	
Brs 509	15,00	16,17	15,58 B	
Média	15,08 b*	16,06 a		
Produtividade de colmo (t ha⁻¹)				
Brs 506	37,92**	44,92	41,42 A	20,76
Fepagro 19	39,42	42,58	41,00 A	
Brs 511	42,25	43,92	43,08 A	
Brs 509	37,75	44,08	40,91 A	
Média	39,33 b*	43,87 a		

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. **Não foi aplicado teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo.

CONCLUSÕES

Os genótipos estudados não sofreram interferência do espaçamento de entrelinhas para ° brix do caldo e produtividade de colmo.

O genótipo Fepagro apresentou um teor de °brix do caldo abaixo do recomendado para a produção de etanol, por tanto, não sendo recomendado para o município de Santa Maria. Em contrapartida para as condições edafoclimáticas do local o genótipo BRS

511 seria mais recomendado para a localidade por seu alto teor de brix e produtividade de colmo.

REFERÊNCIAS

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

EMBRAPA: CNPMS (2010). **Sistemas de Produção: Cultivo de Sorgo**. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/index.htm>. Acesso em: 25 de junho de 2016.

EMYGDIO, B. M.; et al. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol em solos hidromórficos. **Revista Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n1, p. 53 – 59, 2011

FERNANDES, P. G. **Avaliação Agronômica de dois cultivares de sorgo sacarino (Sorghum bicolor (L.) Moench)**. 2013. 89 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes,RJ.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MAY, A.; et al. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n. 3, p.278-299, 2012.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Inoculação com *Azospirillum brasilense* no Consórcio Capim-Paiaguás e Sorgo na Safrinha: Comportamento Produtivo das Culturas para Silagem

Marcelo Andreotti⁽¹⁾; Allan Hisashi Nakao⁽²⁾; Lourdes Dickamann⁽²⁾; Viviane Cristina Modesto⁽²⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽²⁾; Gabriela Noronha Morais⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: dreotti@agr.feis.unesp.br), ⁽²⁾ Pós-Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” ⁽³⁾ Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: O desempenho da pecuária no Cerrado brasileiro tem sido limitado pela baixa disponibilidade de forragens de boa qualidade, principalmente nos períodos de estiagens. Objetivou-se avaliar a produtividade de massa seca de duas cultivares de sorgo inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense*, exclusivamente ou em consórcio com o capim-paiaguás, sob sistema plantio direto em Cerrado de baixa altitude. O experimento foi conduzido no ano de 2015, na FEPE, pertencente à FE/Unesp – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de dois cultivares de sorgo (granífero ou dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-Paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*. Avaliou-se a produtividade de massa seca dos componentes vegetais para confecção de silagem. A inoculação de sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense* aumenta a produção de massa seca vegetal para ensilagem, independentemente da cultivar ou consórcio com capim Paiaguás. A consorciação do sorgo granífero e dupla aptidão com o capim-paiaguás é um sistema viável do ponto de vista agrônomo para produção de massa vegetal para ensilagem.

Termos de indexação: integração lavoura-pecuária, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da degradação de pastagens e do solo e portanto, redução na produtividade das culturas em regiões de Cerrado, uma prática conservacionista que está contribuindo para a viabilização econômica e melhoria do solo das propriedades rurais é a integração lavoura-pecuária, que por meio da consorciação de duas gramíneas, a forrageira tem a função de fornecer alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até o início da primavera, e, posteriormente, de formação de palhada, para o cultivo da cultura produtora de grãos. Esse sistema é uma alternativa na busca por novas técnicas que visem a redução dos custos para formação e reforma das pastagens. Desta forma, diversas pesquisas têm sido realizadas sobre a rotação de culturas anuais com pastagens, sendo consolidados como integração lavoura-pecuária (ILP) (Braz et al., 2012).

A cultura do sorgo destaca-se no contexto da integração lavoura-pecuária, pelas diversas aplicações deste cereal dentro da propriedade agrícola, visando a produção de feno, silagem, grãos ou pastejo (Botelho et al., 2010). A cultura tem sido uma excelente opção para situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas como o milho. Desta forma, sua expansão é favorecida em regiões com chuvas irregulares e, inclusive propício ao uso em sucessão para culturas de verão (Coelho et al., 2002).

Atualmente, a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* vem sendo estudada e recomendada para gramíneas no Brasil, especialmente para o fornecimento de Nitrogênio.

No entanto, a utilização da inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* torna-se uma alternativa não só para aumentar a disponibilidade de N para a cultura em consórcio ou em cultivo exclusivo, mas também pelo seu efeito hormonal em aumentar a tolerância da planta ao estresse hídrico e, portanto, incrementar a produção de matéria seca, de forma menos onerosa e mais viável ecologicamente. Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de matéria seca do sorgo granífero ou de dupla aptidão consorciado ou não com capim-paiaguás e inoculadas ou não com o *A. brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 20°20'05"S e 51°24'26"W e aproximadamente 335 m de altitude e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso.

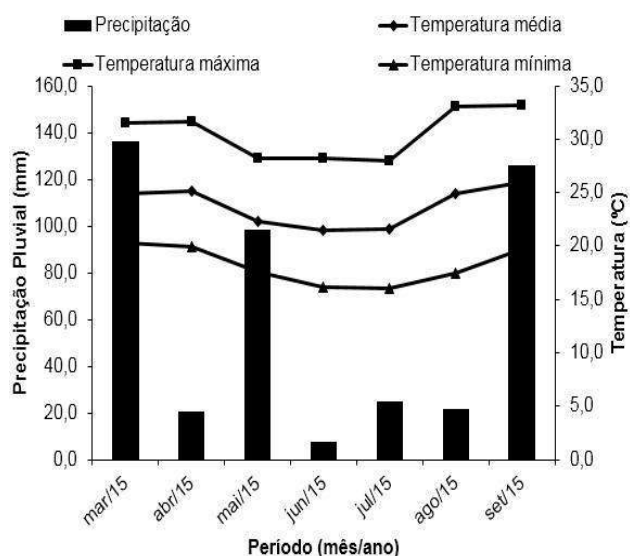


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação

meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raji et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 5,4; 16,0 mg dm⁻³ de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e do capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Carfentrazone etílica (20 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. Nos consórcios estabelecidos na semeadura do sorgo, as sementes de forrageiras foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Um dia antes da colheita das plantas (10/06/2015) para produção de silagem foram cortadas manualmente na altura de 0,30 m, as plantas de sorgo e/ou capim, sendo as espécies separadas, para determinação da produtividade de

massa seca/espécie, respectivamente. Para a cultura do sorgo as frações colmos, folhas e panículas foram separadas com auxílio de uma tesoura de poda. Posteriormente foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da quantidade de cada fração, que somadas resultaram na produtividade de massa seca total de forragem (sorgo e/ou capim).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1** constam os valores médios de produtividade de massa seca dos sorgos consorciados ou não com o capim-paiaguás. Dentre os cultivares de sorgo, o de dupla aptidão apresentou maior massa seca de colmos (MSC), pois apresenta maior porte que o granífero, pela sua característica genética com crescimento mais abundante em parte vegetativa do que para grãos. Em relação a massa seca da panícula, o sorgo granífero apresentou resultado maior significativamente com 2,44 t ha⁻¹, comparado com o sorgo dupla aptidão. Considerando o alto rendimento da panícula do sorgo granífero, a silagem tende a ter melhor composição bromatológica na sua composição. Segundo Flaresso et al. (2000), a panícula é o componente de maior importância na qualidade bromatológica, por ter uma silagem de alta energia.

A produtividade de matéria seca total do sorgo (PMSs) das cultivares estudadas não foram diferentes significativamente, pelo efeito compensatório de maior massa vegetativa do dupla aptidão em contrapartida à maior produção de grãos do cultivar granífero. Von Pinho et al. (2006), avaliando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, determinaram valores médios de produtividade de MS para os sorgos granífero (AG 1018 e DKB 860) de 9,0 t ha⁻¹ e 10,8 t ha⁻¹ para os sorgos de duplo propósito (AG 2005E e Massa 3). Botelho et al. (2010) obtiveram produtividades de 17,5, 16,6, 14,3 e 13,7 t ha⁻¹ de MS total, trabalhando com os genótipos de sorgo BRS 610, Volumax, Qualimax e AG 2005E, respectivamente.

Para a produção de massa seca do capim (PMSf) houve elevada produtividade de massa seca consorciada no consórcio com o sorgo granífero, mesmo com competição inicial das culturas. Justifica-se tal resultado pela menor competição intraespecífica, pois pelo porte mais baixo desta cultivar de sorgo, houve maior interceptação de luz pelas folhas de capim e maior área individual na

exploração do solo. No entanto a produtividade de massa seca total (PMSt) não teve diferença significativa, pela maior produção vegetativa do sorgo de duplo propósito.

Verificou-se elevada produtividade de massa seca do sorgo (PMSs) sem o consórcio com o capim-paiaguás para ensilagem de planta inteira, pela sua significativa competição, onde verifica-se 16 % menor produtividade na ausência do capim. Deste modo, para o componente produtivo do sorgo, a massa seca do colmo (MSC) diminui com a presença do capim, por efeito do aumento de competição por fatores de produção.

Para a inoculação com *Azospirillum brasilense*, a MSF, MSC, PMSs e conseqüentemente PMSt, apresentou maior produtividade com a presença da bactéria. A influência da inoculação com *A. brasilense* tem sido reportada por outros autores como Nakao et al. (2014) que trabalhando com inoculação via foliar na cultura do sorgo, obtiveram ganhos de massa seca de colmos, folhas e panículas. Segundo Dobbelaere et al. (2001), essas bactérias tem a função de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico e/ou promover mecanismos de crescimento, que maximizam a capacidade das plantas em absorver e assimilar nutrientes do solo.

Tabela 1. Produtividade de massa seca das folhas, colmos e panículas de sorgo (MSF, MSC e MSP), massa total (PMSs) das plantas de sorgo, produtividade de massa seca (PMSf) da espécie forrageira e produtividade de massa seca (PMSt) total das plantas antes da ensilagem (sorgo + forrageiras). Selvíria-MS (2015).

Tratamentos	MSF	MSC	MSP	PMSs	PMSf	PMSt
	t ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	4,51	10,48b	5,84a	20,84	4,22a	25,06
Dupla Aptidão	4,60	12,81a	3,40b	20,83	2,94b	23,77
Capim						
Com	4,43	10,30b	4,26	19,02b	-	26,18a
Sem	4,67	12,98a	4,97	22,64a	-	22,64b
Inoculação						
Com	5,31a	13,01a	4,77	23,12a	3,23	26,34a
Sem	3,80b	10,27b	4,46	18,55b	3,93	22,48b
Teste F						
Sorgo (S)	0,05ns	8,83**	42,08**	0,01ns	13,48**	0,93ns
Capim (C)	0,42ns	11,69**	3,51ns	7,70*	-	7,01*
Inoculação (I)	17,06**	12,24**	0,66ns	12,28**	3,95ns	8,34**
S x C	1,59ns	1,52ns	2,59ns	0,38ns	13,48ns	2,45ns
S x I	3,27ns	1,12ns	12,02ns	0,75ns	2,54ns	0,18ns
C x I	1,12ns	2,31ns	0,20ns	1,16ns	4,01ns	0,26ns
S x C x I	0,02ns	0,81ns	0,01ns	0,31ns	2,54ns	0,93ns
DMS	0,76	1,63	0,78	2,71	0,72	2,75
CV (%)	22,73	19,04	23,05	17,71	27,54	15,48

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

CONCLUSÕES

A inoculação de sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense* aumenta a produção de massa seca vegetal para ensilagem, independentemente da cultivar ou consórcio com capim Paiaguás.

A consorciação do sorgo granífero e dupla aptidão com o capim-paiaguás é um sistema viável do ponto de vista agrônomo para produção de massa vegetal para ensilagem.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o primeiro autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JUNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e

rebrotar para produção de ensilagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

BRAZ, F. P.; MION, T. D.; GAMEIRO, A. H. Análise socioeconômica comparativa de sistemas de integração lavoura-pecuária em propriedades rurais nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 42, n. 2, mar./abr. 2012.

COELHO, A. M.; WAQUIL, A. M.; KARAM, D.; CASELA, R. C.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. *Informações Agrônomicas*, Piracicaba, n. 100, p. 1-24, 2002. (Arquivo do agrônomo, 14).

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLEROMELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).

NAKAO, A.H.; SOUZA, M.F.P.; DICKMANN, L.; CENTENO, D.C.; RODRIGUES, R.A.F. Resposta do sorgo granífero à aplicação de diferentes doses e épocas de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via foliar. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.10, n.18, p. 2702-2714, 2014.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Integração de práticas de manejo para diferentes expectativas de rendimento de grãos de milho cultivado em área de arroz irrigado

Andrei Jose Marafon⁽¹⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾; Rodrigo Schoenfeld⁽³⁾; José Antônio Celestino Alves⁽¹⁾; Bruno Piceti Chiesa⁽⁴⁾; Mateus Guilherme Goldmeier⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; andrei.marafon@gmail.com; ⁽²⁾Docente Colaborador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador do CNPq e Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽³⁾Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽⁴⁾Aluno de graduação, bolsista de Iniciação Científica CNPq; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: O cultivo de milho em área de arroz irrigado apresenta potencialidades e desafios a serem superados. Nessas áreas, a determinação do potencial de rendimento de grãos, sob diferentes sistemas de produção, é uma ferramenta importante para a tomada de decisões no manejo do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo e a viabilidade financeira do milho implantado sob quatro níveis de manejo em área de arroz irrigado. Os tratamentos constaram de manejo diferenciado (**Tabela 1**), para obtenção de quatro expectativas de produtividades de grãos de milho (6, 9, 12 e mais de 15 t ha⁻¹), pela variação de quatro fatores: irrigação, adubação de sementeira, adubação nitrogenada e potássica em cobertura e densidade de plantas. Esses níveis de manejo foram denominados, respectivamente, Baixo, Médio, Alto e Potencial. Plantas de milho apresentaram maior estatura e menor diâmetro de colmo à medida que aumentou o nível de manejo. O rendimento de grãos de milho aumentou à medida que aumentou o nível de manejo. Em relação ao nível de manejo Baixo, foram observados incrementos de 25, 75 e 110 % no rendimento de grãos, respectivamente, com a aplicação dos níveis de manejo Médio, Alto e Potencial. De maneira similar ao rendimento de grãos, a margem bruta obtida aumentou com a melhoria do nível de manejo, variando de R\$2.094,00 por hectare no nível de manejo Baixo a R\$3.322,00 por hectare no nível de manejo Potencial.

Termos de indexação: *Zea mays*, adubação, densidade de plantas, irrigação.

INTRODUÇÃO

Várias instituições de pesquisa vêm desenvolvendo pesquisa com milho em área de arroz irrigado ao longo do tempo. Recentemente, houve uma demanda para que o IRGA retomasse

essa linha de pesquisa. Em função disso, começaram a ser avaliados, em condições de cultivo em áreas orizícolas do RS, os efeitos de fatores isolados sobre o rendimento de grãos, como densidade de plantas (Marafon et al., 2014), métodos de irrigação em diferentes híbridos de milho (Maass et al., 2015) e sistemas de drenagem (Rodrigues, 2015). No entanto, não há trabalhos em desenvolvimento para avaliar o efeito da interação dos diferentes fatores de produção. Para cultivo de milho em terras altas (Forsthofer et al., 2006) e para arroz irrigado (Mariot et al., 2009), já se dispõe desse tipo de informação, considerando tanto aspectos técnicos como financeiros.

A determinação do potencial de rendimento de grãos de milho, sob diferentes sistemas de produção, é uma ferramenta importante para a tomada de decisões em seu manejo. Também é importante a compatibilização das análises técnica e financeira dos sistemas de produção para definir o manejo da cultura mais adequado para cada situação.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo e a viabilidade financeira do milho implantado sob quatro níveis de manejo em área de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante o ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA/IRGA), em Cachoeirinha-RS, na região ecoclimática da Depressão Central do RS, situada a 29°55'30" de latitude sul e a 50°58'21" de longitude oeste e à altitude de 7 m acima do nível do mar, em um Gleissolo Háptico Distrófico típico (Streck et al., 2008), de textura franco-argilosa. A análise de solo, realizada em maio de 2015, indicou os seguintes valores: argila 210 g kg⁻¹; pH em água: 5,6; P: 25 mg dm⁻³; K: 35 mg dm⁻³; CTC pH 7: 5,8 cmolc dm⁻³ e MO: 23 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de manejo diferenciado (**Tabela 1**), para obtenção de quatro expectativas de rendimento de grãos de milho (6, 9, 12 e mais de 15 t ha⁻¹), obtidas pela variação de quatro fatores: irrigação, adubação de semeadura, adubação nitrogenada e potássica em cobertura e densidade de plantas. Esses níveis de manejo foram denominados, respectivamente, Baixo, Médio, Alto e Potencial. O híbrido e as demais práticas de manejo foram uniformes para os quatro níveis de manejo (tratamento de sementes, espaçamento entrelinhas, sistema de drenagem (microcamalhão) e controle de plantas daninhas e pragas), de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013).

A semeadura do milho foi realizada em 29 de outubro de 2015, sobre microcamalhões, com duas linhas de plantas em cada um, com auxílio de saraquá. A distância entre microcamalhões foi de 1,0 m. O híbrido utilizado foi o DKB 240 VTPRO2, da empresa Dekalb Sementes. Em todos os níveis de manejo, as sementes foram tratadas com 6 ml kg⁻¹ de sementes do inseticida Cruiser 350 FS (tiаметoxam i.a. 350 g L⁻¹), e 1,5 ml kg⁻¹ de sementes do fungicida Maxim (fludioxonil i.a. 25 g L⁻¹). Nos níveis de manejo Baixo e Médio, aplicou-se a adubação nitrogenada de cobertura em uma só vez, no estágio V₅, segundo a escala de Ritchie et al. (1993). Já nos níveis de manejo Alto e Potencial, a adubação em cobertura foi dividida em três aplicações, nos estádios V₅, V₈ e V₁₂. Como fonte de N foi utilizada a ureia com inibidor de urease, para minimizar perdas por volatilização da amônia.

Os níveis de manejo Baixo e Médio foram conduzidos sob condições naturais de precipitação pluvial. Já nos níveis Alto e Potencial foi realizada irrigação sempre que necessária, pela instalação de oito sondas, para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm, da Falker. Com base em leituras neste aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingia 0,18 m³ m⁻³. Este é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se lâmina de 30 mm de água por rega. Foram realizadas sete irrigações, nos estádios V₈, V₁₅, V₁₆, R₁, R₂, R₂ e R₃, respectivamente.

Tabela 1 - Níveis de manejo em milho em Gleissolo, Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Nível de manejo	Densidade (pl m ²)	Adubação de base (kg ha ⁻¹)			Adubação de cobertura (kg ha ⁻¹)		Irrigação
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	
Baixo	5	30	45	40	60	40	Sem
Médio	7	30	90	90	100	90	Sem
Alto	9	30	135	120	200	120	Com
Potencial	11	30	225	150	300	150	Com

As determinações realizadas no milho foram as seguintes: rendimento de massa seca no espigamento; diâmetro de colmo; estatura de planta; teor relativo de clorofila nas folhas nos estádios V₁₁ e V₁₇; componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão) e rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg⁻¹. A área útil para avaliação do rendimento foi de 10,0 m².

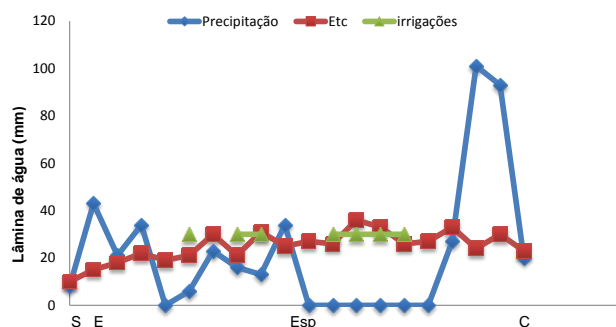
A análise financeira foi baseada na metodologia usada pela FECOAGRO/RS para determinação do custo de produção das culturas (MINETTO, 2005). Foi utilizado o termo margem bruta, que é a diferença entre a receita bruta e o dispêndio efetuado, para avaliar o retorno financeiro dos diferentes sistemas de produção de milho em áreas de arroz irrigado. No cálculo dos dispêndios, não foram consideradas as remunerações à terra, às construções e às instalações, nem os juros sobre o capital (desembolso). Em relação aos tratamentos culturais, foram consideradas a dessecação, a semeadura, a aplicação de defensivos e as adubações de base e de cobertura. Nas operações de colheita, transporte e secagem foram considerados os valores médios pagos por serviço terceirizado na região da Depressão Central, do estado do RS. Para obtenção dos valores dos insumos, foi realizado o levantamento de preços em três agropecuárias da região metropolitana de Porto Alegre, sendo utilizada a média desses valores. Os valores para cálculo da receita bruta obtida com a venda do milho foram baseados no preço médio pago ao produtor no mês de abril dos últimos três anos (35 R\$ sc⁻¹) (2014, 2015 e 2016).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e, quando significativa, aplicou-se o teste de Duncan (p < 0,05) para comparação entre médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após o espigamento, durante a primeira

metade do período de enchimento de grãos, ocorreu um período de estiagem de, aproximadamente, 30 dias (**Figura 1**), cujos efeitos se manifestaram nos níveis de manejo Baixo e Médio, conduzidos sem irrigação.



Legenda: Etc = Evapotranspiração da cultura; S = Semeadura; E = Emergência; Esp = Espigamento e C = Colheita

Figura 1. Precipitação pluvial e irrigações realizadas no período entre a semeadura e a maturação fisiológica da cultura do milho, referente ao ano agrícola 2015/16. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Na leitura realizada no estágio V_{11} , O teor relativo de clorofila na folha não variou entre níveis de manejo (**Tabela 2**). Já numa leitura mais tardia, no estágio V_{17} , os teores relativos de clorofila foram maiores nos níveis de manejo Alto e Potencial, em relação aos níveis Baixo e Médio, já evidenciando a resposta à adubação nitrogenada em cobertura. O rendimento de massa seca da parte aérea do milho no espigamento aumentou até o nível de manejo Alto, diminuindo no nível de manejo Potencial (**Tabela 2**). Já a estatura de planta foi menor nos níveis de manejo Baixo e Médio em relação aos níveis Alto e Potencial. Isso se deve às menores densidades de plantas utilizadas, que determinaram menor competição intraespecífica. Inversamente, o diâmetro de colmo (**Tabela 2**) diminuiu à medida que aumentou o nível de manejo, devido à maior competição intraespecífica que ocorre entre plantas com o aumento da densidade.

O número de espigas por metro quadrado aumentou com o aumento do nível de manejo, em função do aumento da densidade de plantas (**Tabela 2**). Já o número de grãos por espiga foi maior no nível de manejo Baixo em relação aos demais, que não diferiram entre si. Com a diminuição da densidade nesse nível de manejo aumenta o tamanho de espiga. O peso do grão foi menor nos níveis de manejo Baixo e Médio em relação aos níveis Alto e Potencial.

O rendimento de grãos aumentou à medida que aumentou o nível de manejo (**Tabela 2**). Em relação

ao nível de manejo Baixo, foram observados incrementos de 25, 75 e 110 % na produtividade de grãos, respectivamente, com a aplicação dos níveis de manejo Médio, Alto e Potencial. Isso se deve, principalmente, ao efeito da deficiência hídrica nos níveis em que não houve irrigação (Baixo e Médio), associado às menores adubação e densidade de plantas utilizadas no nível de manejo Baixo.

O custo de produção do milho variou de 55 sc ha^{-1} , no nível Baixo, a 147 sc ha^{-1} , no nível Potencial (**Tabela 3**). Os níveis de manejo que obtiveram maior retorno financeiro foram o Potencial e Alto, sendo de, respectivamente, R\$ 3.322,00 e R\$ 2.988,00. Mesmo nos níveis de manejo Baixo e Médio, o retorno foi positivo nesse ano agrícola, sendo de R\$ 2.094,00 e R\$ 2.317,00, respectivamente.

Tabela 2 - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agrônômicas do milho cultivado em área de arroz irrigado em função de quatro níveis de manejo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Característica	Nível de manejo				CV (%)
	Baixo	Médio	Alto	Potencial	
Rendimento de grãos ($t ha^{-1}$)	6,91 c	8,62 c	12,12 b	14,54 a	7,45
Espigas m^{-2} (No.)	4,85 d	6,87 c	8,62 b	10,50 a	3,52
Grãos espiga $^{-1}$ (No.)	468 a	412 b	408 b	408 b	7,81
Peso do grão (mg)	303 b	302 b	349 a	339 a	3,01
SPAD V_{11}	47,5 ns	49,50	50,50	49,75	8,19
SPAD V_{17}	42,25 b	42,75 b	55,56 a	54,25 a	6,46
Matéria seca no espigamento ($t ha^{-1}$)	8,47 d	11,30 c	16,30 a	13,67 b	7,47
Altura de inserção do pendão (m)	2,36 b	2,33 b	2,59 a	2,55 a	1,89
Diâmetro de colmo (cm)	2,41 a	2,30 ab	1,98 c	2,05 c	8,10

CV¹: Coeficiente de variação; ²V: Estádio fenológico, conforme escala de Ritchie et al. (1993); ns: não significativo pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tabela 3 - Margem bruta da cultura do milho cultivado em área de arroz irrigado em função de quatro níveis de manejo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

	Nível de manejo			
	Baixo	Médio	Alto	Potencial
Custo total (R\$ ha ⁻¹) =	1.931,00	2.723,00	4.082,00	5.148,00
Custo total (sc ha ⁻¹) =	55	78	117	147
Produção (sc ha ⁻¹) =	115	144	202	242
Preço (R\$ sc ⁻¹) =	35,00	35,00	35,00	35,00
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹) =	4.025,00	5.040,00	7.070,00	8.470,00
Margem bruta (R\$ ha ⁻¹) =	2.094,00	2.317,00	2.988,00	3.322,00

CONCLUSÃO

O rendimento de grãos e a margem bruta obtidos com o cultivo de milho em área de arroz irrigado aumentam com a melhoria do nível de manejo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de pós-graduação ao primeiro e ao quarto co-autores e de bolsas de iniciação científica aos outros dois co-autores.

REFERÊNCIAS

FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DO MILHO E DO SORGO NO RIO GRANDE DO SUL SAFRAS 2013/2014 e 2014/2015 /Editores técnicos, Beatriz MartiEmygdio, Ana Paula Schneid Alonso da Rosa e Mauro César Celaro. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.

MARAFON, A.J.; SILVA, P.R.F. da; SHOENFELD, R.; RODRIGUES, J.F. MAASS, M.B.; CORREIA, S. L. Resposta de híbridos de milho à densidade de plantas em área de arroz irrigado. In: Anais / XXX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 04 a 07 de agosto de 2014, Salvador, BA. ABMS. CD-Rom. 2014.

MARIOT, C.H.P.; VIEIRA, V.M.; SILVA, P.R.F. da; MENEZES, V.G.; OLIVEIRA, C.F. de; FREITAS, T.F.S. de. Práticas de manejo integradas para produção de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.243-250, 2009.

MINETTO, T. Revista Custo de Produção. Anos 42, 43 e 44. Porto Alegre: Federação das Cooperativas Agrícolas do Estado do Rio Grande do Sul, 2003, 2004 e 2005. 98p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Ames: State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).

RODRIGUES, J.F. **Manejo da água na cultura do milho em Gleissolo Háplico Distrófico típico**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Recursos hídricos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SILVA, P.R.F. da; SCHOENFELD, R. Desafios e perspectivas da rotação com milho. In: Anais / VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 12 a 18 de agosto de 2013, Santa Maria, RS. - Santa Maria: UFSM, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, v. 2, 2013.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Perfil dos produtores rurais plantadores do milho Saracura em diversos estados e regiões do Brasil

Vichória Assis de Souza⁽¹⁾; Iran Dias Borges⁽²⁾; José Heitor Vasconcellos⁽³⁾; Dyuliano Souza Soares⁽⁴⁾; Elizete Reis Oliveira⁽⁴⁾; Gabriela Diniz Amorim⁽⁴⁾; Tatiane Renata Souza Moreia⁽⁴⁾

⁽¹⁾Estudante de Engenharia agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽²⁾Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾Analista / pesquisador do CNPMS-EMBRAPA; ⁽⁴⁾Estudante de Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Em 1996-97 a Embrapa Milho e Sorgo, situada em Sete Lagoas MG, buscava a introdução da variedade de milho Saracura no Brasil. O foco principal era nos produtores que sofriam com períodos temporários de encharcamento do solo, dado que essa variedade possui maior resistência quando submetida a essas condições, principalmente quando se comparada aos demais cultivares disponíveis a época no mercado. Para este trabalho usa-se a base de dados advinda de questionários feitos no ano de 1996-1997 gerenciado pela Embrapa Milho e Sorgo, situada na cidade de Sete Lagoas Minas Gerais. Os dados foram coletados de 1587 produtores via questionário com perguntas relativas a identidade, localidade, dados fundiários e socioeconômicos o acesso à informação \ formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar\aceitar inovações na sua atividade produtiva. Retornar a pesquisa com os produtores e verificar se adoção foi de fato feita, assim, como coletar outras informações dos produtos reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento. Termos de indexação: preferência; milhos especiais; intenção de compra.

INTRODUÇÃO

Em 1996-97 a Embrapa Milho e Sorgo, situada em Sete Lagoas MG, buscava a introdução da variedade de milho Saracura no Brasil. O foco principal era nos produtores que sofriam com períodos temporários de encharcamento do solo, dado que essa variedade possui maior resistência quando submetida a essas condições, principalmente quando se comparada aos demais cultivares disponíveis a época no mercado. Para este trabalho usa-se a base de dados advinda de questionários feitos no ano de 1996-1997 gerenciado pela Embrapa Milho e Sorgo, situada na cidade de Sete Lagoas Minas Gerais. Os dados

foram coletados de 1587 produtores via questionário com perguntas relativas a identidade, localidade, dados fundiários e socioeconômicos o acesso à informação \ formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar\aceitar inovações na sua atividade produtiva. Retornar a pesquisa com os produtores e verificar se adoção foi de fato feita, assim, como coletar outras informações dos produtos reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento.

Contudo tais informações, apesar de antigas, ainda possuem valor, pois: (i) auxiliam em uma compreensão do perfil fundiário e socioeconômico dos produtores interessados à época em inovações; e (ii) podem colaborar na formação de cadastros, pesquisas e recenseamentos a serem realizados em futuros lançamentos de produtos da Embrapa.

Além disso, as informações contidas nos questionários permitem ampliar os estudos referente ao perfil dos produtores e das regiões quanto à aspectos sócio-referenciais e sua diversidade.

Outro fator marcante é pertinente a estória da introdução do Milho Saracura, que viabiliza um amplo leque de possibilidades que ajudam a entender sua influência e dispersão encontrada atualmente no campo.

Foi possível analisar diversos parâmetros que mostram a discrepância entre fatores como escolaridade, idade, e o tamanho da área composta por várzea, e sua influência quanto a adesão da cultura. Além de salientar os principais estados com maior aceitação.

Portanto, o objetivo desse trabalho é traçar e avaliar o perfil do produtor que está mais propício a aceitar\rejeitar informações relativas à assistência técnica e introdução em suas terras de variedades ainda não completamente validadas.

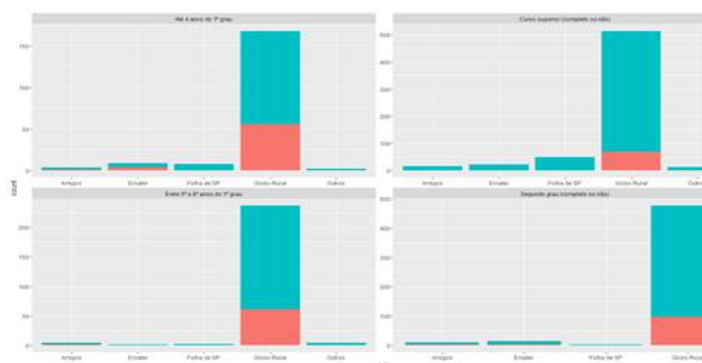
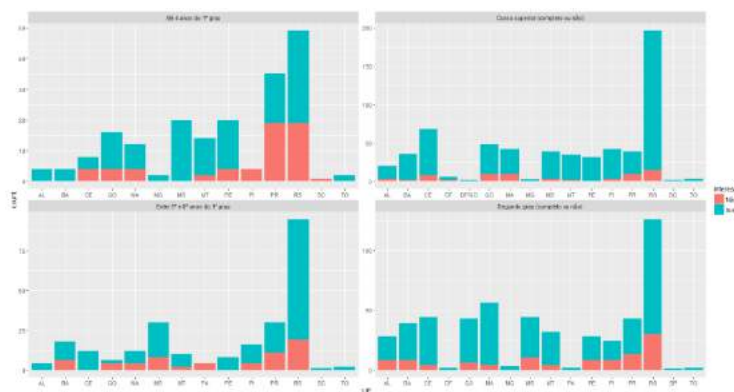
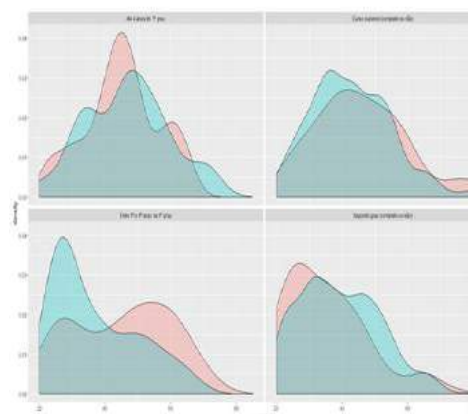
MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho usa-se a base de dados advinda de questionários feitos no ano de 1996-1997 gerenciado pela Embrapa Milho e Sorgo, situada na cidade de Sete Lagoas Minas Gerais. Os dados foram coletados de 1587 produtores via questionário com perguntas relativas a identidade, localidade, dados fundiários e socioeconômicos totalizando 12 variáveis no total:

1. Nome
2. Ano em que você nasceu?
3. Onde você obteve informações sobre o milho Saracura?
4. Localização da propriedade?
5. Localização da propriedade?
6. Qual a área da sua propriedade em hectares?
7. Qual a área com várzea na sua propriedade/
8. Que tipo de várzea você terá na sua propriedade?
9. O que você planta na várzea?
10. Quantos hectares de milho você planta em toda a sua propriedade?
11. Como você utiliza o milho?
12. Você se interessa em participar de uma pesquisa com o milho Saracura na sua propriedade?

Os estados participantes foram: Rondônia - RO, Pará - PA, Acre - AC, Amazonas - AM, Tocantins - TO, Ceará - CE, Pernambuco - PE, Alagoas - AL, Maranhão - MA, Piauí - PI, Rio Grande do Sul - RS, Mato Grosso - MT, Mato grosso do Sul - MS, Bahia - BA, Goiás - GO, Minas Gerais - MG e Distrito Federal - DF.

Do ponto de vista metodológico, a análise de dados foi dividida em duas etapas: (i) *análise exploratória de dados* por meio de gráficos de dispersão, barras, boxplots e testes de qui-quadrado; e (ii) *inferencial* por via de análise multivariada de correspondência e modelo de regressão logística. Para todas as análises, utilizamos o software R. Como observado nos gráficos abaixo:



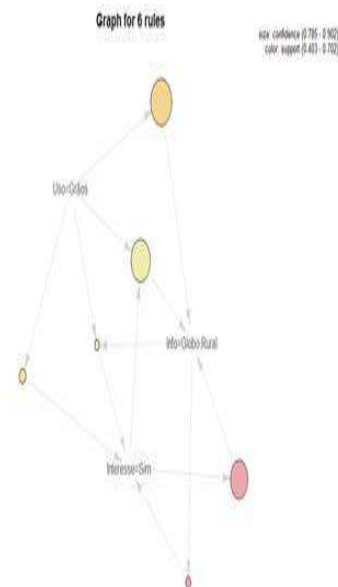
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontam para uma conclusão e uma recomendação: (con) o acesso à informação/formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar/aceitar inovações na sua atividade

produtiva; e (rec) seria relevante retomar a pesquisa com os mesmos produtores e verificar se adoção foi de fato feita, assim como coletar outras informações dos produtores reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento. Em trabalhos futuros deve se analisar estudos similares e verificar se os resultados empíricos aqui verificados se repetem para demais variedades.

Os resultados apontam que os produtores localizados nas UF's do Centro-Oeste, Sudeste e Sul possuem maior interesse nas inovações, principalmente porque o alagamento é mais prevalente nesses casos. A partir do modelo de regressão logística, verifica-se que a probabilidade de se interessar na implementação da variedade Saracura aumenta, principalmente quando o nível educacional é mais superior, assim como entre os produtores mais jovens e para produtores com maior área de várzea. Essa probabilidade diminui quando o produtor dedica parte da sua propriedade a outras variedades (arroz, pasto, etc.), assim como quando a várzea é seca.

Tais resultados apontam para uma interpretação e uma recomendação: (con) o acesso à informação\formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar\aceitar inovações na sua atividade produtiva; e (rec) seria relevante retomar a pesquisa com os mesmos produtores e verificar se adoção foi de fato feita, assim como coletar outras informações dos produtores reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento. Em trabalhos futuros deve se analisar estudos similares e verificar se os resultados empíricos aqui verificados se repetem para demais variedades. O gráfico abaixo ilustra esta situação percebida:



AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, em especial ao pesquisador / Analista José Heitor Vasconcellos.

Aos estagiários e coordenador do projeto Espaço Botânico em escolas municipais de Sete Lagoas, Dyuliano Souza, Gabriela Diniz, Elizete Reis, Vichória Assis, Tatiane Renata e Prof Iran Borges.

CONCLUSÕES

O acesso à informação \ formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar\aceitar inovações na sua atividade produtiva.

Retornar a pesquisa com os produtores e verificar se adoção foi de fato feita, assim, como coletar outras informações dos produtos reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento.

REFERÊNCIAS

<http://infoener.iee.usp.br/cenbio/brasil/indoleo.htm>

http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_residuos.asp

<http://www.ctex.eb.br/>

<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/refinaria-duque-de-caxias->

<http://www3.syngenta.com/country/br/pt/Pages/home.aspx>

<https://www.chevron.com.br/>

reduc.htm

Produção de base agroecológica de milho com duas leguminosas perenes em sistema de aleias

Walter José Rodrigues Matrangolo⁽¹⁾; Paulo Eduardo de Aquino Riberio⁽¹⁾; Samara Cristiele Barros da Cruz; Virgínio Augusto Diniz Gonçalves⁽²⁾; Paôla da Conceição Campos Malta; Iago Henrique Ferreira da Silva; Savanna X. Gomes⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; walter.matrangolo@embrapa.br; ⁽²⁾ Técnico de nível superior; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Universitários da UFSJ-CSL (Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas), MG.

RESUMO: Investiga-se o impacto nos parâmetros fitotécnicos do milho (variedade Caimbé) do seu consórcio com as leguminosas perenes *Cratylia argentea* e *Gliciridea sepium*, em sistema de aleias, cultivados em regime de sequeiro, no Bioma Cerrado, em Sete Lagoas, MG, em 2016. A fitomassa das leguminosas, após podas drásticas manuais, foi quantificada e depositada nas faixas de cultivo, a cada três meses, ao longo de 27 meses. No 23º mês após o início das podas drásticas, procedeu-se a semeadura direta mecanizada do milho na faixa de cultivo comercial. O milho não recebeu nutrientes além do fornecido pela fitomassa das leguminosas. Foram avaliados: altura da planta, peso de 300 grãos, peso de grãos/fileira, produção da fitomassa do milho e produtividade estimada por ha. A produtividade estimada de fitomassa verde após 27 meses foi de 71,3 t.ha⁻¹ para *C. argentea* e 73,7 t.ha⁻¹ para *G. sepium*. *C. argentea* forneceu ao longo do período, 553,21 kg.ha⁻¹ de N, e *G. sepium* 477,2 kg.ha⁻¹ (da fitomassa seca das folhas). A produtividade estimada de milho foi de 2,7 t.ha⁻¹ (consórcio com *C. argentea*) e 2,4 t.ha⁻¹ (consórcio com *G. sepium*), com 30.000 pl.ha⁻¹. Por ser nativa do Cerrado, e, portanto, mais adaptada ao regime de sequeiro, *C. argentea* foi mais produtiva que *G. sepium*, sob condições de estresse hídrico descontinuado. A boa oferta de nutrientes, prevista pelos estudos bromatológicos das folhas secas das leguminosas, se concretizou na boa produção de biomassa do milho a baixo custo, considerando a ausência de insumos externos, além da reduzida demanda por mão de obra, restrita à poda.

Termos de indexação: *Cratylia argentea*, *Gliciridea sepium*, adubação verde.

INTRODUÇÃO

O cultivo em aleias é um modelo de sistema agroflorestal que consiste no estabelecimento de

espécies arbóreas ou arbustivas em fileiras espaçadas o suficiente entre si, permitindo o cultivo de outras culturas agrícolas entre as fileiras das árvores (KANG, 1997). Os estudos econômicos de produção de milho em sistema de aleias e convencional de Bertalot et al. (2008) apontaram para a viabilidade econômica dos dois sistemas de cultivo, com destaque para o tratamento com aplicação de biomassa do sistema agroflorestal. Guerra et al. (2014) destacam benefícios da adubação verde como proteção do solo quanto à erosão hídrica; adição de matéria orgânica a partir do C da biomassa vegetal produzida *in situ* e da ciclagem de nutrientes do solo e do N atmosférico; atenuação de efeitos relacionados a variáveis climáticas; redução da infestação de populações de ervas de ocorrência espontânea; fonte de recursos alimentares e de abrigo para inimigos naturais de pragas; controle de fitomoléstias de solo e manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção. O sistema de produção em aleias é monitorado para aprimoramento e compartilhamento dos aprendizados com a comunidade local, onde a horticultura tem grande relevância e que ainda é dependente de esterco bovino e rejeitos de aviários como cama de frango, em geral econômica e ambientalmente inadequados, por conterem microrganismos patogênicos para o ser humano e resíduos tóxicos da agroindústria (vacinas, antibióticos, hormônios, vermífugos e agrotóxicos em geral). O trabalho busca aprofundar os conhecimentos sobre a produção consorciada de milho em sistema de aleias, com as leguminosas perenes *C. argentea* e *G. sepium*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada a produtividade do milho variedade Caimbé em regime de sequeiro, consorciado com as leguminosas perenes *Cratylia argentea* (daqui para frente, CA) e *Gliciridea sepium* (daqui para frente GS), em sistemas de aleias, em Sete Lagoas. Três fileiras paralelas de cada leguminosa,

espaçadas por 4 m, com uma planta a cada 0,5 m, (duas fileiras laterais e uma central), com 20 m de comprimento (mudas de CA e estacas de GS), tendo cada sistema uma área de 160 m². Após as podas de condução iniciais (agosto e outubro de 2013, conforme GOMES et al., 2015), as leguminosas receberam podas drásticas a partir de novembro de 2013, sem qualquer medida de proteção para as plantas (pasta bordalesa ou cúprica), o que permitiu avaliar a rusticidade das leguminosas e a economicidade do arranjo produtivo. A cada 3 meses, pelas podas drásticas manuais, obtém-se o peso da fitomassa verde (soma do peso de folhas e galhos), então depositada sobre as faixas de cultivo comercial, por 27 meses. Os macro e micronutrientes aportados às áreas foram calculados a partir das fitomassa seca das folhas (65 °C, por 48 horas) pelo método de análise ICP-OES. O acréscimo de nutrientes foi subestimado, pois não foi contabilizado o peso dos galhos, que fornecem nutrientes mais lentamente que as folhas. Nas 4 faixas de cultivo (80 m² cada), procedeu-se a semeadura mecanizada direta do milho (0,70 m entre fileiras, quatro sementes/m, 30.000 pl.ha⁻¹), em 15/12/2015 (23º mês após o início das podas drásticas), sobre palhada das leguminosas (5.000 pl.ha⁻¹). Foram semeadas cinco fileiras de milho e avaliadas as três fileiras centrais, conforme **Figura 1**.



Figura 1. Em 06/01/2016, 50 dias após a semeadura do milho, persistem restos da poda ocorrida em 29/10/2015. Esquerda CA, direita GS.

O local do estudo (latossolo vermelho, mat. org. média - 3,3 dag/kg, pH 5,4, SB acima de 50%), não recebe aporte de insumo desde fevereiro de 2013 (adubo solúvel, herbicida, inseticida ou fungicida), desde o plantio das leguminosas. Parâmetros avaliados do milho: altura da planta (m), 300 grãos (gr), grãos/fileira (kg), fitomassa do milho após a colheita dos grãos (kg) e produtividade estimada (t.ha⁻¹). Entre os meses de 11/2015 a 04/2016, a precipitação acumulada foi de 597,1 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência de CA foi superior a 85%, enquanto mais de 50% das plantas (61) de GS morreram. Foram depositados 1.124,25 kg de fitomassa verde

de CA (71,3 t ha⁻¹) e 1.178,77 kg de fitomassa verde de GS (73,7 t ha⁻¹). As folhas representam 69,30% do peso final de CA e 61,79% para GS. A proporção entre folhas e galhos oscilou ao longo do ano para as duas leguminosas (**Figura 2**), sendo que no período de inverno (julho), dá-se o maior predomínio das folhas sobre galhos em ambas. Para CA, a massa de folhas chegou a ser mais de 7 vezes maior que a de galhos nas podas de julho. CA, original do Bioma Cerrado, mais adaptada ao estresse hídrico e apresenta maior produção de folhas que GS, originária de regiões equatoriais da América Central. Durante o período amostral, o peso das folhas de CA foi no mínimo o dobro do peso dos galhos, exceto em abril de 2016.

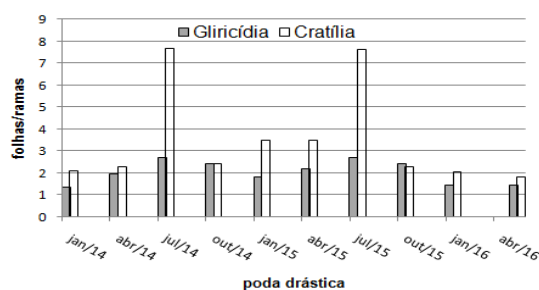


Figura 2 – Relação temporal folhas/ramas das leguminosas CA e GS em sistema de aleias.

A produção estimada de fitomassa seca de folhas no período de 27 meses, que foi a base do cálculo do aporte de nutrientes, foi de 10,6 t.ha⁻¹ para GS e 16,2 t.ha⁻¹ para CA. A produção de fitomassa de folhas secas das duas leguminosas oscilou de forma semelhante nos anos de 2015 e 2016 (**Figura 3**), com pico de produção em janeiro. O mês de julho foi o menos produtivo para as duas leguminosas. Na primeira poda drástica (jan.2014), *G. sepium* foi mais produtiva que CA.

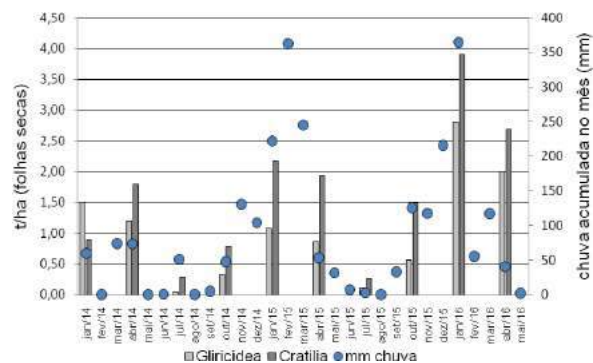


Figura 3 - Precipitação mensal e produção de fitomassa de CA e GS.

Para Gama et al. (2009), GS desenvolve-se melhor

em condições quentes e úmidas. Para esses autores, seu crescimento é limitado por baixas temperaturas e baixas precipitações pluviais, e pode tolerar prolongados períodos de seca, mas com queda de folhas dos ramos mais velhos. A mortalidade durante o período de 27 meses $pl.ha^{-1}$, gerou uma densidade final de 2.500 $pl.ha^{-1}$ para GS e de 4.300 $pl.ha^{-1}$ para CA. A produção anual de fitomassa de folhas secas foi, em $t.ha^{-1}$ para CA e GS respectivamente, de 3,7 e 3,2 em 2014, 5,9 e 2,6 em 2015 e nos dois primeiros corte de 2016 (janeiro e abril), 6,6 e 4,8. Paulino et al. (2011) registraram uma produção anual de fitomassa seca da gliricídia em 2006, de 2.436 $kg ha^{-1} ano^{-1}$. Em 2007, a produção de fitomassa seca foi superior, resultando em 3.389 $kg ha^{-1}.ano^{-1}$. Para Ferraz Júnior (2002), as podas de ramos de diferentes leguminosas variaram de 1,4 a 8 $t ha^{-1}.ano^{-1}$, e a fitomassa seca da gliricídia situa-se em torno de 5 $t ha^{-1}.ano^{-1}$. A reduzida mortalidade e crescente produtividade de CA indicam que a espécie brasileira tem potencial para ser incluída entre as principais leguminosas destinadas à adubação verde. Para Gama et al. (2009), que estudaram a produção de biomassa das forrageiras lenhosas (*Albizia lebbbeck*, *Cajanus cajan*, CA, GS e *Leucaena leucocephala*), CA apresentou as maiores alturas no período seco, superior às demais leguminosas, o que evidenciou sua rápida recuperação após os cortes e sua aptidão para essa finalidade. Identificaram ainda uma produção de matéria seca de CA em torno de 7,2 t/h no período seco e 17,1 t/ha, no período chuvoso enquanto GS produziu 4 t/ha no período seco e 12 $t.ha^{-1}$ no período chuvoso. Com base nas análises bromatológica das folhas secas das duas leguminosas (Tabelas 1 e 2), foi estimado o aporte de nutrientes (Tabela 3 e 4).

A reduzida mortalidade e crescente produtividade de CA indicam que a espécie brasileira tem potencial para ser incluída entre as principais leguminosas destinadas à adubação verde. Para Gama et al. (2009), que estudaram a produção de biomassa das forrageiras lenhosas (*Albizia lebbbeck*, *Cajanus cajan*, CA, GS e *Leucaena leucocephala*), CA apresentou as maiores alturas no período seco, superior às demais leguminosas, o que evidenciou sua rápida recuperação após os cortes e sua aptidão para essa finalidade. Identificaram ainda uma produção de matéria seca de CA em torno de 7,2 t/h no período seco e 17,1 t/ha, no período chuvoso enquanto GS produziu 4 t/ha no período seco e 12 $t.ha^{-1}$ no período chuvoso. Com base nas análises bromatológica das folhas secas das duas leguminosas (Tabelas 1 e 2), foi estimado o aporte de nutrientes (Tabela 3 e 4).

Tabela 1 - Teores médios de macronutrientes e

CV(%) na matéria seca de folhas de CA e GS.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg ⁻¹)					
C.a.	34,2 (7,2)	2,50 (14,0)	18,30 (11,8)	17,20 (16,5)	3,45 (24,9)	2,15 (9,9)
G.s.	44,9 (3,7)	2,75 (12,1)	15,00 (14,2)	15,94 (11,4)	5,38 (11,2)	2,79 (6,3)

C. argentea: n = 17 amostras, *G. sepium*: n = 5 amostras.

Exceto para K e Ca, GS apresentou teores maiores de macronutrientes do que CA. Esta, por sua vez, apresentou todos os micronutrientes em maior concentração, com destaque para Mn, perto de 2,4 vezes mais concentrado que em GS, 2,1 vezes para Fe e 1,73 vezes para o Zn. Para os dois consórcios, o teor de macronutrientes aportados na última poda são suficiente para uma produção próxima a 5 $t.ha^{-1}$ de grãos de milho, que para serem atingidos, conforme Coelho (2006), exigem 100 $kg.ha^{-1}$ de N, 19 $kg.ha^{-1}$ de P, 95 $kg.ha^{-1}$ de K, 17 $kg.ha^{-1}$ de Ca e 17 $kg.ha^{-1}$ de Mg.

Tabela 2 - Teores médios de micronutrientes e CV (%) na matéria seca de folhas CA e GS.

	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg ⁻¹)			
C.a.	5,50	106,35	133,94	30,21
G.s.	2,63	72,37	54,73	17,47

O mesmo autor considera que o zinco é o micronutriente mais limitante à produção do milho, sendo a sua deficiência muito comum na região central do país, onde predominam os solos sob vegetação de Cerrado. Considerando o aporte contínuo de fitomassa e seus nutrientes nos últimos 27 meses (Tabelas 3 e 4), o arranjo com CA teoricamente pode produzir, após esse período, perto de 10 $t.ha^{-1}$ de grãos de milho (o que demanda 217 $kg.ha^{-1}$ de N, 42 $kg.ha^{-1}$ de P, 157 $kg.ha^{-1}$ de K, 32 $kg.ha^{-1}$ de Ca e 33 $kg.ha^{-1}$ de Mg – conforme COELHO, 2006).

Tabela 3 - Extração de macronutrientes da matéria seca de folhas CA e GS, em 27 meses* (de jan. 2014 a abr. 2016) e em jan. 2016**.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(kg.ha ⁻¹)					
C.a.*	553	40,4	296	278,2	55,8	34,8
G.s.*	477	29,2	159	169	57,2	29,6
C. a.**	132	9,7	71	66,7	13,4	8,3

G.s.**	126	7,7	42	44,7	15,1	7,8
--------	-----	-----	----	------	------	-----

Tabela 4 - Extração de micronutrientes da matéria seca das folhas de leguminosas CA e GS, em 27 meses* (jan. 2014 a abr. 2016) e em jan. 2016**.

	Cu	Fe	Mn	Zn
	(kg.ha ⁻¹)			
C.a.*	0,089	1,72	2,17	0,49
G.s.*	0,028	0,770	0,582	0,186
C. a.**	0,021	0,412	0,52	0,121
G.s.**	0,073	0,203	0,153	0,048

Da mesma forma, o potencial do arranjo com GS é pouco menor (7 t.ha⁻¹) pela menor oferta de P no tecido foliar. O milho adensado em cerca de 50.000 plantas.ha⁻¹ de milho/ha, pode atingir tais volumes no sistema convencional com insumos derivados do petróleo, no entanto com custos financeiros e ambientais mais elevados. Considerando que a densidade do presente estudo foi de 30.000 plantas.ha⁻¹, e que produziu 2,7 t.ha⁻¹ sobre palhada de CA e 2,4 t.ha⁻¹ sobre palhada de GS (**Tabela 5**), calcula-se que em densidade de 50.000 plantas.ha⁻¹, as produções seriam de 4,5 t.ha⁻¹ no consórcio com CA e de 4 t.ha⁻¹ no consórcio com *G. sepium*.

Tabela 5 - Parâmetros fitotécnicos para avaliação de milho no consórcio com leguminosas CA e GS.

parâmetros	média (CV%)	
	CA	GS
altura da planta	1,91 (5,62)	1,80 (2,58)
300 grãos (gr)	87,07 (5,2)	80,6 (7)
grão/linha* (kg)	7,09 (13,6)	6,46 (10,84)
fitomassa (kg/ha)	649 (7,17)	502,5 (15,90)
kg/ha	2.658,75	2.422,5

* O valor representa a média da produção de grãos de seis fileiras de milho.

Que ficam distante do potencial de 10 t.ha⁻¹ e 7 t.ha⁻¹ estimados a partir dos nutrientes disponibilizados por CA e GS (**Tabelas 3 e 4**). O limite pode estar no potencial genético do material (variedade Caimbé), que, para Cruz et al. (2009), atingiu uma produtividade média de 5t/ha, após três anos de avaliações, em sistema orgânico de produção, em Sete Lagoas, MG. Todos os parâmetros fitotécnicos avaliados (**Tabela 5**) coincidiram com as estimativas de teores de nutrientes minerais das folhas, que indicaram maior oferta de nutrientes de CA quando comparada com GS.

CONCLUSÕES

Por ser nativa do Cerrado, e, portanto, mais adaptada ao regime de sequeiro, CA foi mais produtiva que GS, sob condições de estresse hídrico descontinuado.

A boa oferta de nutrientes, prevista pelos estudos bromatológicos das folhas secas das leguminosas, se concretizou na boa produção de grãos e biomassa do milho a baixo custo, considerando a ausência de insumos externos, além da reduzida demanda por mão de obra, restrita à poda.

O sistema estudado fortalece a transição para uma agricultura mais autônoma, que busca produzir o alimento saudável, de baixo custo e com inclusão da biodiversidade nativa no sistema produtivo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPEMIG pelo aporte financeiro e ao constante apoio da equipe técnica da Embrapa.

REFERÊNCIAS

- BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDONZA, E.; PINTO, M. S. V. Análise econômica da produção de milho (*Zea mays*) sob sistema agroflorestal e tradicional. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 55, n. 5, p. 425-432, 2008.
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78).
- Disponível em:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19622/1/Circ_78.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARAES, L. J. M.; QUEIROZ, L. R.; MATRANGOLO, W. J. R.; MOREIRA, J. A. A. **Produtividade de variedades de milho em sistema orgânico de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 171). Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2010/29774/1/Com-171.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Cultivo em aléias como alternativa para a produção de alimentos na agricultura familiar do trópico úmido. In: MOURA, E. G. (Org.). **Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido Maranhense: atributos, alterações, uso da produção familiar**. São Luiz: UEMA-MA, 2002. p. 61-88.

GAMA, T. C. M.; ZAGO, V. C. P.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; VOLPE, E.; MORAIS, M. G. Composição bromatológica, digestibilidade in vitro e produção de biomassa de leguminosas forrageiras lenhosas cultivadas em solo arenoso. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 10, n. 3, p. 560-572, 2009.

GOMES, S. X.; MATRANGOLO, W. J. R.; MOURA, J. J. da S.; RODRIGUES, B. F.; GONÇALVES, V. A. D. Estudos preliminares de *Cratylia argentea* (Fabaceae) em sistema de aleias para produção de fitomassa. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA, 4., 2015, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 21-24.

GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. da S.; LEAL, M. A. de A.; ABOUD, A. C. de S.; ALMEIDA, D. L. de; DE POLI, H.; NEVES, M. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D. R. Adubação verde no cultivo de hortaliças. In: LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, p. 241-267.

KANG, B. T. Alley cropping: soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 75-82, 1997.

PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; COSTA, G. S.; CARNEIRO, J. G. de A. Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 781-789, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000500003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Produção de Fitomassa por Rebrotas de Sorgos e Capim Paiguás Inoculados com *Azospirillum brasilense*

Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾, Marcelo Andreotti⁽²⁾, Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾, Lourdes Dickmann⁽³⁾, Viviane Cristina Modesto⁽³⁾, Gabriela Noronha Morais⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: allannakao@hotmail.com) ⁽²⁾ Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” ⁽³⁾ Pós-Graduandos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. ⁽⁴⁾ Graduada em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: A produtividade de massa seca, associada com alto teor de nutrientes da palha são fatores importantes para o sistema plantio direto (SPD). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o rebrote de plantas de duas cultivares de sorgo consorciadas ou não com capim-paiguás e inoculadas ou não com bactéria diazotrófica em sistema plantio direto no Cerrado. Instalou-se, em 2015, o experimento em área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira-SP, utilizando delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense* para produção de silagem e posterior avaliação da produção de matéria seca para continuidade do SPD. A cultivar de dupla aptidão proporcionou maior massa seca de folhas que o granífero no rebrote. A consorciação do sorgo com capim-paiguás incrementou a massa seca total. Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o rebrote dos sorgo consorciado com capim, melhorando a produção de fitomassa em área sob SPD no Cerrado de baixa altitude.

Termos de indexação: bactérias diazotróficas, sistema plantio direto, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por pesquisas que reduzem os riscos da atividade agropecuária como a degradação do solo tem aumentado mundialmente. Os sistemas de integração lavoura-

pecuária são alternativas para o restabelecimento da capacidade de produção de pastagens cultivadas, garantindo sustentabilidade e a intensificação da atividade pastoral. Estes sistemas têm o potencial de aumentar a produção e reduzir os riscos de degradação, melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo além, do potencial produtivo de grãos e forragens (Macedo, 2009).

No sistema, recentemente o sorgo vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013) para produção de matéria seca e/ou grãos. Outra vantagem é a possibilidade do uso das suas rebrotas como palhada, devido à capacidade produtiva de parte aérea e principalmente pelo seu sistema radicular vigoroso. Tomich et al. (2004), estudando a rebrota de sorgos, observaram alto produtivo das cultivares forrageiras. Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, com variadas cultivares (graníferas, de duplo propósito e forrageiras) evidencia a importância de se realizarem pesquisas regionalizadas, buscando melhorar a eficiência destes sistemas produtivos, tanto para safra de verão, quanto principalmente para o cultivo outonal.

Outra demanda de pesquisa é a aplicação de bactérias diazotróficas na cultura do sorgo, com o intuito de reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados. De acordo com Reis Júnior et al. (2008) vários trabalhos com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* spp. têm demonstrado aumento no rendimento de massa seca e no acúmulo de nutrientes por plantas inoculadas.

Entretanto, resultados da interação *Azospirillum brasilense* com sorgo e capim consorciados, são escassos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de matéria seca

das rebrotas do sorgo granífero ou dupla aptidão consorciados ou não com capim-paiaguás com ou sem a inoculação por *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 20°20'05"S e 51°24'26"W e aproximadamente 335 m de altitude e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso.

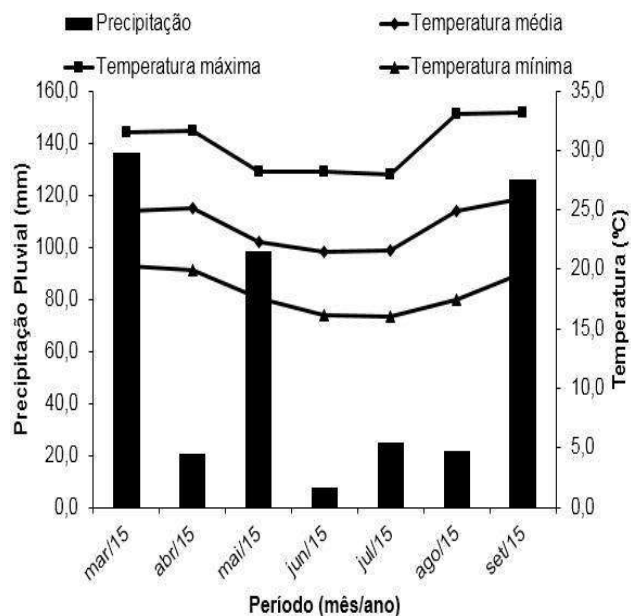


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se

vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raji et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl₂) = 5,4; 16,0 mg dm⁻³ de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Carfentrazone etílica (20 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. No consórcio estabelecido na semeadura do sorgo, as sementes do capim foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A Semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

As rebrotas do sorgo e/ou capim foram colhidas 99 dias (17/09/2015) após a colheita do sorgo para ensilagem, simulando o período de vedação da pastagem, utilizando o método do quadrado de metal (1,0 x 1,0m), com 3 repetições por parcela. Posteriormente as amostras foram separadas em cada fração vegetal, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da quantidade de cada fração (colmos, folhas e panículas e de capim quando em consórcio), que somadas resultaram na produtividade de massa seca total de forragem

(sorgo e/ou capim) e posterior palhada para continuidade do SPD.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interações significativas para os tratamentos, na produtividade de massa seca dos componentes morfológicos dos rebrotas de sorgo e capim, quando em consórcio com e sem inoculação (Tabela 1).

Verificou-se efeito do sorgo dupla aptidão para a massa seca das folhas, no qual apresentou valores maiores em relação ao sorgo granífero, pela sua maior capacidade vegetativa, uma vez que o granífero tem rebrota menos vigorosa. Entretanto, para os outros componentes morfológicos não houve diferença significativa, assim sem aumento na PMS total.

Os resultados observados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Botelho et al. (2010), que obtiveram produções de 12,3, 12,7, 9,5 e 9,3 t ha⁻¹ de MS total nas rebrotas, trabalhando com os genótipos de sorgo Volumax, BRS 610, AG 2005E e Qualimax, respectivamente, entretanto neste caso todas as cultivares testadas são forrageiras.

Tabela 1. Produtividade de massa seca das folhas, colmos e panículas de sorgo (MSF, MSC e MSP), massa total (PMSs) das plantas de sorgo, produtividade de massa seca (PMSf) do capim Paiguás e produtividade de massa seca (PMSt) total das rebrotas do sorgo e perfilhamento do capim. Selvíria-MS (2015).

Tratamentos	MSF	MSC	MSP	PMSs	PMSf	PMSt
	kg ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	219b	564	230	1009	2809	3819
Dupla Aptidão	294a	710	272	1269	2437	3707
Capim						
Com	111b	276b	110b	498b	-	5745a
Sem	402a	998a	392a	1781a	-	1781b
Inoculação						
Com	327a	853a	340a	1515a	2713	4228a
Sem	186b	421b	162b	764b	2533	3298b
Teste F						
Sorgo (S)	4,82*	1,73ns	0,71ns	1,94ns	0,96ns	0,08ns
Capim (C)	72,94**	42,57**	33,84**	47,44**	-	101,92**
Inoculação (I)	17,24**	15,25**	13,42**	16,23**	0,22ns	5,61*
S x C	2,98ns	0,73ns	0,11ns	0,81ns	0,96ns	1,89ns
S x I	0,26ns	0,01ns	0,03ns	0,04ns	2,20ns	2,33ns
C x I	0,68ns	2,11ns	2,30ns	1,98ns	0,22ns	0,04ns
S x C x I	0,32ns	0,03s	0,11s	0,09s	2,20s	1,66ns
DMS	70	230	101	387	788	816
CV (%)	37,46	47,11	49,80	46,24	40,88	29,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

Para a consorciação do capim-paiguás com os sorgos, a matéria seca total (PMSt), aumentou por conta da forrageira rebrotada. No entanto, com a presença do capim a massa seca dos componentes morfológicos do sorgo diminuíram pelo efeito da competição. Assim, segundo Ozier-Lafontaine et al. (1997), o efeito que a competição exerce em espécies consorciadas nem sempre resultam em resultados satisfatórios. Contudo, em se tratando de área para continuidade do SPD, a maior PMSt foi vantajosa no consórcio dos sorgos com o capim, pela maior quantidade de palhada gerada dos resíduos dos rebrotas, em média 3,2 vezes maior (Tabela 1).

A inoculação de sementes de sorgo realizadas na semeadura proporcionou maior produção de massa seca (MSF, MSC, MSP e PMSs) dos rebrotas dos sorgos. Esses resultados podem ser atribuídos tanto ao efeito da fixação biológica do nitrogênio ou dos mecanismos de promoção do crescimento, que maximizam o volume radicular e a capacidade das plantas absorver e assimilar nutrientes do solo (Dobbelaere et al., 2001). Nakao et al. (2014) em seu trabalho realizado com inoculação de *A. brasilense* via foliar no sorgo granífero, entretanto em primeiro corte, constataram maiores massas secas para o colmo, folhas e

panículas nos tratamentos inoculados com as bactérias diazotróficas. Para a PMSf não houve efeito significativo da inoculação, porém com a somatório de massa seca dos sorgos e capim a produtividade de massa total PMSt dessas rebrotas, mostraram significância no inoculado.

CONCLUSÕES

A cultivar de sorgo de dupla aptidão proporcionou maior massa seca de folhas que o granífero no rebrote.

A consorciação do sorgo com capim-paiaguás incrementou a massa seca total para uso como palhada para o SPD.

Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o rebrote dos sorgos consorciados com capim-paiaguás, melhorando a produção de fitomassa em área sob SPD no Cerrado de baixa altitude.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLEROMELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).

MACEDO, M. C. M., Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

NAKAO, A.H.; SOUZA, M.F.P.; DICKMANN, L.; CENTENO, D.C.; RODRIGUES, R.A.F. Resposta do sorgo granífero à aplicação de diferentes doses e épocas de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via foliar. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18; p. 2702-2714, 2014.

OZIER-LAFONTAINE, H et al. Radiation and transpiration partitioning in a maize-sorghum intercrop: test and evaluation of two models. **Field Crops Res.**, v. 49, p. 127-145, 1997.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

REIS JUNIOR, F. B. dos; MACHADO, C. T. de T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum* amazonense em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1139- 1146, 2008.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.258-263, 2004.

Produção de grãos em espigas de híbridos de milho sob diferentes estratégias de adubações pós-plantio

Thayline Fernandes Pereira⁽¹⁾; Alice Lagoeiro de Abreu⁽²⁾; Iran Dias Borges⁽³⁾; Gabriela Balsamão Zigler Oliveira⁽⁴⁾; Kelson Wilian De Oliveira⁽⁵⁾; Raphael Ferreira Alves⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; thaylinefp@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais.

RESUMO: O milho (*Zea mays L*) é um cereal cultivado em grande parte do mundo, sendo considerada cultura de extrema importância mundial. O Brasil ocupa o terceiro lugar com média de produção atual em torno de 53,2 milhões de toneladas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, e tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110, RB 9004) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20, ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20 + ALGA⁺ foliar 1,2 L ha⁻¹). O experimento foi conduzido em condição de sequeiro. Foi feita aplicação em toda a área do enraizador Aminoagro Raiz, 10 dias após a emergência, na proporção de 1,5 L ha⁻¹, quando as plantas de milho apresentavam 3 folhas completamente expandidas. Adubações em cobertura com N e K e adubação foliar não influenciam significativamente a produção de grãos de milho, nas condições de realização deste trabalho. A cultivar Super Doce VIVI proporciona menor produção de grãos que as cultivares normais. A cultivar RB9004 proporciona maior número de fileiras e a cultivar RB9110 proporciona maior número de grãos do que as demais. Avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de milhos grão em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo do presente trabalho foi avaliar cultivares de milhos grão, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

Termos de indexação: Zea mays, fertilização, cultivares.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L*) é um cereal cultivado em grande parte do mundo, sendo considerada cultura de extrema importância, onde os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos, a China e o Brasil que ocupa terceiro lugar com média de produção atual em torno de 53,2 milhões de toneladas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2010). Dentre os cereais cultivados no Brasil, o milho é o mais expressivo, com cerca de 40,8 milhões de toneladas de grãos produzidos, em uma área de aproximadamente 12,55 milhões de hectares (CONAB, 2006), referente a duas safras, normal e safrinha.

O milho pode ser utilizado para várias finalidades, como a indústria de alimentos, na indústria de rações, na elaboração de produtos finais, entre outros. Sabe-se hoje que aproximadamente 5 % de toda a produção brasileira são revestidas para o consumo humano, e a maior parte da produção é destinada à fabricação de rações para animais, já que o milho é um cereal considerado como produção de baixo custo comparado a outros, apresentando também muitas qualidades nutricionais.

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da lavoura. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final. Conseqüentemente, a escolha correta da semente pode ser a razão do sucesso ou insucesso da lavoura (EMBRAPA, 2010). A escolha da cultivar apropriada deve levar em consideração uma avaliação completa das informações geradas por pesquisas, experimentos regionais, o

comportamento de safras passadas, entre outros fatores.

Além da necessidade de água e dos diferentes compostos orgânicos para a sua sobrevivência, a planta necessita de 16 elementos que são considerados essenciais. A partir da absorção de água pelo sistema radicular e da incorporação de CO₂ pelos processos fotossintéticos, são encontrados H, C e O₂ na composição do tecido vegetal. Incluindo os três já citados, encontram-se os nutrientes que são absorvidos em maiores quantidades, N, P, S, K, Ca e Mg, denominados macronutrientes (Vasconcellos *et al.* 2003).

Existem nutrientes que são requeridos em menores quantidades pela planta, e que são denominados micronutrientes, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo e Cl. Há também elementos considerados benéficos são o Al, Co, Ni, Se, Si, Na e V, que podem favorecer a absorção de elementos, considerados essenciais e/ou proporcionam aumento da resistência à doenças e pragas (Vasconcellos *et al.*, 2003).

Os nutrientes mais exigidos do milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguido de cálcio, magnésio e fósforo. É observado que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio apresentam um aumento linear referente ao acréscimo na produtividade (Coelho *et al.*, 2003). Em trabalho utilizando a marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho, (Borges, 2006) afirmou que os acúmulos de matéria seca, nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre, em função dos estádios fenológicos da cultura do milho, seguem curvas lineares durante o ciclo da cultura, e que o acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta de milho ocorre na seguinte ordem decrescente: N>K>P>Ca>Mg>S>Zn>Mn>Cu>B.

Devido às altas exigências nutricionais da cultura, a fertilidade do solo é um fator muito importante. Desde que as condições de fertilidade possuam níveis adequados, o nitrogênio é o elemento que, no milho, apresenta melhores respostas de rendimento de grãos (Argenta *et al.*, 2001).

Avaliar o desempenho de cultivares de milho para a produção de milhos grão em diferentes estratégias de adubação é fundamental na definição de propostas de manejo cultural. O objetivo do presente trabalho foi avaliar cultivares de milho grão, submetidas a diferentes estratégias de fertilização pós-plantio na região central de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área experimental na Universidade Federal de São João Del Rei- CSL, em Sete Lagoas- MG, localizado na Rodovia MG 424 – Km 47. O solo da área é classificado como latossolo vermelho distrófico. O

período do experimental foi entre os meses de novembro de 2015 e abril de 2016.

A correção do solo antes do plantio não foi realizada, e foi feita somente o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. Na adubação de plantio, realizada no dia 16 de novembro foram aplicados 450 kg ha⁻¹ de 04-30-10. A semeadura foi realizada manualmente em 19 de novembro com espaçamento de 0,70 m e densidade de 60000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, e tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 cultivares comerciais (BRS VIVI, RB 9110, RB 9004) e 3 adubações em cobertura (400 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 20-00-20, ALGA foliar 1,2 L ha⁻¹, 400 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 20-00-20 + ALGA foliar 1,2 L ha⁻¹). O experimento foi conduzido em condição de sequeiro. Foi feita aplicação em toda a área do enraizador Aminoagro Raiz, 10 dias após a emergência, na proporção de 1,5 L ha⁻¹, quando as plantas de milho apresentavam 3 folhas completamente expandidas. O controle de plantas daninhas foi feito 22 dias após a emergência, utilizando o herbicida atrazina na dosagem de 3,6 L ha⁻¹. As adubações de cobertura foram realizadas 25 dias após a emergência, manualmente e com o auxílio de uma bomba costal (20 L).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5%). Foram avaliadas as seguintes características: peso de grão por hectare (PGHA), peso de 100 grãos (P100G), número de fileiras da espiga (NDFE), número de grãos da fileira da espiga (NDGF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de grão por hectare (PGHA), peso de 100 grãos (P100G), número de fileiras na espiga (NDFE) e número de grãos na fileira (NDGF) observou-se efeito significativo influenciado pelas cultivares.

A cultivar RB9110 proporcionou maiores valores de peso de grãos por hectare que as demais, que foram semelhantes entre si (**Tabela 1**).

Pizolato *et al.* (2016) também como nesse trabalho, obteve influencia significativa para cultivares, dentre as estudadas Impacto TL (6065,89 kg ha⁻¹), RB 9110 YG (6171,62 kg ha⁻¹) e RB 9210 (6299,34 kg ha⁻¹), alcançaram as maiores produtividades médias.

Tabela 1: Peso de grão por hectare (PGHA), em t ha⁻¹, de três cultivares de milho grão submetidas a

três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	1.99 b
RB9110	4.21 a
RB 9004	3.43 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

As cultivares RB 9110 e RB 9004 proporcionaram, assim como para (PGHA) maiores valores de peso de 100 grãos que as demais, que foram semelhantes entre si (**Tabela 2**). Pizolato et al. (2016) também como no presente trabalho observou influencia significativa apenas entre as cultivares, em que da cultivares estudadas RB 9110 apresenta uma media maior do peso de 100 grão.

Tabela 2: Peso de 100 grãos (P100G), de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	0,15 b
RB9110	0,19 a
RB 9004	0,22 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

A cultivar RB9004 proporcionou maior número de fileiras na espiga que as de mais que são semelhantes entre si. Já para numero de grãos na fileira é a cultivar RB9110 que proporcionam maiores valores (**Tabela 3**).

Em trabalho realizado por Pizolato et al. (2016) para o número médio de fileiras de grãos por espiga (NFG) nota-se que houve diferença somente entre as cultivares, não havendo diferença para dose de nitrogênio e a interação entre os fatores estudados.

Tabela 3: Número de fileiras na espiga (NDFE), de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	15,08 b
RB9110	15,40 b
RB 9004	17,06 a

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

Diferente dos valores obtidos no numero de fileiras na espiga (NDFE), a cultivar RB9004 não apresentou maiores valores que as demais cultivares (**Tabela 4**).

Silva et al. (1999) estudando avaliação de cultivares de milho quanto aos rendimentos de grãos verdes e secos, diferente do presente trabalho não observou efeito significativo entre as cultivares estudadas.

Tabela 4: Número de grãos na fileira das espigas (NDGF), de três cultivares de milho grão submetidas a três estratégias de adubação pós-plantio. UFSJ, Sete Lagoas, 2016.

CULTIVAR	MÉDIAS
VIVI	31,07 b
RB9110	34,71 a
RB 9004	30,15 b

Média com a mesma letra minúscula na linha não diferem entre si.

CONCLUSÕES

Adubações em cobertura com N e K e adubação foliar não influenciam significativamente a produção de grãos de milho, nas condições de realização deste trabalho.

A cultivar Super Doce VIVI proporciona menor produção de grãos que as cultivares normais.

A cultivar RB9004 proporciona maior número de fileiras e a cultivar RB9110 proporciona maior número de grãos do que as demais.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Flávia França pela parceria e Reginaldo Resende Coelho. À RIBER-KWS pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA.; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001. ISSN 0103-8478.

BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho.** Tese de Doutorado em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, UFLA,. 115p. ano 2006.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Métodos e épocas de aplicação de Fertilizantes. In: **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?** Informações agronômicas nº 101. mar.2003, p 1-12. (POTAFOS. Encarte técnico).

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR** (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná.** Dissertação. Paraná, Dez. 2008.

Ministério da Agricultura. Milho. Disponível em:<
<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>
Acesso em 27 de Junho de 2016.

OLIVEIRA DUARTE, J. de. Cultivo do Milho. Mercado e comercialização. Embrapa (Ed.). Set. 2008.

PIZOLATO, N. A.; CAMARGOS, A. E. V.; VALERIANO, T. B.; SGOBI, M. A.; SANTANA, M. J. **Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado,** Nucleus,v.13,n.1,abr.2016

SILVA, P. S. L.; BARRETO, H. E. P.; SANTOS, M. X. **Avaliação de cultivares de milho quanto aos rendimentos de grãos verdes e secos.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.32, n.1, p.63-69,jan. 1997

VASCONCELLOS, C. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Adubação. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho-verde.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 204 p. 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Produção e qualidade de silagem de milho/capim-marandu/feijão-guandu em consórcio no sistema de Integração Lavoura-Pecuária¹

**Nídia Raquel Costa²; Carlos Alexandre Costa Crusciol³; Daniel Martins de Souza⁴;
Jaqueline Rocha Wobeto Sarto⁵; Ciniro Costa⁶; Vinicius Hideki Tada Perino⁷.**

¹ Trabalho executado com recursos do Processo FAPESP nº 2014/21772-4

² Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu/SP. E-mail: nidiarcosta@gmail.com;

³ Professor Titular - FCA/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu;

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu;

⁶ Professor Titular - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁷ Graduando em Agronomia – FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

RESUMO: O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, porém em períodos secos do ano a produção de forragem é reduzida, comprometendo a alimentação animal. Assim, a produção de silagem de milho em sistemas consorciados de produção torna-se uma excelente alternativa. O objetivo foi avaliar a produtividade de massa seca (PMS) e a qualidade nutricional de silagens produzidas no consórcio milho/capim-marandu/feijão-guandú em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) sob plantio direto (SPD). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 24 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarin (*Cajanus cajan*). Constatou-se que as silagens produzidas em ambos os sistemas de consórcio (milho/capim-marandu e milho/capim-marandu/feijão-guandú) apresentaram boa produtividade de massa seca (PMS) e qualidade nutricional. O consórcio triplo proporcionou uma silagem com maiores teores de PB, devido à inclusão do feijão-guandú na massa ensilada.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Urochloa brizantha*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

A silagem de milho é amplamente utilizada na alimentação de ruminantes, tendo qualidade nutricional adequada e um alto valor energético (BERNARDES; RÉGO, 2014). A

cultura é a mais amplamente utilizada pelos agricultores no Brasil e representa mais de 80% da produção total de silagem (BERNARDES; RÉGO 2014). De acordo com os mesmos autores, o processo de ensilagem é o principal método de conservação de forragem, sendo que esta prática visa contornar condições climáticas adversas e fornecer alimento de boa qualidade aos animais, o que auxilia na manutenção destes durante a estação seca.

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, porém em períodos secos do ano a produção de forragens é deficitária comprometendo a base da alimentação animal, portanto, umas das melhores alternativas para a nutrição animal é a produção de silagem.

Além da produção de silagem de milho em sistemas de monocultivo, o consórcio desta cultura com forrageiras tropicais (gramíneas) em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), tem sido utilizado para aumentar a produção de matéria seca total durante o ano e para recuperar pastagens degradadas (LEONEL et al., 2009). Nestes sistemas de produção, a pastagem implantada no consórcio com o milho, fornece alimento de qualidade na época seca do ano, aumentando a oferta de alimento para os animais no período de entressafra.

A utilização de forrageiras leguminosas em consórcio com o milho também tem apresentado resultados produtivos positivos (OLIVEIRA et al., 2011). O objetivo é aumentar o aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N atmosférico, visto que sistemas de ILP ainda são limitados pela carência de N, com alta dependência do uso de adubo nitrogenado para o sucesso da

produção (ROSOLEM et al., 2011). Quando no consórcio também se cultiva capim-marandu, o feijão-guandú ainda apresenta a vantagem de melhoria na qualidade das pastagens, com aumento do teor de proteína bruta (PB) na dieta dos animais, justamente no período seco do ano.

Várias culturas têm sido utilizadas para produção de silagem, porém o milho tem merecido destaque, devido à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões do país e à sua excelente adaptação quando semeado em consórcio com forrageiras tropicais (LEONEL et al., 2009). A planta de milho é uma excelente opção para produção de silagem, pois contém quantidade relativamente alta de matéria seca, pequena capacidade tampão e níveis adequados de carboidratos solúveis para fermentação.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a produtividade de massa seca (PMS) e a qualidade nutricional de silagens produzidas no consórcio milho/capim-marandu/feijão-guandú em sistema de Integração Lavoura-Pecuária sob plantio direto no município de Botucatu, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP) no município de Botucatu, Estado de São Paulo (22°51'01"S e 48°25'28"W, com altitude de 777 metros), durante o ano agrícola 2014/2015. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006), o solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

Em novembro de 2014, foi realizada a dessecação das plantas presentes na área experimental com a aplicação dos herbicidas Glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do equivalente ácido) e 2,4-D amine (670 g ha⁻¹ do equivalente ácido), utilizando um volume de pulverização de 200 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi o de

blocos casualizados, com 24 repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu {*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu [syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu]} e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarin (*Cajanus cajan*), colhidos a 0,45 m em relação à superfície do solo, no estágio de ¼ de grão leitoso (grãos com 35% de umidade) para produção de silagem. Cada parcela foi constituída por 18 m de largura e 25 m de comprimento (450 m²).

O híbrido simples (HS) de milho 2B587 HX (precoce) foi semeado em 16/12/2014 a uma profundidade de 0,03 m, utilizando semeadora-adubadora para SPD dotada de mecanismo para abertura de sulco do tipo haste sulcadora, com densidade de 70.000 sementes ha⁻¹. No tratamento de milho + capim-marandu se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m. No tratamento de milho + capim-marandu + feijão-guandú também se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m e o feijão-guandú foi semeado nas entrelinhas do milho + capim-marandu na profundidade de 0,03 m, utilizando-se 10 sementes por metro (aproximadamente 25 kg de sementes ha⁻¹). Os capins foram semeados na quantidade de 550 pontos de valor cultural (VC) ha⁻¹. As sementes de capim-marandu foram misturadas ao adubo minutos antes da semeadura, acondicionadas no compartimento de fertilizantes da semeadora-adubadora e depositadas na profundidade de 0,08 m. A adubação mineral nos sulcos de semeadura, constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16.

Quando as plantas de milho atingiram o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente expandidas), realizou-se a adubação mineral nitrogenada em cobertura aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N utilizando-se como fonte o sulfato de amônio.

As culturas utilizadas na presente pesquisa foram destinadas à produção de silagem, sendo a colheita das mesmas realizadas em 08/04/2015. Entretanto, momentos antes da colheita das culturas, determinou-se a produtividade de massa seca de silagem (PMS) em função do tipo de consórcio.

A colheita mecânica para ensilagem foi realizada utilizando-se uma colhedora de forragem modelo JF C-120 (12 facas) com

plataforma de duas linhas em espaçamento reduzido de 0,45 m entrelinhas. A altura de corte foi de 0,45 m em relação à superfície do solo, no estágio de $\frac{1}{4}$ de grão leitoso (grãos com 35% de umidade). O material colhido foi picado em partículas médias de 1,0 cm e armazenados em silos experimentais.

Como silos experimentais, foram utilizados canos de PVC compostos por um segmento de 40 cm de comprimento com 100 mm de diâmetro, contendo 400g de areia esterilizada no compartimento inferior para quantificar as perdas por efluentes geradas durante a ensilagem. A areia foi acondicionada em saquinhos feitos com tecido TNT, mantendo-se a massa ensilada separada da areia por meio de tela, para evitar a contaminação da silagem. Em cada silo experimental foi colocado cerca de 1,9 kg de material de modo a atingir a densidade de 600 kg m^{-3} , proporcionando boa compactação da massa ensilada, realizada por prensa hidráulica mantendo pressão por cinco minutos. Os silos foram vedados com tampas de PVC dotadas de válvulas tipo Bunsen para proporcionar a saída dos gases oriundos da fermentação. Após o fechamento do silo, todos foram pesados para se determinar a recuperação de massa seca e abertos 60 dias após a ensilagem.

Após abertos, foi realizada a pré-secagem da silagem, utilizando-se amostras de 300g, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1,0 mm de crivo e armazenados em potes de polietileno, devidamente identificados, para análises laboratoriais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), descritos por Silva & Queiroz (2002), nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados conforme a equação proposta por Weiss adotadas pelo NRC (2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste t LSD ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os tratamentos avaliados diferiram significativamente com relação aos teores de PB, FDN, FDA e NDT, entretanto não diferiram em relação à PMS (Tabela 1).

A PMS, apesar de não ter diferido entre os tratamentos (Tabela 1), pode ser considerada como satisfatória para produção de silagem. A prática de consórcio triplo (milho/capim-marandu/feijão-guandú) demonstrou ser uma boa alternativa para produção de silagem, tendo em vista a baixa competição deste tipo de consórcio e os benefícios que este pode proporcionar aos sistemas de cultivo. Os benefícios estão relacionados principalmente a fixação biológica de N atmosférico, o que a longo prazo pode contribuir para a diminuição na utilização de fertilizantes nitrogenados, reduzindo ainda os custos de produção. Esta leguminosa pode melhorar ainda a qualidade nutricional da pastagem no período de entressafra, aumentando principalmente os teores de proteína bruta (PB) do alimento. Estes resultados demonstram mais uma vez a eficiência deste sistema produtivo com a inclusão de leguminosas em cultivos consorciados na ILP, caracterizando-o como uma excelente opção em propriedades que buscam maior diversificação na atividade agrícola, além de maior sustentabilidade na produção.

Os teores de PB foram maiores na silagem produzida no consórcio milho/capim-marandu/feijão-guandú (7,82% MS). Por outro lado, este consórcio proporcionou maiores teores de FDN (47,55% MS) e FDA (26,56 % MS), além de menores teores de NDT (77,05% MS) comparado à silagem produzida no consórcio milho/capim-marandu (Tabela 1). Apesar da silagem de milho/capim-marandu não aumentar significativamente os teores de PB como o verificado na silagem com feijão-guandú, esta apresentou menor teor de fibras, o que é também benéfico. Tal fato se deve à constituição fibrosa do capim-marandu, que diferentemente do feijão-guandú, possui menor teor de lignina na constituição da parede celular.

De acordo com Soest (1994), o FDN é o fator mais limitante para o consumo de massa seca por animais. Quando o nível de FDN excede 60%, demonstra uma correlação negativa com o consumo de forragem. O conteúdo FDA é importante para a digestibilidade. Forragens com valores FDA de aproximadamente 40% ou mais têm conteúdos energéticos e digestibilidade baixas (Van Soest, 1994). Neste estudo, os resultados para estes parâmetros encontram-se abaixo dos níveis limitantes para consumo por animais. Assim, as silagens produzidas

nestes sistemas de consórcio são considerada como tendo uma qualidade aceitável em termos de FDN e FDA (Tabela 1).

A concentração NDT é outro fator importante para uma boa nutrição animal. Para a silagem ser considerada de boa qualidade nutritiva, esta deve apresentar valores de NDT em torno de 64-70 % MS (van Soest 1994), o que é semelhante aos valores obtidos neste estudo.

Assim, uma silagem de qualidade é caracterizada por alta produtividade de massa seca (PMS), altos teores de proteína bruta (PB), e altas taxas de nutrientes digestíveis totais (NDT) em sua composição, o que foi verificado em ambos os tratamentos na presente pesquisa. Tal fato demonstra a possibilidade dos cultivos consorciados avaliados na presente pesquisa.

A alta PMS e a boa qualidade nutricional (Tabela 1) das silagens avaliadas, demonstram a eficiência destes sistemas de produção e do potencial para o cultivo simultâneo dessas espécies na região em estudo. Assim, nossos resultados demonstraram a possibilidade da consorciação de espécies gramíneas e leguminosas para produção de silagem.

CONCLUSÕES

As silagens produzidas em ambos os sistemas de consórcio (milho/capim-marandu e milho/capim-marandu/feijão-guandú) apresentaram boa produtividade de massa seca (PMS) e qualidade nutricional. O consórcio triplo proporcionou uma silagem com maiores teores de PB, devido à inclusão do feijão-guandú na massa ensilada.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão de bolsa de pós-doutorado à primeira autora e pelo apoio financeiro ao projeto (Processo nº 2014/21772-4).

REFERÊNCIAS

BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 1852-1861, 2014.

LEONEL F.P., PEREIRA J.C., COSTA M.G., MARCO JÚNIOR P., SILVA C.J. and LARA L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 166-176, 2009.

NRC – **National Research Council**. Nutrient requirements of small ruminants, National Academy Press, Washington, 362 pp, 2007.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L. & SANTOS, D.C. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 1184-1192, 2011.

ROSOLEM, C.A.; SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. **Análise da situação geral**. In: SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A. & CRUSCIOL, C.A.C. (ed.). Integração lavoura-pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. p.103-104.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SILVA D.J.; QUEIROZ A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 235 p, 2002.

van SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press.

Tabela 1. Produtividade de massa seca (PMS), teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de silagens de milho e do capim-marandu cultivados em consórcio com ou sem feijão-guandú (ano agrícola 2014-2015). Botucatu, São Paulo.

	PMS	PB	FDN	FDA	NDT
--	-----	----	-----	-----	-----

Tratamentos	kg ha ⁻¹	-----% MS -----			
Com guandu	14.813,5 a	7,82 a	47,55 a	26.56 a	77,05 a
Sem guandu	14.748,9 a	6,83 b	43,62 b	24.08 b	79,22 a
CV (%)	13,42	3,87	4,49	4,32	3,11
Anova (P>F)[†]	0,9379	<0,001	<0,001	<0,001	0,052

[†]Probabilidade do teste F.

*Valores seguidos por letras distintas na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t LSD.

Produtividade Atingível e Eficiência Agrícola de Milho no Cerrado

Guilherme Martin Torres⁽¹⁾

⁽¹⁾ Corn Agronomic Practices and Systems Lead; Monsanto; São Paulo, SP; guilherme.m.torres@monsanto.com.

RESUMO: A adoção de tecnologias e melhores práticas de agrônomicas melhoraram a capacidade produtiva e alavancaram o rendimento e a produção de milho no Brasil. O objetivo desse estudo é determinar o potencial de produtividade explorável (Yield Gap, YG) e avaliar eficiência agrícola do cultivo de milho no cerrado. Foram usados dados de produtividade e precipitação na região Centro-Oeste no período entre 2001 e 2013. Para estimar o YG, a Produtividade Real (P_R) foi calculada e Produtividade Atingível de Sequeiro (P_{AS}) estimada por uma Função de Produtividade de Fronteira (FPF), determinada pela regressão entre as maiores produtividades já observadas e precipitação de safra (PS , precipitação acumulada do plantio até a colheita). A $PS_{média}$ na safrinha para a região Centro-Oeste é de 558 mm e a P_R é de 6748 kg ha⁻¹. Aplicando a FPF, 558 mm PS seria suficiente para produzir um rendimento de 11376 kg ha⁻¹. Isso significa que o YG na safrinha é de 4228 kg ha⁻¹ e o potencial incremento da P_R é ~68%. No verão a $PS_{média}$ é de 1216 mm o suficiente para produzir 19063 kg ha⁻¹ enquanto a $P_{Rmédia}$ foi de 11156 kg ha⁻¹ que representa um aumento potencial de 41%. No geral, a P_R de milho no cerrado variou entre 49 e 70% da P_{AS} . Esse estudo possibilitou identificar a responsabilidade das regiões produtoras à adoção de tecnologia, possibilitando priorizar e direcionar pesquisas e recomendações técnicas específicas para cada região.

Termos de indexação: produtividade atingível, eficiência agrônômica, função de produtividade de fronteira, yield gap.

INTRODUÇÃO

Na safra 2014/15, a produção no Centro-Oeste foi de ~34,4 milhões de toneladas, correspondendo a 44% da produção brasileira de milho (CONAB, 2015).

Nos últimos 39 anos, a produtividade da região Centro-Oeste aumentou de 1745 para 5633 kg ha⁻¹ numa taxa de crescimento de ~101 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (figura 1).

A adoção de tecnologias e melhores práticas agrônomicas melhoraram a capacidade produtiva e alavancaram o rendimento e a produção de milho nessa região. Mas, apesar da evolução produtiva, ainda existe oportunidades para incremento da produtividade de milho no cerrado. O objetivo desse estudo é determinar o potencial de produtividade explorável (Yield Gap), e avaliar eficiência agrícola do cultivo de milho no cerrado.

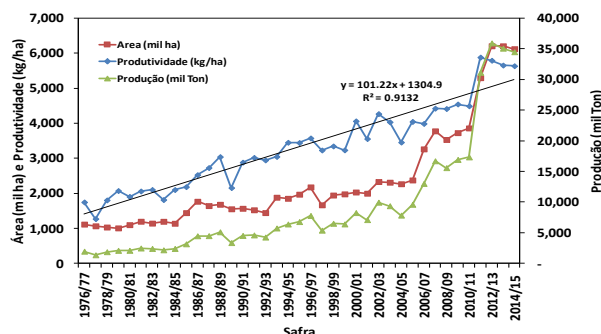


Figura 1. Série histórica de área cultivada e produtividade de milho safra e safrinha da região Centro-Oeste (CONAB, 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados para esse estudo foi composta de dados de produtividade dos ensaios do time de Desenvolvimento Tecnológico da Monsanto e dados de precipitação do INMET para a safra e safrinha de milho na região Centro-Oeste no período entre 2001 e 2013 (Figura 2). Ao todo foram 14670 observações, 97 locais/ano e 311 pares de produtividade vs. precipitação. A Produtividade Real (P_R) é a produtividade média observada nos

ensaios. Produtividade Atingível de Sequeiro (P_{AS}) foi estimada usando uma função de produtividade de fronteira (FPF) e determinada por uma regressão entre as maiores produtividades já observadas nos ensaios de TD e precipitação de safra (**Figura 3**) (Patrignani et al., 2014), onde, a Precipitação de Safra (PS) é a precipitação acumulada do plantio até a colheita de cada local/ano das estações INMET próximas aos ensaios.

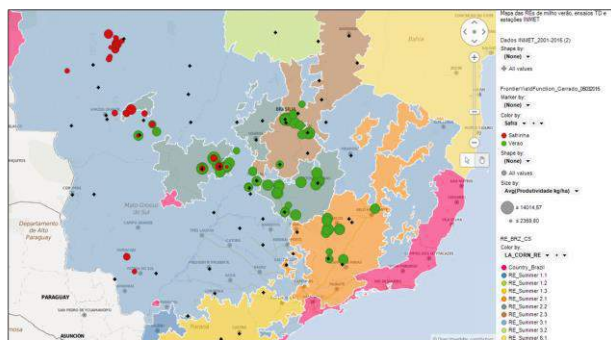


Figura 2. Ambientes regionais de milho verão, localização dos ensaios e estações INMET.

Yield Gap (YG) é definido como a diferença entre produtividade atingível e real ($YG = P_{AS} - P_R$). Enquanto a Eficiência Agrícola (EA) expressa pela relação entre P_R e P_{AS} e usado como um indicador de desenvolvimento agrícola regional e do nível tecnológico empregado nas culturas (Battisti et al., 2012).

Delineamento e análise estatística

Análises de regressão e distribuição foram usados para analisar a relações entre os dados de produtividade e precipitação, enquanto histogramas foram usados para determinar a frequência de ocorrência de precipitação nas safras de verão e safrinha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A P_{AS} é maior no verão comparado com a safrinha, no entanto, o YG na safrinha é menor (**Tabela 1**). As maiores produtividades registradas nos ensaios da série estudada foram observadas em Uberlândia no verão e em Sorriso na safrinha. Na safra de verão de 2010, com uma PS de 1489 mm foi registrada uma produtividade de 20904 kg ha⁻¹ em Uberlândia. Em 2013, uma produtividade de 14630 kg ha⁻¹ na safrinha de Sorriso foi obtida com uma PS de 1077 mm.

A $PS_{média}$ na safrinha para a região Centro-Oeste é de 558 mm e a P_R é de 6748 kg ha⁻¹. De acordo a

FPF, 558 mm de precipitação do plantio até a colheita na safrinha seria possível atingir uma produtividade de 11376 kg ha⁻¹ (**Figura 2**). Isso significa que o YG na safrinha é de 4228 kg ha⁻¹ com uma $PS_{média}$ de 558 mm e o potencial incremento da P_R é ~68%.

Tabela 1. Precipitação de safra, produtividade real, produtividade atingível de sequeiro, yield gap e eficiência agrícola de milho verão e safrinha no cerrado.

Safra	Regional Environment	n	Precipitação de Safra (mm)	Produtividade Real (kg/ha)	Produtividade Atingível (kg/ha)	Yield Gap	Eficiência Agrícola (%)
Safrinha	4.1	266	453	5362	9905	4542	54
	4.2	61	466	7055	10100	3045	70
	5.1	1782	607	7500	11479	3979	65
	5.2	3267	704	7075	12421	5346	57
Verão	2.1	1190	1247	11286	19741	8455	57
	2.2	2955	1352	11268	18342	7075	62
	2.3	4046	1129	12708	19029	6321	67
	3.1	1103	1134	9364	19141	9777	49
Safrinha		5376	558	6748	10976	4228	61
Verão		9294	1216	11156	19063	7907	59

Similarmente, no verão a $PS_{média}$ é de 1216 mm o suficiente para produzir 19063 kg ha⁻¹. No entanto, a P_R no ensaios de TD com PS de 1216 mm é de 11156 kg ha⁻¹ (7907 kg ha⁻¹ menor que a P_{AS}). É interessante notar que na safrinha a P_{AS} aumenta com o aumento da precipitação e no verão a FPF sugere que a P_{AS} diminui quando a precipitação de safra é maior que 1300 mm (**Figura 3**).

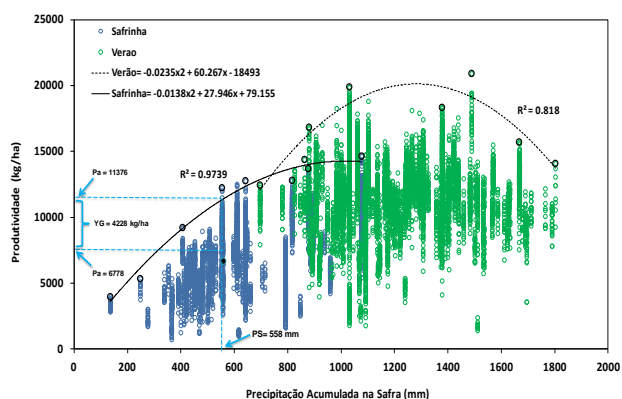


Figura 3. Relação entre produtividade e precipitação de safra (PS) e a Função de Produtividade de Fronteira usada para determinar a Produtividade Atingível de Sequeiro.

Geralmente, a PS varia entre 1200 e 1300 mm no verão (**Figura 4**), e chuva não parece ser um fator limitante de produtividade. Na safrinha, a PS varia entre 470 e 570 mm, teoricamente suficiente para produtividades >9600 kg ha⁻¹. No entanto, essa análise não considera a distribuição da precipitação ao longo da safra, assim, apesar da grande quantidade de chuva no verão, verânicos

são frequentes e podem causar redução expressiva da produtividade dependendo da fase de desenvolvimento do milho e magnitude do déficit hídrico. Na safrinha, grande parte das chuvas ocorrem no início da safra e as perdas de rendimento estão geralmente relacionadas ocorrência de déficit hídrico durante a fase reprodutiva.

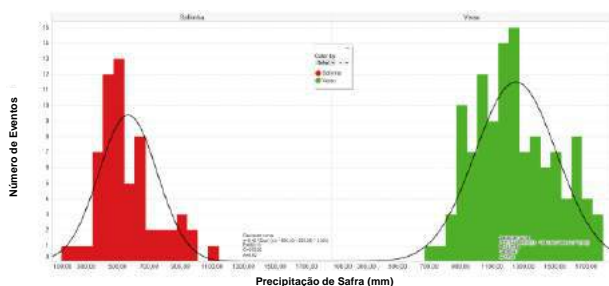


Figura 4. Histograma descrevendo a distribuição das quantidades de precipitação de safra de verão e safrinha para o cerrado.

Figura 4. Histograma com a distribuição das quantidade de precipitação de safra de verão e safrinha para o cerrado.

A P_R de milho no cerrado variou entre 49 e 70% da P_{AS} (Tabela 1). A EA sugere que a maior oportunidade de aumento de produtividade esta na RE 3.1, enquanto a RE 4.2 é a mais eficiente em relação à P_{AS} . Finalmente, a figura 5 mostra que a EA da região estudada aumentou ~37% nos últimos 12 anos.

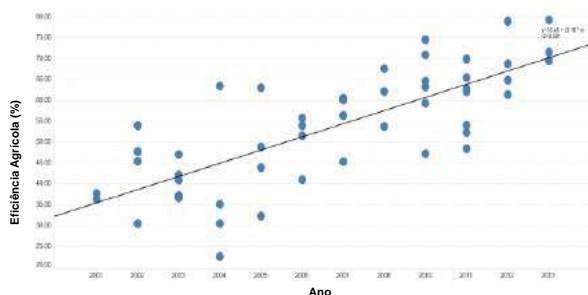


Figura 5. Eficiência agrícola média para a cultura do milho no cerrado de 2001 a 2013.

CONCLUSÕES

Em conclusão, esse estudo mostrou que no geral, a produtividade real representa 60% da produtividade atingível em sequeiro que é de 10976 kg ha⁻¹ na safrinha e de 19063 kg ha⁻¹ no verão. Essa metodologia permite identificar a responsividade das regiões produtoras à adoção de tecnologia, possibilitando priorizar e direcionar pesquisas e recomendações técnicas específicas para cada região.

REFERÊNCIAS

BATTISTI, R., ET AL. Eficiência agrícola da produção de soja, milho e trigo no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2008. *Ciência Rural* 42(1): 24-30. 2012

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 18 de maio de 2015.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. www.inmet.gov.br. Acesso em 18 de maio de 2015.

PATRIGNANI, A., ET AL. Yield gap and production gap of rainfed winter wheat in the Southern Great Plains." *Agronomy Journal* 106(4): 1329-1339. 2014



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Produtividade de cultivares crioulas e melhoradas de milho nas condições de Santa Maria, RS

Lúcio Gabriel Scheffel⁽¹⁾; Isabel Lago⁽²⁾; Nereu Augusto Streck⁽³⁾; Josana Andreia Langner⁽⁴⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽⁵⁾; Angelica Durigon⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Aluno de Graduação em Agronomia, Bolsista FIPE, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Santa Maria - RS; lucioscheffel@gmail.com; ^(2, 6) Professora, Departamento de Fitotecnia, UFSM; Santa Maria - RS; ⁽³⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, UFSM; ; Santa Maria - RS ^(4, 5) Aluna de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFSM; Santa Maria – RS.

RESUMO: A produtividade das culturas agrícolas está associada a interação dos fatores genéticos com os fatores ambientais. O objetivo deste trabalho foi comparar a produtividade de milho (*Zea mays* L.) de duas cultivares crioulas, uma cultivar melhorada de polinização aberta e um híbrido simples em dois anos agrícolas nas condições de Santa Maria, RS. Os experimentos de campo foram conduzidos no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria no ano 2013/2014 com duas datas de semeadura: 20/08/2013 e 04/11/2013, e no ano 2014/2015 nos dias: 15/08/2014 e 13/12/2014. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. Nas parcelas com as cultivares crioulas foram marcadas 45 plantas, nas melhoradas foram marcadas 15 plantas. O estágio de emergência (EM) é quando há 50% das plantas visíveis acima do solo. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1) e a maturidade fisiológica (R6). Após R6 as plantas foram colhidas para determinar produtividade da área útil, sendo esta depois transformada para hectares. Conclui-se que semeaduras mais cedo, nas quais a fase reprodutiva coincide com maior disponibilidade de radiação solar, atingem maior produtividade, e que as cultivares melhoradas apresentam maior produtividade que as cultivares crioulas.

Termos de indexação: *Zea mays* L., radiação solar, variabilidade genética.

muito importante na cadeia alimentar de humanos e animais sendo o grão mais produzido no mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor com cerca de 6,3% da produção mundial. No Rio Grande do Sul está presente em todos municípios tornando-se fonte de desenvolvimento e sustentabilidade para a agricultura familiar (EMATER,2016).

Uma das variáveis importantes na definição do rendimento final do milho é o tipo de cultivar. São utilizados principalmente dois tipos de cultivares: variedades de polinização aberta (VPA) e os híbridos, que podem ser simples, simples modificados, duplos e triplos. A escolha da cultivar está vinculada às práticas de manejo utilizadas, as quais dependem da capacidade de investimento do produtor (Sangoi et al., 2006).

As cultivares crioulas de milho, devido a grande variabilidade genética que apresentam são consideradas fontes potenciais de genes na busca por resistência, tolerância e ou maior eficiência em relação aos atuais e futuros estresses bióticos e abióticos (Machado et al., 2011). As cultivares melhoradas são aquelas desenvolvidas ou melhoradas por um programa formal de melhoramento genético (Morris et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi comparar a produtividade de duas cultivares crioulas de milho, uma cultivar melhorada de polinização aberta e um híbrido simples em duas épocas de semeadura no ano agrícola 2013/2014 e 2014/15 nas condições de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados neste estudo são provenientes de experimentos conduzidos em campo, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95 m). Os experimentos foram

INTRODUÇÃO

O milho é cultivado desde a latitude 58°N até 40°S, desenvolvendo-se desde o nível do mar até 3.800 m de altitude (Hallauer & Miranda Filho, 1988). Essa ampla faixa de cultivo torna a cultura

realizados em dois anos agrícolas: 2013/2014 e 2014/2015, em diferentes datas de semeadura. O solo do local é classificado como uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Argissolo Bruno Acinzentado Alítico úmbrico) (STRECK et al., 2008). O clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida), segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A correção do solo e a adubação foram realizadas conforme indicações para a cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada irrigação suplementar por gotejamento para evitar deficiência hídrica. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada repetição composta por cinco linhas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. No ano 2013/2014 foram realizadas semeaduras em 20/08/2013 e 04/11/2013, datas consideradas cedo e intermediária segundo o zoneamento da cultura do milho. Já no ano 2014/2015 foram realizadas semeaduras em 15/08/2014 e 13/12/2014. As cultivares utilizadas foram as crioulas 'Cinquentinha' (ciclo precoce) e 'Bico de ouro' (ciclo tardio), a melhorada (VPA) 'BRS Missões' (ciclo precoce) e o híbrido simples 'AS 1573PRO' (ciclo precoce).

A data de emergência (EM) foi delimitada quando 50% ou mais das plântulas da parcela estavam visíveis acima do nível do solo. Nas parcelas com as cultivares crioulas foram marcadas 45 plantas devido a sua maior variabilidade genética, enquanto que nas melhoradas foram marcadas 15 plantas, utilizando-se um arame colorido. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1), quando 50% ou mais das plantas de cada parcela estavam com os estigmas visíveis na espiga, e a maturidade fisiológica (R6) (Ritchie et al., 1993). O R6 nas plantas das cultivares crioulas foi considerado quando a folha da base da espiga estava 100% seca, e, nas melhoradas, quando a palha que recobria a espiga estava 100% seca, através da visualização da senescência total. Essa associação foi executada em plantas de bordadura que foram destruídas para observar a ocorrência do aparecimento do ponto escuro no grão.

A produtividade foi determinada através da colheita das espigas das plantas marcadas após terem completado o estágio R6. As espigas eram debulhadas manualmente, contava-se o número de grãos por espiga, e posteriormente uma amostra de

100 grãos por parcela era obtida para se determinar o peso da área útil de cada parcela. Esse valor foi extrapolado para produtividade em hectares.

Os dados diários de radiação solar global e temperatura mínima (Tmin) e máxima (Tmax) do ar foram coletados na estação automática do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (DISME/INMET), localizada a aproximadamente 100 m da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos agrícolas não foi verificada diferença significativa na produtividade para a interação dupla cultivar x época de semeadura (**Tabela 1**). Observou-se diferença significativa entre épocas de semeadura (letras maiúsculas na coluna) e entre as cultivares (letras minúsculas na linha) (**Tabela 1**).

No ano agrícola 2013/2014 verifica-se maior produtividade na semeadura de 20/08/2013 em relação à semeadura de 04/11/2013 (**Tabela 1**). Dentre as cultivares, a 'AS 1573PRO' apresentou maior produtividade, seguida pela cultivar 'BRS Missões', enquanto que as cultivares 'Cinquentinha' e 'Bico de Ouro' não diferiram entre si apresentando menor valor de produtividade (**Tabela 1**). No ano agrícola 2014/2015, verificou-se maior produtividade na semeadura de 13/12/2014 (**Tabela 1**). As cultivares 'AS 1573PRO' e 'BRS Planalto' não diferiram e apresentaram os maiores valores de produtividade, a 'Bico de ouro' não difere da "BRS Planalto", mas difere da 'Cinquentinha' (**Tabela 1**).

A maior produtividade observada na semeadura de 20/08/2013 do ano 2013/2014 ocorreu porque durante o período de desenvolvimento das plantas de milho (EM-R6) ocorreu adequada disponibilidade de radiação solar e a temperatura do ar foi mais próxima da temperatura ótima para o desenvolvimento do milho (30°C) (**Figura 1**). Na semeadura de 04/11/2013 deste mesmo ano, da metade do ciclo para o final, a disponibilidade de radiação solar diminuiu e as temperaturas máximas foram elevadas, o que pode ter causado estresse térmico nas plantas (aumento da respiração) (**Figura 1**). Já no ano 2014/2015 a produtividade foi menor na primeira data de semeadura (15/08/2014) pois a radiação solar disponível foi baixa e os valores de temperatura máxima foram elevados, enquanto que na semeadura de 13/12/2014 a disponibilidade de radiação foi mais alta e a temperatura do ar se mantém mais próxima da ótima (**Figura 1**).

As cultivares crioulas apresentaram menor produtividade que as cultivares melhoradas, nos dois anos agrícolas. No entanto, mesmo sendo

menos produtivas que as cultivares melhoradas, as cultivares crioulas apresentam como vantagem a autonomia ao produtor quanto a produção de sementes. Assim, essas cultivares são uma

alternativa, principalmente, em propriedades menos tecnificadas.

Tabela 1. Produtividade ($Mg\ ha^{-1}$) das cultivares de milho ‘Cinquentinha’, ‘Bico de ouro’, ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’ semeadas em 20/08/2013 e 04/11/2013 no ano agrícola 2013/2014, e em 15/08/2014 e 13/12/2014 no ano agrícola 2014/2015, nas condições de Santa Maria, RS.

Ano agrícola	Semeadura	Cultivares				Média
		‘Cinquentinha’	‘Bico de ouro’	‘BRS Missões’	‘AS 1573PRO’	
2013/2014	20/08/2013	6,2	7,8	10,2	11,7	9,2A *
	04/11/2013	5,5	5,3	7,4	8,9	6,8B
	Média	5,8c	6,5c	8,8b	10,5a	
2014/2015	15/08/2014	5,8	6,4	7,4	9,0	7,3B
	13/12/2014	6,2	7,5	9,2	10,1	8,2A
	Média	6,0c	7,0bc	8,6ab	9,5a	

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

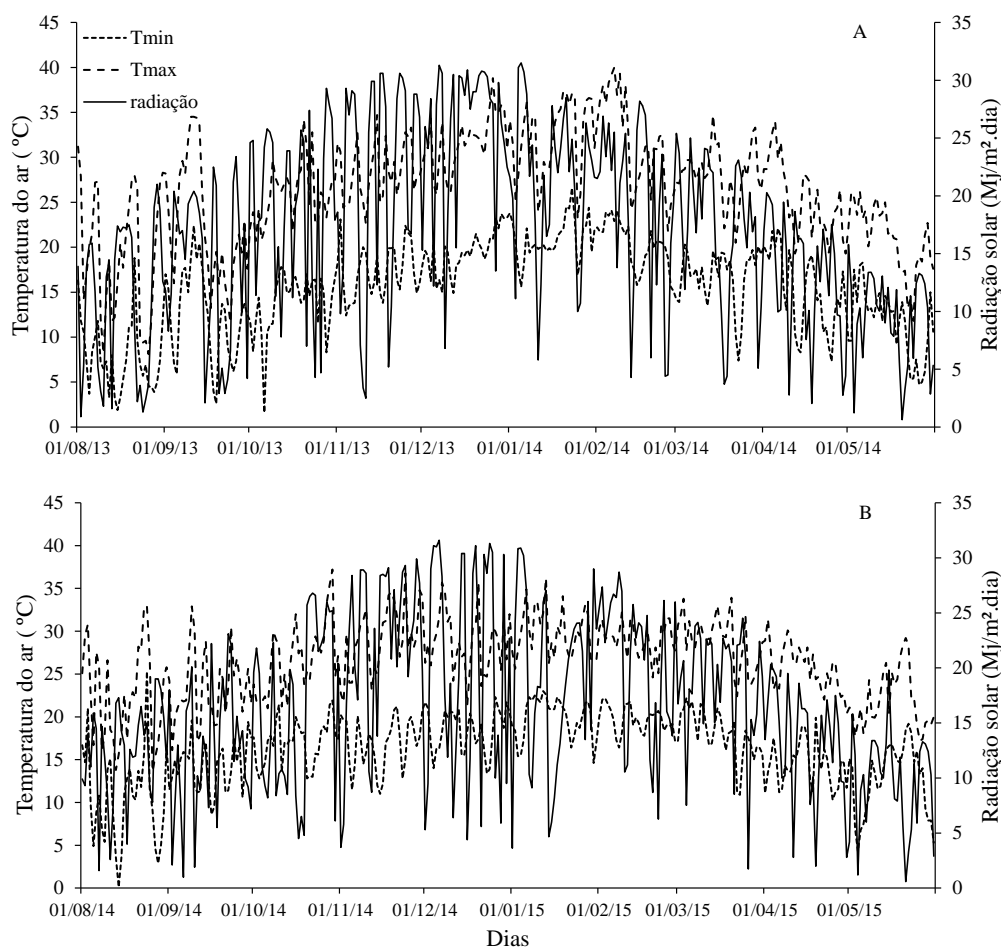


Figura 1. Radiação solar global média diária ($\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{dia}$), temperatura máxima e mínima do ar diárias (T_{max} e T_{min} , $^{\circ}\text{C}$) durante o ciclo de desenvolvimento das cultivares de milho ‘Cinquentinha’, ‘Bico de ouro’, ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’ em duas datas de semeadura no ano agrícola 2013/2014 (A) (20/08/2013 e 04/11/2013), e ano 2014/2015 (B) (15/08/2014 e 13/12/2014), nas condições de Santa Maria, RS.

CONCLUSÕES

A maior produtividade de grãos é observada quando a radiação solar disponível é elevada e a temperatura do ar está próxima da ótima para o desenvolvimento da cultura do milho durante o ciclo de desenvolvimento das plantas.

As cultivares melhoradas de milho testadas nesse estudo apresentam maior produtividades que as cultivares crioulas nos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 nas condições de Santa Maria, RS.

REFERÊNCIAS:

- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- EMATER/RS - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural/RS. Disponível em <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/milho.php#.V26gPbgrLIV>>. Acesso em 25 junho de 2016.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa University Press, 1988. 468p.
- MACHADO, A T.; MACHADO, C.T.T.; NASS, L.L. Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS. v. 6, n.1. p. 127-136, 2011.
- MORRIS, M.; MEKURIA, M.; GERPACIO, R. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: Everson, R. E.; Gullin, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact international agricultural research**. Wallingford, UK, 2003. Cap 7. P. 135-158.
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SANGOI, L. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.2, p. 218-231, 2006

Produtividade de grãos e características agronômicas do milho/capim-marandu/feijão-guandu adubados com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ em sistema de Integração Lavoura-Pecuária¹

Nídia Raquel Costa²; Carlos Alexandre Costa Crusciol³; Daniel Martins de Souza⁴; Marcelo Andreotti⁵; Vinicius Hideki Tada Perino⁶; João Pedro de Albuquerque⁶.

¹ Trabalho executado com recursos do Processo FAPESP nº 2014/21772-4

² Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu/SP. E-mail: nidiaarcosta@gmail.com;

³ Professor Titular - FCA/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu;

⁵ Professor Adjunto - FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁶ Graduandos em Agronomia – FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

RESUMO: Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) fundamentam-se, geralmente, na produção consorciada de culturas graníferas consorciadas com forrageiras tropicais. Dentre as modalidades de ILP, o Sistema Santa Brígida é a alternativa mais recente, e consiste no consórcio de culturas anuais com adubos verdes. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar as características agronômicas e a produtividade das culturas do milho, capim-marandu e feijão-guandu em consórcio triplo e adubadas com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ em cobertura no sistema de Integração Lavoura-Pecuária sob plantio direto (SPD), no ano agrícola 2015/2016, em Botucatu, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarin (*Cajanus cajan*). Avaliou-se os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho, assim como a altura de plantas do capim-marandu e do feijão-guandu em consórcio simultâneo com a cultura do milho. Constatou-se que o consórcio triplo milho/capim-marandu/feijão-guandu resultou em maior competição entre as culturas quando comparado ao consórcio milho/capim-marandu, tendo em vista os menores valores para os parâmetros avaliados na cultura do milho como EFP, NE, DBC e PG.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Urochloa brizantha*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

Como alternativa para recuperação das pastagens degradadas ou rotação de culturas em

áreas sob sistema plantio direto (SPD) com fertilidade do solo corrigida, iniciou-se o consórcio de culturas graníferas (milho, sorgo, milheto, arroz e soja) com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (MACEDO et al., 2009). Tal técnica antecipa a formação da pastagem para pastejo, silagem, silagem seguida de pastejo, fenação e, ainda formação de palhada para a continuidade do SPD.

Estes sistemas produtivos visam além da maior diversificação da atividade agrícola, a recuperação dos solos degradados ou em processo de degradação. Dentre as modalidades de ILP, o Sistema Santa Brígida é a alternativa mais recente, e consiste no consórcio de culturas anuais com adubos verdes como o feijão-guandú (*Cajanus cajan*) e a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) (OLIVEIRA et al., 2011). Estas espécies, em associação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N_2), proporcionam inúmeros benefícios ao ambiente de cultivo, uma vez que o N_2 fixado pode ser disponibilizado às culturas cultivadas na mesma área.

A utilização de forrageiras leguminosas em consórcio com o milho tem apresentado resultados produtivos positivos (OLIVEIRA et al., 2011). O objetivo é aumentar o aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N atmosférico, visto que sistemas de ILP ainda são limitados pela carência de N, com alta dependência do uso de adubo nitrogenado para o sucesso da produção (ROSOLEM et al., 2011). Quando no consórcio também se cultiva capim-marandu, o feijão-guandú ainda apresenta a vantagem de melhoria na qualidade das pastagens, com aumento do teor de proteína bruta (PB) na dieta dos animais, justamente no período seco do ano.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar

as características agronômicas e a produtividade das culturas do milho, capim-marandu e feijão-guandu no consórcio triplo e adubadas com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ em cobertura na Integração Lavoura- Pecuária sob plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP) no município de Botucatu, Estado de São Paulo (22°51'01"S e 48°25'28"W, com altitude de 777 metros), durante o ano agrícola 2015/2016. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2006), o solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

Em novembro de 2015, foi realizada a dessecação das plantas presentes na área experimental com a aplicação dos herbicidas Glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do equivalente ácido) e 2,4-D amine (670 g ha⁻¹ do equivalente ácido), utilizando um volume de pulverização de 200 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 24 repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu [syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu]) e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarim (*Cajanus cajan*), colhidos a 0,45 m em relação à superfície do solo, no estágio de ¼ de grão leitoso (grãos com 35% de umidade) para produção de silagem. Cada parcela foi constituída por 18 m de largura e 25 m de comprimento (450 m²).

O híbrido simples (HS) de milho 2B587 HX (precoce) foi semeado em 16/12/2015 a uma profundidade de 0,03 m, utilizando semeadora-adubadora para SPD dotada de mecanismo para abertura de sulco do tipo haste sulcadora, com densidade de 70.000 sementes ha⁻¹. No tratamento de milho + capim-marandu se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m. No tratamento de milho + capim-marandu + feijão-guandú também se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m e o feijão-guandú foi semeado nas entrelinhas do milho + capim-marandu na profundidade de 0,03 m, utilizando-se 10 sementes por metro

(aproximadamente 25 kg de sementes ha⁻¹). Os capins foram semeados na quantidade de 550 pontos de valor cultural (VC) ha⁻¹. As sementes de capim-marandu foram misturadas ao adubo minutos antes da semeadura, acondicionadas no compartimento de fertilizantes da semeadora-adubadora e depositadas na profundidade de 0,08 m. A adubação mineral nos sulcos de semeadura, constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16.

Quando as plantas de milho atingiram o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente expandidas), realizou-se a adubação mineral nitrogenada em cobertura aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N utilizando-se como fonte o sulfato de amônio enriquecido ($^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ tendo abundância isotópica de 3% em átomos de ¹⁵N somente no amônio.

As culturas utilizadas na presente pesquisa foram destinadas à produção de silagem, sendo a colheita das mesmas realizadas em 04/04/2016. Entretanto, momentos antes da colheita das culturas, foram determinados a população final de plantas (PFP) de milho por hectare e o número final de espigas (NE) por hectare, contando as plantas e as espigas em cinco linhas centrais espaçadas em 0,45 m com 5 m de comprimento por parcela (11,25 m²). Também foi mensurada a altura de plantas (ALTP) (milho, capim-marandu e feijão-guandu) e a altura de inserção da espiga principal (AIE) com régua graduada e o diâmetro basal de colmos (DBC) com paquímetro. Avaliou-se ainda a produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, colhendo-se todas as espigas contidas na área útil da parcela, sendo esta corrigida para o teor de 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste t LSD ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho foram influenciados significativamente em função do tipo de consórcio (com capim-marandu e com capim-marandu+feijão-guandu) (Tabela 1). Os maiores valores para estande final de plantas (EFP), e número de espigas (NE) por hectare foram verificados no consórcio do milho/capim-marandu. Em trabalho realizado por Costa et al. (2015), no mesmo local do presente estudo e avaliando os mesmos tratamentos no ano agrícola de 2014/2015, verificaram que o consórcio triplo do milho/capim-marandu/feijão-guandu apresentaram maiores valores para EFP, NE e para altura de inserção da

espiga principal (AIE), demonstrando desta forma o reduzido efeito da competição entre as espécies cultivadas simultaneamente sobre o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho.

Os resultados da presente pesquisa, em contrapartida, demonstram o contrário. Verificou-se que o consórcio triplo foi mais competitivo do que o consórcio do milho/capim-marandu. Tal fato provavelmente se deve a um possível aumento na competição entre as plantas por água, luz e nutrientes. Esta diferença entre anos agrícolas demonstram a importância de pesquisas de longa duração, uma vez que os fatores climáticos diferem de um ano para outro. Além disso, o consórcio triplo entre culturas ainda é uma prática recente, necessitando de maiores estudos a fim de se verificar qual o melhor espaçamento, melhor dose de nutrientes, população de plantas ideais, entre outros, para se consolidar esta tecnologia. Assim, nota-se a necessidade da realização mais pesquisas, para reduzir a intervenção de efeitos ambientais, e para proporcionar maior confiabilidade aos dados obtidos.

A produtividade de grãos do milho (PG) também foi influenciada em função do tipo de consórcio, em que os maiores valores foram proporcionados no cultivo do milho/capim-marandu, em que esta modalidade de cultivo produziu cerca de 2.000 kg ha⁻¹ a mais de grãos (Tabela 1). No entanto, salienta-se que mesmo havendo essa diferença em relação à PG devido à maior competição no consórcio triplo, comparado ao cultivo somente do milho e capim-marandu, os valores para PG são satisfatórios, estando muito acima da média nacional (CONAB, 2015). Tais resultados se devem ainda ao adequado fornecimento de nutrientes, principalmente o nitrogênio, proporcionando o bom desenvolvimento das plantas.

Cabe-se ressaltar que o consórcio do milho/capim-marandu/feijão-guandu pode trazer inúmeros benefícios aos sistemas produtivos, como a fixação biológica de N atmosférico, o que a longo prazo pode contribuir para a diminuição na utilização de fertilizantes nitrogenados, reduzindo ainda os custos de produção. Esta leguminosa pode melhorar ainda a qualidade nutricional da pastagem no período de entressafra, aumentando principalmente os teores de proteína bruta (PB) do alimento.

Apesar da diferença significativa entre os tratamentos para a maioria dos componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho, cabe ressaltar-se que os valores obtidos no consórcio triplo (milho/capim-marandu/feijão-guandu), são também satisfatórios (COSTA et al., 2015). Estes resultados demonstram a eficiência deste sistema produtivo com a inclusão de uma

leguminosa em cultivos consorciados na ILP, caracterizando-o como uma excelente opção em propriedades que buscam maior diversificação na atividade agrícola, além de maior sustentabilidade na produção, tendo em vista as melhorias na qualidade do solo e da pastagem na entressafra, o que pode ser proporcionado com a inclusão do feijão-guandu no sistema de produção.

CONCLUSÕES

O consórcio triplo do milho/capim-marandu/feijão-guandu resultou em maior competição entre as culturas quando comparado ao consórcio milho/capim-marandu, tendo em vista os menores valores para os parâmetros avaliados na cultura do milho como EFP, NE, DBC e PG.

Mais estudos devem ser realizados a fim de consolidar a tecnologia de consórcio triplo em sistemas integrados de produção agropecuária, a fim de validar o sistema.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão de bolsa de pós-doutorado à primeira autora e pelo apoio financeiro ao projeto (Processo nº 2014/21772-4).

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-118, maio 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 22 maio 2015.

COSTA, N.R.; CRUSCIOL, C.A.C.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C.M.; LONGHINI, V.Z.; de SOUZA, D.M. Características agronômicas e produtivas do milho/capim-marandu/feijão-guandu adubados com Nitrogênio (¹⁵NH₄)₂SO₄ na Integração Lavoura-Pecuária. **Anais... XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Natal/RN, 2015.

MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:133-146, 2009.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L. & SANTOS, D.C. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 1184-1192, 2011.



ROSOLEM, C.A.; SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. **Análise da situação geral.** In: SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A. & CRUSCIOL, C.A.C. (ed.). Integração lavoura-pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. p.103-104.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

Tabela 1. Componentes da produção e produtividade do milho e do capim-marandu cultivados em consórcio com ou sem feijão-guandú para silagem (ano agrícola 2015-2016). Botucatu, São Paulo.

Variável	Feijão-guandú		P>F [†]	CV (%) [‡]
	Com	Sem		
Milho				
EFP [§] (plantas ha ⁻¹)	66.943 b [*]	74.535 a	0,0006	15,65
NE (espigas ha ⁻¹)	73.949 b	82.468 a	0,0109	17,02
ALTP (m)	2,25 a	2,22 a	0,2557	2,72
AIE (m)	1,00 a	0,91 b	0,0015	6,46
DBC (mm)	18,2 b	19,6 a	0,0093	6,80
PG (kg ha ⁻¹)	11.688 b	13.697 a	0,0285	16,20
Capim-marandu				
Altura (m)	1,30 a	1,14 b	0,0036	9,83
Feijão-guandú				
Altura (m)	1,95	-	-	-

[‡]Coefficiente de Variação.

[§]EFP, NE, ALTP, AIE, DBC, PG: estande final de plantas, número de espigas por hectare, altura de plantas, altura de inserção da espiga principal, diâmetro basal de colmos, produtividade de grãos e produtividade de massa seca, respectivamente.

*Valores seguidos por letras distintas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t LSD.

Produtividade do Milho Safrinha em Função de Anos Consecutivos de Consórcio Milho-Braquiária

**Anna Luiza Farias dos Santos⁽¹⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽¹⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽¹⁾;
Ricardo Fachinelli⁽¹⁾; Ericksson Martins Leite⁽²⁾; Gessí Cecon⁽³⁾**

⁽¹⁾Mestrandos; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; annaluiza_di@hotmail.com; ⁽²⁾Estudante Pós-graduação; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; ⁽³⁾Analista; Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: O milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* é uma alternativa para aumentar a produção de palha, importante ferramenta no Sistema de Plantio Direto. Objetivou-se avaliar a produtividade do milho safrinha solteiro e consorciado com *B. ruziziensis* em função de anos consecutivos de consórcio milho-braquiária. O trabalho foi realizado na unidade da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã, MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e oito tratamentos. Os tratamentos foram estabelecidos de acordo com os anos de consórcio, sendo M4 (testemunha), M3C1, M2C2, M1C3, C4, C3M1, C2M2, C1M4, onde M representa anos com milho solteiro e C, anos com consórcio. Foram avaliados massa seca de resíduos de braquiária (MSRB), de milho (MSRM) e total (MSRB+M), número de plantas por hectare, massa de 100 grãos (M100) e produtividade. A análise de variância não detectou diferença significativa entre os tratamentos para MSRM, M100 e número de plantas por hectare, com médias de 2.746 kg ha⁻¹, 26,73 g e 48.680 plantas ha⁻¹, respectivamente. Os tratamentos com braquiária em 2014 apresentaram maior MSRB e MSRB+M em relação aos tratamentos sem a presença da braquiária, no mesmo ano. A maior produtividade foi observada no milho solteiro com presença de consórcio em 2011 (C1M3), não diferindo dos tratamentos consorciados C2M2, C3M1 e C4, porém sendo superior ao tratamento sempre solteiro (M4). O milho safrinha solteiro é mais produtivo quando cultivado após anos de consórcio milho-braquiária e quatro anos consecutivos de consórcio são suficientes para promover benefícios ao Sistema de Plantio Direto.

Termos de indexação: *Brachiaria ruziziensis*; cultivo consorciado; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A sucessão soja-milho safrinha em plantio direto é realizada com o menor revolvimento do solo e, por consequência mantém a palha na superfície, porém muitas vezes não é o suficiente para completa cobertura do solo. O milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* é uma alternativa para aumentar a produção de palha, que irá promover a manutenção da umidade e da matéria orgânica, protegendo o solo das condições ambientais adversas (Mechi et al., 2015).

O consórcio é estabelecido visando a otimização da área de cultivo, o aumento de produtividade das culturas, a melhoria das condições físico-hídricas do solo e a redução do custo de implantação das pastagens; além disso, o emprego de cultivos com diferentes potenciais de produção de cobertura e de raízes, também pode ser uma alternativa para melhorar a oferta de biomassa vegetal para o sistema de semeadura direta (Sereia, 2014).

Outro benefício importante oferecido por esse sistema de cultivo é a possibilidade de utilização da braquiária como pasto para alimentação animal, no período de pousio da área, o que permite ao produtor ter outra atividade como forma de renda (Duarte & Maria, 2013).

Para que o consórcio expresse seu máximo benefício, o manejo deve ser executado de forma que possibilite elevada produtividade, tanto do milho como da braquiária, atentando-se ao uso de herbicidas nas épocas e doses corretas, seja para o controle de plantas daninhas ou na supressão da própria forrageira.

Objetivou-se avaliar a produtividade do milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* em função de anos consecutivos de consórcio milho-braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Ponta Porã, MS, localizada nas coordenadas 22°25' S e 55°32' W, e altitude de 632 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura mista. O clima é Subtropical Úmido, segundo classificação de Köppen, do tipo Cfa (FIETZ et al., 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas de 20 x 15 m, com quatro repetições e oito tratamentos, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram estabelecidos de acordo com os anos de consórcio, sendo M4 (testemunha), M3C1, M2C2, M1C3, C4, C3M1, C2M2, C1M4, onde M representa anos com milho solteiro e C, anos com consórcio. No ano de 2014, quatro tratamentos apresentavam milho solteiro e quatro, milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, variando nos anos anteriores.

O milho e a braquiária sempre foram semeados durante a primeira semana de março, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 50 mil plantas ha⁻¹ de milho e 100 mil plantas ha⁻¹ de braquiária. Em todos os anos foi cultivado soja no verão.

A braquiária foi semeada sempre em área total, aplicando-se, nos tratamentos com milho solteiro, o herbicida glyphosate, para eliminá-la.

Foram avaliados massa seca de resíduos de braquiária (MSRB), de milho (MSRM) e total (MSRB+M), número de plantas por hectare, massa de 100 grãos (M100) e produtividade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não detectou diferença significativa entre os tratamentos para MSRM, M100 e número de plantas por hectare, com médias de 2.746 kg ha⁻¹, 26,73 g e 48.680 plantas ha⁻¹, respectivamente.

O fato de não haver diferença entre os tratamentos para MSRM evidenciam que a presença da braquiária não influenciou o desenvolvimento das plantas de milho.

Os tratamentos com braquiária em 2014 apresentaram maior MSRB e MSRB+M em relação aos tratamentos sem a presença da braquiária, no mesmo ano (**Tabela 1**). O aumento da palhada em cobertura, proporcionada pelo consórcio, promove melhorias nas condições físicas e químicas do solo, além de diminuir os riscos de perdas, devido às condições ambientais adversas (Richetti, 2013), e ainda protegem o solo contra erosões.

Tabela 1 – Massa seca de resíduo de braquiária e total em função dos anos consecutivos de consórcio.

Anos de Consórcio	MSRB (kg ha ⁻¹)	MSRM+B (kg ha ⁻¹)
0 (M4)	0 b	3.222 bc
2014 (M3C1)	4.724 a	7.623 abc
2013-14 (M2C2)	8.298 a	11.625 a
2012-14 (M1C3)	5.959 a	7.497 abc
2011-14 (C4)	5.647 a	8.589 ab
2011-13 (C3M1)	0 b	2.574 c
2011-12 (C2M2)	0 b	2.786 c
2011 C1M3	0 b	2.655 c
C.V.%	69,8	41,83

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior produtividade foi observada no milho solteiro após consórcio em 2011 (C1M3), não diferindo dos tratamentos consorciados em C2M2, C3M1 e C4, porém sendo superior ao tratamento sempre solteiro (M4) (**Tabela 2**). Esses resultados evidenciam que os benefícios do consórcio milho-braquiária podem ser notados, mesmo após três anos de seu cultivo.

Tabela 2 – Produtividade de milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis* em função dos anos consecutivos de consórcio.

Anos de consórcio	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0 (M4)	4.011 bcd
2014 (M3C1)	3.904 cd
2013-14 (M2C2)	3.763 d
2012-14 (M1C3)	4.022 bcd
2011-14 (C4)	4.271 abcd
2011-13 (C3M1)	4.580 ab
2011-12 (C2M2)	4.437 abc
2011 (C1M3)	4.799 a

C.V.%

5,99

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Com exceção do tratamento sempre consorciado (C4), os tratamentos com presença de braquiária em 2014 apresentaram menores médias de produtividade, igualando-se ao tratamento sem consórcio, por conta da competição com a braquiária. Porém, os benefícios acumulativos de quatro anos de consórcio neutralizam o efeito competitivo da braquiária sobre a produtividade do milho no ano de cultivo.

CONCLUSÕES

O milho safrinha solteiro é mais produtivo quando há presença de consórcio nos anos anteriores.

Quatro anos consecutivos de consórcio promovem benefícios ao sistema de cultivo, de tal forma que o milho consorciado tenha produtividade semelhante ao milho solteiro.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, UFGD e Capes.

REFERÊNCIAS

DUARTE, A. P.; MARIA, I. C. Culturas consorciadas, milho+*brachiaria*: investimento mínimo, máximo retorno. **A Lavoura**, São Paulo, ano 116, n. 697, p. 40-41, 2013.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM.

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. dos S.; MAKINO, P. A.; FACHINELLI, R.; CECCON, G. Produtividade do milho safrinha após anos de consórcio com *Brachiaria ruziziensis*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015.

RICHETTI, A. Viabilidade econômica da sucessão consórcio milho-braquiária/soja/milho safrinha. In: CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 165-175.

SEREIA, R. C. **Atributos físicos e químicos do solo sob cultivos de outono-inverno em sistema de semeadura direta**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Produtividade e Acúmulo de Nutrientes em Milho Safrinha em Quatro Épocas de Semeadura e Quatro Populações de Plantas

Anna Luiza Farias dos Santos⁽¹⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽¹⁾; Priscila Akemi Makino⁽¹⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽¹⁾; Valquiria Krolkowski⁽²⁾; Gessi Ceccon⁽³⁾.

⁽¹⁾Mestrandos; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; annaluiza_di@hotmail.com; ⁽²⁾Estudante Pós-graduação; Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul; ⁽³⁾Analista; Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: Na região Centro-oeste do Brasil a sucessão soja-milho safrinha é a principal fonte de renda dos produtores de grãos. Objetivou-se avaliar a produtividade e o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. O experimento foi realizado na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados-MS. O delineamento experimental foi DBC, em parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas as épocas de semeadura (20/01/2014, 07/02/2014, 28/02/2014 e 14/03/2014), nas subparcelas os híbridos (BRS 1010 e DKB 390 VT PRO2) e nas sub-subparcelas as populações de plantas (45, 55, 65 e 75 mil plantas ha⁻¹). Foram avaliados a produtividade de grãos e os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, as médias de épocas de semeadura e híbridos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias de população foram submetidas à análise de regressão ($P < 0,05$). De forma geral o híbrido BRS 1010 apresentou as maiores médias de produtividade e acúmulos de N, P, Mg, e S na folha. Com exceção do K, o aumento da população diminuiu o acúmulo de nutrientes nas folhas. A semeadura em 28 Fev e 14 Mar proporcionam maior acúmulo de N, P e S, e a semeadura em 20 Jan, K e Ca. A maior produtividade é alcançada quando se utiliza o híbrido BRS 1010, semeado em 20 Jan.

Termos de indexação: *Zea mays*; densidade populacional; análise foliar.

INTRODUÇÃO

Na região sul de Mato Grosso do Sul é comum na safra de inverno a adoção do cultivo de milho, dessa forma a sucessão soja-milho safrinha se tornou a principal fonte de renda dos produtores de

grãos. Porém durante o outono/inverno os riscos climáticos, como seca e geada, podem afetar diretamente a produtividade do milho.

Com isso é importante adotar técnicas que ajudem a escapar dos efeitos do clima, favoreçam a absorção de nutrientes e contribuam com o incremento da produtividade para garantir algum sucesso na produção, como a época de semeadura, o híbrido a ser utilizado e a população de plantas.

Objetivou-se avaliar a produtividade e o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas na safrinha em Dourados, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safrinha de 2014, na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, localizada nas coordenadas 22°13' S e 54°48' W. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico com textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013) e o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Tropical Monçônico, Am (FIETZ et al., 2013). Na **figura 1** consta a precipitação e temperaturas máxima e mínima durante o período de condução do experimento.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas sub-subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas as quatro épocas de semeadura (20/01/2014, 07/02/2014, 28/02/2014 e 14/03/2014), nas subparcelas os híbridos (BRS 1010 e DKB 390 VT PRO2) e nas sub-subparcelas as populações de plantas (45, 55, 65 e 75 mil plantas ha⁻¹). Cada parcela era composta por oito linhas de seis metros de comprimento, espaçadas a 0,50 m.

Quando 50% das plantas de milho apresentavam florescimento pleno foram coletadas amostras de folhas para análise química e após a

maturação foi avaliado o rendimento de grãos.

Foram avaliados a produtividade de grãos e os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas folhas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando detectado diferença significativa, as médias de épocas de semeadura e híbridos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias de população foram submetidas à análise de regressão, a 5% de probabilidade.

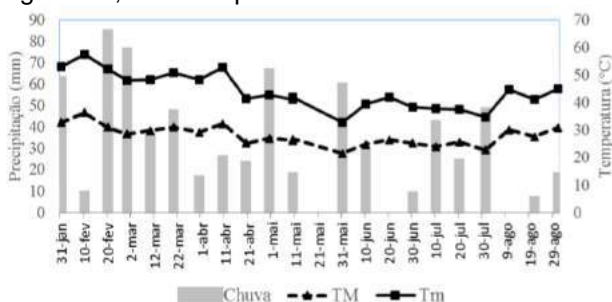


Figura 1. Precipitação e temperaturas máxima e mínima durante o período de 31 de janeiro a 29 de agosto de 2014. Dourados, MS, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância detectou diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, porém a produtividade de grãos, o acúmulo de Ca e Mg nas folhas não foram influenciados pela população de plantas.

Tabela 1 – Médias de produtividade de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Épocas	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Híbridos BRS 1010	Híbridos DKB 390
20 Jan	7.578 aA	5.970 bB
07 Fev	5.324 cB	6.802 aA
28 Fev	5.999 bA	5.296 cB
14 Mar	6.320 bA	5.975 bB
C.V.%	11,88	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De forma geral o híbrido BRS 1010 apresentou as maiores médias de produtividade e acúmulos de N e P na folha (**Tabela 1 e 2**), sendo sua maior produtividade quando semeado em 20 Jan. Já o híbrido DKB 390 VT PRO2 apresentou maior média

quando semeado em 07 Fev, superando apenas nessa época o híbrido BRS 1010.

Houve a tendência de diminuir o acúmulo de N nas folhas com o aumento da população, sendo que as duas últimas épocas de semeadura apresentaram as maiores médias (**Figura 1**).

A semeadura em 14 Mar proporcionou maiores acúmulos de P, porém para o híbrido DKB 390 VT PRO2 a primeira época de semeadura (20 Jan) se igualou estatisticamente a semeadura em 14 Mar (**Tabela 1**).

A influência da população sobre os teores de P ocorreu de forma isolada, sendo que a população de 55 mil plantas ha⁻¹ proporcionou o maior acúmulo de P nas folhas de milho, existindo redução das médias com o aumento das populações seguintes (**Figura 3**).

Tabela 2 – Médias dos teores de nitrogênio e fósforo nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Épocas	N (g kg ⁻¹)		P (g kg ⁻¹)	
	Híbridos BRS 1010	Híbridos DKB 390	Híbridos BRS 1010	Híbridos DKB 390
20 Jan	28,26 cA	28,08 cA	2,91 bA	2,94 aA
07 Fev	26,97 dA	25,75 dB	2,81 bA	2,49 bB
28 Fev	33,70 aA	29,87 bB	2,93 bA	2,34 bB
14 Mar	31,84 bA	30,93 aB	3,21 aA	2,98 aB
C.V. %	3,71		9,47	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

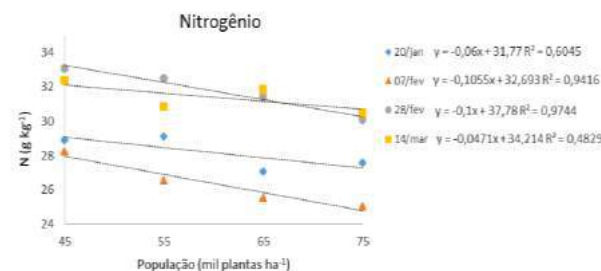


Figura 2. Médias dos teores de nitrogênio nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

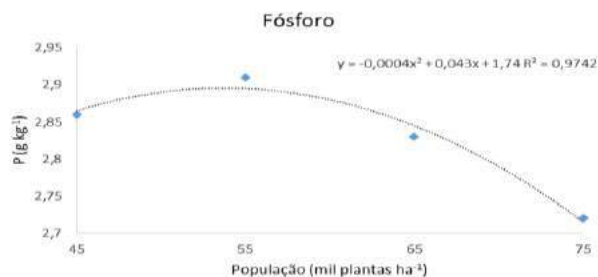


Figura 3. Médias dos teores de fósforo nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Os híbridos BRS 1010 e DKB 390 VT PRO2 apresentaram acúmulo semelhante de potássio e cálcio, se diferenciando apenas na última época (14 Mar) para K e na primeira época (20 Jan) para Ca (Tabela 2).

A semeadura em 20 Jan apresentou o maior acúmulo de K e Ca para ambos os híbridos, sendo o menor acúmulo de K para semeadura em 28 Fev e para Ca em 14 Mar.

Ao contrário dos outros nutrientes, o acúmulo de K aumentou com o aumento da população de plantas (Figura 5).

Tabela 3 – Médias dos teores de potássio e cálcio nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Épocas	K (g kg ⁻¹)		Ca (g kg ⁻¹)	
	Híbridos		Híbridos	
	BRS 1010	DKB 390	BRS 1010	DKB 390
20 Jan	27,12 aA	26,68 aA	4,87 aB	5,47 aA
07 Fev	24,75 bA	25,15 bA	4,78 aA	4,56 bA
28 Fev	22,81 cA	23,46 cA	4,27 bA	4,47 bA
14 Mar	24,15 bB	25,31 bA	2,82 cA	2,91 cA
C.V. %	3,97		9,5	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

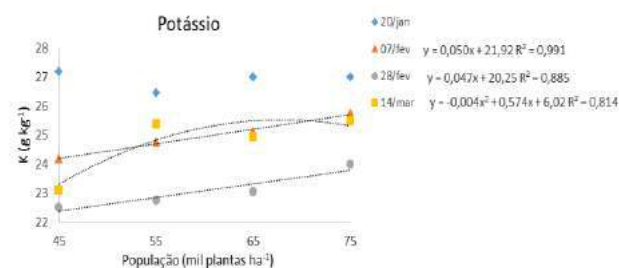


Figura 4. Médias dos teores de potássio nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

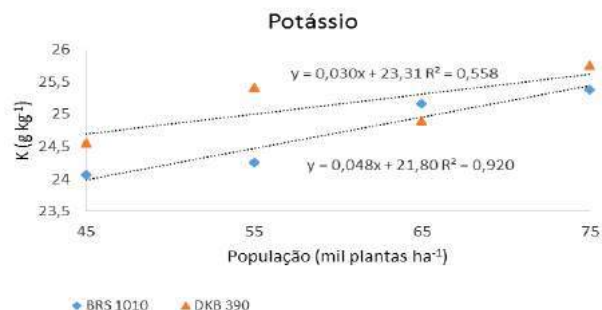


Figura 5. Médias dos teores de potássio nas folhas de dois híbridos, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Tabela 4 – Médias dos teores de magnésio e enxofre nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Épocas	Mg (g kg ⁻¹)		S (g kg ⁻¹)	
	Híbridos		Híbridos	
	BRS 1010	DKB 390	BRS 1010	DKB 390
20 Jan	1,64 bA	1,44 bB	1,43 bA	1,45 abA
07 Fev	2,06 aA	1,88 aB	1,41 bA	1,34 bA
28 Fev	1,62 bA	1,31 bB	1,75 aA	1,50 aB
14 Mar	1,61 bA	1,73 aA	1,07 cA	1,09 cA
C.V. %	12,3		10,03	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O híbrido BRS 1010 também apresentou maior acúmulo de Mg e S em relação ao híbrido DKB 390 VT PRO2, exceto na semeadura em 14 Mar, onde não houve diferença significativa entre híbridos para ambos os nutrientes (Tabela 4).

As semeaduras em 07 Fev e 14 Mar proporcionaram maior acúmulo de Mg e as semeaduras em 20 Jan e 14 Mar, o acúmulo de S. Em relação a população houve decréscimo no acúmulo de S conforme aumentou-se a população de plantas (Figura 6).

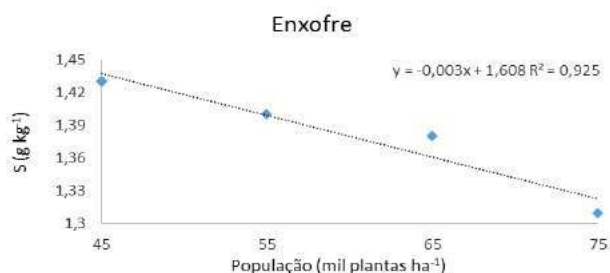


Figura 6. Médias dos teores de enxofre nas folhas de dois híbridos de milho, cultivados em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2016.

Na semeadura em 07 Fev houve baixa ocorrência de chuvas em duas fases do desenvolvimento do milho, na emergência e no florescimento. O híbrido DKB 390 VT PRO2 se mostrou mais tolerante a esse déficit hídrico, já que apresentou maior produtividade nessa época. Sendo também a época de semeadura que proporcionou o menor acúmulo de N em ambos os híbridos.

CONCLUSÕES

A semeadura em 28 Fev e 14 Mar proporcionam maior acúmulo de N, P, Mg e S e a semeadura em 20 Jan maior acúmulo de K e Ca.

Com exceção do K, o aumento da população diminui o acúmulo de nutrientes nas folhas do milho.

A maior produtividade é obtida quando se utiliza o híbrido BRS 1010, semeado em 20 Jan. Quando a semeadura for realizada em 07 Fev, recomenda-se o híbrido DKB 390 VT PRO2.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA, UFGD E CAPES.

REFERÊNCIAS

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. In: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA CONBEA, 2013. **Anais...** Fortaleza, 2013. CD-ROM.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353.

Produtividade e teor de Açúcar em Genótipos de Sorgo Sacarino, em Dourados, MS.

Luan Marlon Ribeiro⁽¹⁾; Ana Luiza Farias dos Santos⁽¹⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽¹⁾; Priscila Akemi Makino⁽²⁾; Ericksson Martins Leite⁽³⁾; Gessi Ceccon⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, luanmarlon@hotmail.com; ⁽²⁾Doutoranda em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; ⁽³⁾Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS; ⁽⁴⁾Analista-pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

RESUMO: O Brasil vem se destacando em produção de biocombustíveis a partir de fontes renováveis. Uma dessas fontes é o sorgo, apresentando vantagens no manejo como cultivo na entressafra da cana-de-açúcar. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de massa e teor de açúcar em genótipos de sorgo sacarino. O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, em solo Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa. Foram avaliados 25 genótipos em blocos ao acaso com três repetições. As parcelas continham 4 linhas de 5 m, e 0,5 m, entre si. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os genótipos avaliados não apresentaram diferenças significativas entre si para: teor de massa seca de folhas (25,5%), teor de massa seca de panículas (56,6%), rendimento de massa seca de folhas (3.449 kg ha⁻¹), rendimento de massa seca de colmos (24.001 kg ha⁻¹), rendimento de massa seca de panículas (1.066 kg ha⁻¹), porcentagem de folha (14,3%), porcentagem de colmo (83,6%), porcentagem de panícula (2,0%), rendimento de folha (13.514 kg ha⁻¹) e rendimento de caldo (55.263 kg ha⁻¹). Os genótipos diferiram entre si para ciclo, altura de plantas, rendimento de massa verde total, rendimento de massa de colmos, rendimento de panículas e teor de açúcar no caldo para conversão de energia. Destacam-se os genótipos 201543B006, 201543B010, 201543B019 e CMSXS 646, que apresentaram maiores concentrações de Brix e rendimento de açúcar, demonstrando melhor desempenho nas condições edafoclimáticas de Dourados.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L, rendimento, cultivares.

INTRODUÇÃO

O aumento na demanda de petróleo junto aos custos do petróleo e também as questões ambientais, induz a busca por novas tecnologias a partir de fontes renováveis (Zanatto et al., 2014). Com isso o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) vem se mostrando uma cultura importante pela sua versatilidade na produção de etanol e na extração de açúcar, além do destaque pelas características de ciclo curto, cultivo mecanizado e altos teores de açúcares (Parrella et al., 2010).

O sorgo sacarino possui vantagens em relação as outras culturas energéticas de ciclo anual, em termos de clima e solo, possibilitando sua ocupação em espaços de entressafra da cana-de-açúcar, em um período anual completo para a produção de etanol (Bye et al., 1993).

No Brasil, o sorgo ocupa uma área de 695,2 mil ha, com uma produtividade média de 2.673 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Essa produtividade pode ser maior, em virtude das características edafoclimáticas que o país possui.

No entanto, estudos se fazem necessários para determinar melhores genótipos e as melhores condições para o cultivo, permitindo aumentar a demanda e oferta de combustíveis renováveis (Moreira et al., 2013).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade de massa e o teor de açúcar total em genótipos de sorgo sacarino, em Dourados, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, localizada nas coordenadas 22°17' S e 54°48' W a 380 m de altitude, em solo Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa. O clima da região, conforme Köppen, é classificado como Am, com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados 25

genótipos de sorgo sacarino, sendo três cultivares comerciais, oriundos da Embrapa Milho e Sorgo. As parcelas continham quatro linhas de cinco metros, espaçadas de 0,50 m entre si.

A semeadura foi realizada em 09/12/15, em sistema plantio direto em sucessão ao feijão-caupi.

A adubação constou de 200 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20 na semeadura.

A emergência das plantas foi verificada em 15/12/15 e a colheita manual das amostras realizada em 16/03/2016.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a dessecação pré-plantio na dose de 1,08 L ha⁻¹ de equivalente ácido de *glyphosate*, e mais uma aplicação de atrazine na dose de 1,5 L ha⁻¹ aos 20 dias após a emergência da cultura.

O controle de insetos-praga foi realizado mediante a aplicação de inseticida Tiametoxam+ Lambda-Cialotrina (21,1 + 15,9 g ha⁻¹) aos dez dias após a emergência do sorgo.

Foram avaliadas características agrônomicas de produtividade de biomassa, cortando-se as plantas em duas linhas centrais de dois metros. Retirou-se uma subamostra de cinco plantas para separação de folhas, colmos e panículas, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C para determinação do teor e rendimento de massa seca, total e das partes da planta.

O rendimento de caldo foi calculado pela diferença entre o rendimento de massa verde e de massa seca. A concentração de sólidos solúveis totais (grau Brix) foi avaliada dos colmos, utilizando Refratômetro Digital Portátil com escala da 0 a 45% de grau Brix em três subamostras por parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou efeito significativo entre genótipos para; dias de emergência a floração (DEF), altura de plantas, rendimento de massa verde total, de colmo, de panícula, rendimento de açúcar e grau Brix.

As demais variáveis não apresentaram diferença significativa entre os genótipos, com média de 25,5% de massa seca nas folhas e 56,6% de massa seca nas panículas. Rendimento médio de 13.514 kg ha⁻¹ de massa verde de folhas, 79.264 kg ha⁻¹ de massa verde de colmo e 1.907 kg ha⁻¹ de panícula. A composição da planta estava com 14,3% de folhas, 83,6% de colmo e 2,0% de panícula. O rendimento médio de massa seca de folhas foi de 3.449 kg ha⁻¹ e 55.263 kg ha⁻¹ de caldo.

Para dias de emergência a floração os genótipos foram separados em dois grupos, sendo o grupo de menor período à floração composto por dois genótipos (201543B015 e CMSXS647) e os três cultivares (BRS 511, CV198 e BRS 508) (Tabela 1).

A maior altura de plantas foi superior verificada nos genótipos 2015433B008, 201543B001, 201543B002, 201543B007, 201543B009, 201543B010, 201543B012, 201543B020, CMSXS 646 e 201543B011; e nos cultivares CV 198 e BRS 508. A maior altura de plantas nesses quatro genótipos (201543B007, 201543B010, CMSXS 646 e CV 198) pode ter influenciado no rendimento de massa verde total, de colmos e de açúcar, onde também foram superiores em comparação aos outros genótipos.

O rendimento de colmo apresentou dois grupos, com dez genótipos no grupo superior e quinze no grupo inferior.

Para Bernardino et al. (2012), genótipos de sorgo sacarino que apresentam maiores teores de massa verde total e de colmo, também apresentam menores teores de lignina, o que é relevante, já que isso significa uma maior fonte de matéria prima para a produção de etanol de segunda geração.

Com relação ao rendimento de panícula, somente o genótipo CV 198 apresentou maior rendimento, com média de 3.846 kg ha⁻¹.

O rendimento de açúcar foi superior nos genótipos 201543B005, 201543B006, 201543B007, 201543B010, 201543B019 e CMSXS 646. Isso pode ter sido influenciado pelo rendimento de massa verde total e rendimento de colmo, onde estes também foram superiores.

A concentração de sólidos solúveis totais (grau Brix) medido na parte mediana dos colmos foi maior nos genótipos 201543B019 (17,6%), 201543B010 (17,2%), 201543B011 (17,1%), CMSXS 646 (16,8%), 201543B012 (16,3%), 201543B015 (16,3%), BRS 508 (16,3%) e 201543B006 (15,6%). Em condições semelhantes a este trabalho, Ribeiro et al. (2014), encontraram valores superiores de grau Brix no genótipo CMSXS 646.

Genótipos superiores em características como rendimento massa verde total, de colmo, açúcar e grau Brix, devem ser priorizados no processo de seleção, pois tendem a produzir mais etanol e açúcar quando comparado aos outros materiais (Zanatto et al., 2014).

Os genótipos 201543B003, 201543B013, 201543B014, 201543B017 e 201543B018 apresentaram os menores valores em todas as variáveis analisadas.

CONCLUSÕES

Todos os genótipos avaliados apresentam potencial para a produção de caldo ($55.263 \text{ kg ha}^{-1}$) e que consequentemente conversão de energia.

Os genótipos 201543B006, 201543B010 e CMSXS 646 apresentam maior rendimento de colmos, concentração e rendimento de açúcar, demonstrando melhor desempenho para as condições edafoclimáticas de Dourados.

REFERÊNCIAS

BERNARDINO, K. C.; SOUZA, V. F.; CARVALHO JUNIOR, G. A.; MOURÃO, C. S.; SILVA, K. J.; SANTOS, C. V.; COSTA, R. K.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. **Caracterização de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol de primeira e segunda geração.** In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Agosto, 2012. Águas de Lindóia, SP.

BYE, P.; MEUNIER, A.; MUCHNIK, J. As inovações açucareiras: permanência e diversidade de paradigmas, **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n.1/3, p. 35-52, 1993.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_24_11_44_50_perspectivas_agropecuaria_2015-16_-_produtos_verao.pdf>. Acesso em: 23 de maio 2016.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM; CONBEA 2013.

MOREIRA, L. R.; ERVILHA, J. D. C.; COUTINHO, P. H.; VIDIGAL, J. G.; OGLIARI, J.; MIRANDA, G. V.; e PEREIRA, L. F. Caracterização fisiológica de sorgo sacarino em diferentes intensidades de irrigação. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes/ RJ, v.15, n. 2, p. 39-48, maio/ago., 2013.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; ROBERT, E. S. R. E. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol.** In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Agosto, 2010. Goiânia, GO.

RIBEIRO, L. M.; CECCON, G.; VERONEZI, S. D. F.; PRATA, J. J. T. M.; FLAUZINO, D. S.; MAKINO, P. A. **Produtividade de massa e açúcar em genótipos de sorgo sacarino em Dourados, MS.** In: XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Agosto, 2014. Salvador, BA.

ZANATTO, I. B.; TARDIN, F. D.; BOTELHO, F. B. S.; PARRELLA, R. A. C.; MENDES, B. L.; SILVA, A. F. **Avaliação do comportamento de genótipos de sorgo sacarino cultivados em Sinop, Mato Grosso.** In: XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Agosto, 2014. Salvador, BA.

Tabela 1. Dias de emergência a floração (DEF), altura de plantas (AP): rendimento de massa verde total (RMVT), rendimento de colmo (R-Colmo), rendimento de panícula (R-Panícula), rendimento de açúcar (R-Açúcar) e teor de açúcar no caldo (^oBrix). Dourados, MS, 2015/16.

Genótipos	DEF		AP		RMVT	R - colmo		R - panícula		R - açúcar		°Brix%		
	(dias)		(m)											
201543B008	64,6	b	2,8	a	95.926	a	80.061	b	1.235	c	8.899	b	15,5	a
201543B001	66,3	b	2,7	a	90.600	b	74.810	b	2.003	c	6.840	b	12,8	b
201543B016	66,3	b	2,5	b	87.486	b	73.437	b	1.548	c	8.618	b	16,7	a
201543B002	68,0	b	2,7	a	85.526	b	72.537	b	1.723	c	7.301	b	15,1	b
201543B003	68,0	b	2,5	b	92.353	b	77.175	b	1.868	c	7.485	b	14,3	b
201543B005	68,0	b	2,5	b	122.400	a	103.444	a	2.611	b	9.928	a	14,9	b
201543B006	68,0	b	2,6	b	109.840	a	92.698	a	2.415	b	11.070	a	15,6	a
201543B007	68,0	b	2,7	a	111.560	a	95.301	a	1.796	c	10.138	a	14,6	b
201543B009	68,0	b	2,7	a	97.380	a	81.690	a	2.021	c	8.671	b	14,7	b
201543B010	68,0	b	2,7	a	104.233	a	87.151	a	2.079	c	10.602	a	17,2	a
201543B013	68,0	b	2,4	b	77.933	b	65.221	b	1.908	c	7.039	b	14,0	b
201543B019	68,0	b	2,6	b	96.106	a	79.662	b	1.980	c	10.464	a	17,6	a
201543B012	72,3	b	2,7	a	80.873	b	67.616	b	1.081	c	7.778	b	16,3	a
201543B014	72,3	b	2,5	b	89.266	b	74.162	b	1.871	c	7.499	b	14,3	b
201543B017	72,3	b	2,5	b	87.486	b	73.624	b	2.092	c	7.894	b	13,7	b
201543B018	72,3	b	2,5	b	81.486	b	69.807	b	1.633	c	6.746	b	13,9	b
201543B020	72,3	b	2,7	a	105.233	a	82.929	a	2.523	b	8.175	b	15,2	b
CMSXS 646	72,3	b	2,6	a	113.293	a	95.697	a	1.496	c	11.618	a	16,8	a
201543B004	74,3	b	2,4	b	106.740	a	91.327	a	1.979	c	8.145	b	14,7	b
201543B011	74,3	b	2,7	a	85.406	b	71.365	b	1.540	c	7.472	b	17,1	a
201543B015	76,6	a	2,3	b	89.306	b	74.437	b	1.808	c	7.722	b	16,3	a
CMSXS647	76,6	a	2,5	b	98.153	a	83.370	a	2.029	c	6.509	b	11,2	b
BRS 511	81,0	a	2,5	b	76.340	b	62.852	b	1.363	c	6.203	b	13,7	b
CV198	83,0	a	2,9	a	105.500	a	87.671	a	3.846	a	9.011	b	14,2	b
BRS 508	87,0	a	2,7	a	76.740	b	63.566	b	1.230	c	7.426	b	16,3	a
Média Geral	71,8		2,6		94.686		79.264		1.907		8.370		15,1	
C.V.%	7,4		4,0		15,2		15,8		28,5		22,5		10,5	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Qualidade de Grãos de Milho produzidos em Sistema Orgânico.

Bruna Cavinatti Martin⁽¹⁾; Otavio Duarte Giunti⁽²⁾; Emmanuélly Maria de Souza Fernandes⁽³⁾; Odila Lourenço⁽⁴⁾; Ariana Vieira Silva⁽⁵⁾; Anastácia Fontanetti⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Federal de São Carlos; Araras, SP; bru_cavinatti@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Instituto Federal do Sul de Minas Gerais; ⁽³⁾ Estudante de Agroecologia; Universidade Federal de São Carlos; ⁽⁴⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Federal de São Carlos; ⁽⁵⁾ Professora; Instituto Federal do Sul de Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Professora; Universidade Federal de São Carlos.

RESUMO: A reduzida oferta e a baixa qualidade dos grãos de milho orgânico têm prejudicado os sistemas orgânicos de criação animal. Objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de grãos de sete cultivares de milho, produzidos em duas localidades distintas no sistema orgânico. O experimento foi instalado em Araras, SP, 630 m altitude e em Muzambinho, MG, 1100 m altitude, no ano agrícola de 2014/2015. As variedades comerciais de milho testadas foram Al-Bandeirante, Al-Avaré, Al-Piratininga, CATI-Verde e UFV-Soberano e duas variedades crioulas, denominadas Santa Rita 1 e Santa Rita 2. Avaliaram-se a incidência e severidade das doenças de espigas, infestação por caruncho e os teores de massa seca, matéria mineral, extrato etéreo e proteína bruta, na colheita e após 60 dias de armazenamento. A maior incidência de doenças de espigas ocorreu no município de Araras, provavelmente em função da maior precipitação pluviométrica na época de maturação e colheita dos grãos. As cultivares de grãos tipo duro (UFV Soberano, Santa Rita 1 e Santa Rita 2) apresentaram menor infestação por caruncho. Os teores de massa seca, matéria mineral e extrato etéreo dos grãos de milho não variam em função dos cultivares, do local de produção e do período de armazenamento. Ao contrário os maiores teores de proteína bruta foram encontrados nos grãos de milho cultivados em Muzambinho.

Termos de indexação: altitude, armazenamento, genótipos.

INTRODUÇÃO

A produção de milho orgânico, ainda é insuficiente para atender as demandas das cadeias produtivas de carnes, leites e ovos. Fato que eleva

os valores pagos pela ração orgânica (Demattê Filho et al., 2005) e onera os custos de produção. Outra dificuldade apontada, diz respeito à baixa qualidade dos grãos de milho advindos do sistema orgânico, principalmente após armazenamento, o que acarreta baixa eficiência produtiva.

As características químicas dos grãos de milho como a proteína bruta, lipídios, minerais, carboidratos e fibras em detergente neutro determinam a qualidade dos grãos. As reduções desses componentes durante o período de armazenamento resultam em perdas de material orgânico, do peso volumétrico, da matéria seca, bem como do valor comercial e nutricional do milho (Gutkoski et al., 2009).

A perda da qualidade dos grãos pode iniciar-se no campo (Santos & Foster, 1981). A colheita tardia aumenta a exposição das espigas às variações climáticas que podem gerar trincas nos grãos, propiciando a contaminação por fungos e caruncho (*Sitophilus* sp). As características climáticas do local de cultivo podem ainda contribuir para o desenvolvimento das doenças de espigas. E por fim, o tipo de grão (duro, dentado e farináceo) influencia na qualidade, principalmente durante o armazenamento (Paes, 2006).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade pós-colheita de grãos advindos de sete variedades de milho, sendo cinco comerciais e duas crioulas, cultivadas em duas localidades distintas no sistema orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2014/2015 foram instaladas duas unidades experimentais conduzidas em sistema orgânico nos municípios de Araras, SP, 630 m de altitude e Muzambinho, MG, 1100 m de altitude. Os

tratamentos consistiram em cinco variedades comerciais de milho (Al-Bandeirante, Al-Avaré, Al-Piratinga, CATI-Verde e UFV-Soberano) e duas variedades crioulas, denominadas Santa Rita 1 e Santa Rita 2, cedidas por produtor rural do município de Santa Rita de Caldas, MG.

A parcela experimental foi formada por 8 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas, entre si a 0,8 m. Sendo as avaliações realizadas nas três linhas centrais, descartando 0,5 m do início e do fim de cada linha. A população de milho foi de 60.000 plantas por hectare e para a adubação de plantio utilizou-se, nas duas localidades, 10,0 t ha⁻¹, em peso seco e com respectiva correção de umidade, do composto Visafertil Orgânico®, contendo 1,30% de N; 3,13% de P₂O₅; 1,62% de K₂O; 11,11% de CaO; 0,98% de MgO; 1,50% de SO₄; 69,2 ppm de Cu; 561,4 ppm de Fe; 511,2 ppm de Mn; 766,0 ppm de Zn; 37,40% de umidade e pH de 8,0.

Foram avaliadas a incidência e a severidade das doenças de espigas: podridão branca (*Stenocarpela maydis* e *Stenocarpela macrospora*), e podridão rosada (*Fusarium subglutinans*), nesse trabalho, denominadas podridão total de espigas. Para a incidência utilizaram-se todas as espigas de cada parcela e contou-se o número de espigas com sintomas de podridão, os resultados foram expressos em porcentagem em relação ao número total de espigas colhidas por parcela. Para a avaliação da severidade foram selecionadas, ao acaso, 10 espigas por parcela, e as mesmas foram classificadas de acordo com a escala diagramática proposta por Azevedo & Leite (1995).

Para a análise bromatológica, após a colheita, os grãos foram secos em temperatura ambiente, até atingirem 13% de umidade, em seguida os grãos das quatro repetições por tratamento do experimento do campo foram homogeneizados e armazenados em sacos de ráfia na quantidade de 5 kg para cada variedade e local de produção. Os sacos foram mantidos em local limpo, seco e arejado. Esses foram amostrados imediatamente ao armazenamento e 60 dias após, retirando em cada época 1 kg de grãos por variedade e local de produção.

A análises foram realizadas em triplicatas e para os teores de matéria seca, lipídios totais (extrato etéreo), e matéria mineral seguiram-se o método do Instituto Adolfo Lutz (1985). Para o itrogênio total utilizou-se o método de Kjeldahl (AOAC, 1990) e para a conversão em proteína bruta utilizou-se o fator 5,95 (FAO, 1970).

Para análise de grãos infestados por carunchos (*Sitophilus* sp), após 60 dias de armazenamento foram retiradas duas amostras de 100 grãos de cada variedade e local, com quatro

repetições. As amostras foram imersas em água por 48 horas e posteriormente seccionadas e avaliadas, sendo considerados grãos infestados aqueles com a presença de ovo, larva, pupa, inseto adulto ou algum orifício no qual o inseto possa ter saído (BRASIL, 2009), para as análises utilizou-se a média das duas amostras.

Para os dados de incidência e severidade das doenças de espigas, utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 7, com quatro repetições. Dois locais (Araras e Muzambinho) e sete variedades de milho. Os dados, após transformação utilizando-se a expressão $\sqrt{x + 1}$, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para os dados da infestação por caruncho, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados, após transformação (\sqrt{x}), foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os dados bromatológicos são originários da média de três amostras por cultivar e local de armazenamento e não foram submetidos à análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável incidência de doenças de espigas, a análise de variância revelou efeito significativo apenas do local de cultivo, e não houve diferença entre os cultivares de milho avaliados. A maior incidência das doenças de espigas ocorreu no município de Araras 71,96%, enquanto Muzambinho apresentou 65,71% (P<0,05). Esse resultado, provavelmente está relacionado com a precipitação pluviométrica em Araras nos estádios fenológicos R1 e R6 do milho, superior ao município de Muzambinho (Giunti, 2016). Elevadas temperaturas e precipitação pluviométrica na maturação dos grãos favorece a incidência das doenças de espigas (Costa et al., 2009; Sangoi et al., 2000).

Para a severidade das doenças de espigas a análise de variância não revelou efeito significativo para os fatores avaliados. A severidade das doenças de espiga variou entre as notas 1 e 2, ou seja, entre 1 e 10% dos grãos da espiga com sintomas das doenças (Azevedo & Leite, 1995). Ressalta-se que o nível de incidência tolerável pela agroindústria é de até 6% de grãos ardidos por lotes comerciais (Pinto et al., 2007).

Para a infestação por caruncho a análise de variância revelou efeito significativo, independente, do local e das variedades de milho. Os grãos colhidos em Muzambinho apresentaram maior

infestação por caruncho, média de 5,44 contra 2,01 para Araras ($P < 0,05$).

As variedades Al-Avaré, Al-Bandeirante, Al-Piratininga e Cati-Verde, apresentaram os maiores valores de infestação de caruncho, independente do local. Essas cultivares apresentam grãos tipo semi-duro, semi-dentado e dentado, respectivamente. As variedades-UFV Soberano e as duas crioulas Santa Rita 1 e Santa Rita 2, por apresentarem grãos tipo duro, tiveram por sua vez, menor infestação (Figura 1).

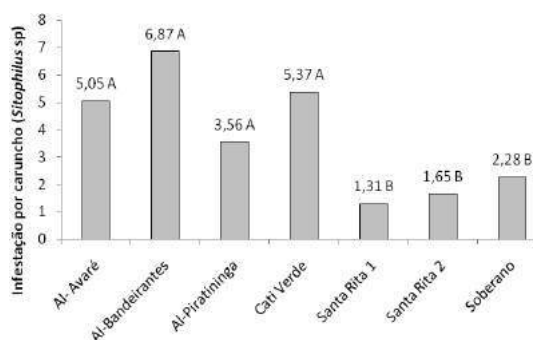


Figura 1. Infestação por caruncho dos grãos de milho após 60 dias de armazenamento. Araras (SP)/Muzambinho (MG), 2014/2015.

A análise bromatológica dos grãos de milho na colheita e após 60 dias de armazenamento indicou que não houve diferenças entre os teores de massa seca, matéria mineral e extrato etéreo entre as cultivares de milho e os locais de produção (Tabelas 1 e 2). Os valores médios de massa seca, matéria mineral e extrato etéreo são próximos aos

Cultivares	MS		MM	
	0 dias	60 dias	0 dias	60 dias
Araras				
Avaré	88,30 ¹	89,22 ¹	1,00 ¹	1,26 ¹
Bandeirante	88,47	88,53	1,09	1,03
Cati-verde	88,52	88,86	1,25	1,33
Piratininga	88,28	89,27	1,13	1,22
Santa Rita 1	88,55	89,14	1,29	1,56
Santa Rita 2	88,50	88,72	1,36	1,45
Soberano	88,32	88,47	1,23	1,20
Médias	88,42	88,89	1,19	1,29
Muzambinho				
Avaré	88,46	90,47	1,36	1,43
Bandeirantes	88,06	90,53	1,41	1,46
Cati verde	88,51	91,04	1,44	1,54
Piratininga	88,33	89,36	1,18	1,45
Santa Rita 1	88,42	90,87	1,14	1,49
Santa Rita 2	88,74	91,52	1,48	1,58
Soberano	88,35	89,72	1,14	1,41
Médias	88,41	90,50	1,30	1,48

em paiol e por Carvalho et al. (2004) em milho

secos em temperatura ambiente e armazenado por 60 dias.

Tabela 1- Teores de matéria seca (MS %) e matéria

Cultivares	PB		EE	
	0 dias	60 dias	0 dias	60 dias
Araras				
Avaré	9,69 ¹	10,58 ¹	3,97 ¹	4,3 ¹
Bandeirante	8,73	10,34	4,21	4,75
Cati-verde	9,69	9,70	3,81	3,38
Piratininga	10,38	10,13	4,20	4,76
Santa Rita 1	11,98	12,51	4,25	4,10
Santa Rita 2	12,80	11,52	4,00	4,50
Soberano	10,58	10,08	4,73	5,00
Médias	10,55	10,69	4,16	4,40
Muzambinho				
Avaré	12,32	11,27	4,33	4,94
Bandeirante	12,30	11,27	3,96	5,07
Cati verde	12,68	12,09	4,45	4,42
Piratininga	11,73	12,40	4,21	3,96
Santa Rita 1	11,93	12,68	3,87	4,94
Santa Rita 2	13,44	13,48	4,59	4,45
Soberano	11,25	12,17	4,49	4,40
Médias	12,24	12,19	4,27	4,59

(SP)/Muzambinho (MG), 2014/2015.

enc
ontr
ado
s
por
Pere
ira
et
al.
(201
0)
em
grão
s
milh
o
arm
aze
nad
o

¹média de três amostras

Tabela 2- Teores de proteína bruta (PB %) e extrato etéreo (EE %) dos grãos de milho, na colheita e 60 dias após armazenamento. Araras (SP)/Muzambinho (MG), 2014/2015.

¹ média de três amostras

Para os teores de proteína bruta, observou-se aumento médio de 1,55 % para as cultivares de milho semeadas em Muzambinho (**Tabela 2**). O teor de proteína bruta está correlacionado com a adubação nitrogenada e em Muzambinho o teor de nitrogênio foliar nas folhas de milho foi superior ao de Araras (Giunti, 2016).

CONCLUSÕES

A maior incidência das doenças de espigas ocorreu no município de Araras, provavelmente em função da maior precipitação pluviométrica na época de maturação e colheita dos grãos.

As cultivares de grãos tipo duro (UFV Soberano, Santa Rita 1 e Santa Rita 2) apresentaram menor infestação por caruncho.

Os teores de massa seca, matéria mineral e extrato etéreo dos grãos de milho não variam em função dos cultivares, do local de produção e do período de armazenamento. Ao contrário os maiores teores de proteína bruta foram encontrados nos grãos de milho cultivados em Muzambinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Cnpq/UFSCar.

REFERÊNCIAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15. ed. Vol. I. AOAC, Arlington. 684 p.

AZEVEDO, L. A. S.; LEITE, O. M. C. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 48 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 365p.

CARVALHO, D. C. de O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E. de; VARGAS JÚNIOR, G. de; TOLEDO, R. S.; COSTA, C. H. R.; PINHEIRO, S. R. F.; SOUZA, M. de. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L.V. **Sistemas de Produção**. EMBRAPA Milho e Sorgo, 5ª ed. Setembro, 2009.

DEMATTE FILHO L. C.; MENDES, C. M. I.; KODAWARA, L. M. **Produção de frango orgânico: desafios e perspectivas**. In: BIOFACH AMERICA LATINA, 2005, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/TrabFrango.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization. 1970. Aminoacid content of foods and biological data on proteins. FAO, Rome. 285 p. (FAO Nutritional Studies 24). GUTKOSKI, L. C. et al. Avaliação da composição química de milho seco e armazenado em silo tipo alambrado com ar natural forçado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29 n. 4, p. 879-885, 2009.

GIUNTI, O. D. **Parâmetros agrônômicos e bromatológicos de variedades de milho grão e silagem em sistema orgânico**. Dissertação de Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal de São Carlos, p.61, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**.3.ed. v.1. São Paulo: IAL, 1985. 533p.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular técnica 75**. EMBRAPA Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2006.

PEREIRA, M. F.; QUEIROZ, V. A. V.; MENDES, S. M. Teores de água, matéria seca, cinzas, fibras FDN e lipídios em milho armazenado em paióis da região central de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 1., 2010, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. CD- ROM.

PINTO, N. F. J. A.; VARGAS, E. A.; PREIS, R. A. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa**



Phytopathologica, Piracicaba, v. 33, n. 3, p. 304-306, 2007.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.

SANTOS, J. P.; FOSTER, J. E. Preferência e reprodutividade do gorgulho do milho como fator de resistência em algumas populações e linhagens de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 6, p. 769-775, 1981.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Recomendação da Densidade de Plantas Específica por Híbrido e Ambiente de Produtividade

Guilherme Martin Torres⁽¹⁾; Juan Matias Ferreyra⁽²⁾; André Gradowski Figueiredo⁽³⁾ Adriano Anselmi⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Corn Agronomic Practices & System Lead; Monsanto; São Paulo, SP; guilherme.m.torres@monsanto.com; ⁽²⁾ South America Corn & Sorghum Leader; Monsanto; ⁽³⁾ Corn Germoplasma Lead; Monsanto; ⁽⁴⁾ Integrated Agronomic Solution Testing Lead; Monsanto

RESUMO: A recomendação de densidade de plantas ótima pode variar dependendo do ambiente produtivo. O objetivo desse trabalho é recomendar a *DP* específica por híbrido e ambiente produtivo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições, com os tratamentos arranjados num esquema fatorial de híbridos e *DP*. Um modelo de superfície de resposta foi utilizado para determinar o efeito de *DP* e ambiente produtivo (*AP*) no rendimento dos híbridos. Os parâmetros estimados pelo modelo foram usados para a recomendar as *DP* para cada híbrido em função da produtividade esperada (P_{Esp}). Posteriormente, um ajuste específico por híbrido foi aplicado com o propósito de minizar o risco de quebraimento e tombamento. A média dos *AP* dos ensaios foi de 10 ton ha⁻¹ com variação entre 3 e 18 ton ha⁻¹. Os resultados mostraram que os modelos de superfície foram significativos ($p < 0,0001$) e com R^2_{adj} de 0,87, 0,72 e 0,85 para os híbridos AG8780PRO, AS1633PRO2 e DKB290PRO3, respectivamente. A recomendação de *DP* contínua em função da P_{Esp} foi distinta entre os híbridos. Para os híbridos AG8780PRO e AS1633PRO2 a relação entre *DP* e P_{Esp} apresentou uma tendência quadrática, enquanto uma tendência linear foi observada para o híbrido DKB290PRO3. A integração de uma variável ambiental é fundamental para o ajuste de *DP* dos híbridos. Além disso, a resposta à *DP* é específica por híbridos, e o conhecimento dessa informação é crítica para maximizar o rendimento dos híbridos através de práticas agronômicas.

Termos de indexação: milho, densidade de plantas (*DP*), índice ambiental (*IA*), modelo de superfície de resposta, ambiente de produtividade (*AP*).

INTRODUÇÃO

A recomendação da densidade de plantas (*DP*) ótima de um híbrido pode variar de um ambiente para outro. Além disso, pode ocorrer dentro de uma mesma área variações espaciais e temporais de fatores que definem os ambientes de produtividade (*AP*). Por exemplo, variações de textura, disponibilidade hídrica, fertilidade e elevação podem resultar em *AP* distintos dentro de uma lavoura.

Pesquisas estão sendo conduzidas para entender e quantificar as variações do ambiente e para determinar as variáveis que causam maior impacto no rendimento das culturas (Anselmi, 2016; e Hörbe, 2013). No entanto, nenhuma pesquisa esta sendo realizada com o intuito de propor uma metodologia de recomendação de *DP* específica por híbrido de forma contínua e que ainda consiga integrar o efeito do ambiente nessa recomendação.

Em geral, ensaios de *DP* são conduzidos para entender como as características agromômicas e rendimento de um híbrido é influenciado pela variação no número de plantas por área. Funções quadráticas são fisiologicamente plausíveis e frequentemente explicam a relação entre produtividade e *DP* (Nafziger, 2002; e Li et al., 2015). Conseqüentemente, essa relação é usada para recomendar o número de sementes a serem plantadas. O objetivo desse trabalho é recomendar a *DP* de cada híbrido de milho para em função dos *AP*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esse trabalho foram utilizados dados de ensaios de *DP* conduzidos pelo time de Desenvolvimento Tecnológico da Monsanto nas safras de milho verão e milho safrinha entre 2012 e 2015. Os ensaios possuem 3 ou 4 níveis de *DP* (variando de 4,5 a 7,5 plantas m⁻² (pl m⁻²) para a safrinha e entre 6 e 9 pl m⁻² na safra de milho

verão). A quantidade de híbridos variaram de 6 a 12 híbridos dependendo da região, safra e ano. Cada parcela possui 10 m de comprimento por 4 linhas e espaçamento de 0,50 m entre linhas. Para esse estudos foram utilizados dados de 254 ensaios, totalizando aproximadamente 18700 observações considerando o número de híbridos, repetições, locais, ano e safra. Aqui, optamos por apresentar os resultados referente a três híbridos AG8780PRO, AS1633PRO2 e DKB290PRO3 das marcas de sementes Agrocere, Agroeste e Delkalb, respectivamente.

Um índice ambiental foi utilizado para quantificar e caracterizar os AP. O índice ambiental (IA) foi calculado por ensaio como a média de rendimento de todos os híbridos nas duas DP intermediárias para cada ensaio. Em seguida, o IA foi utilizado juntamente com os níveis de DP no modelo de superfície de resposta.

Delineamento e análise estatística

Os ensaios foram conduzidos usando um delineamento experimental de blocos ao acaso com 2 ou 3 repetições e arranjos em um esquema fatorial entre híbridos x DP. Para a determinação da resposta dos híbridos em função da densidade e DP e IA, foi utilizado um modelo de superfície de resposta (Figura 1) como descrito abaixo:

$$P = \beta_0 + \beta_1(DP) + \beta_2(DP)^2 + \beta_3(IA) + \beta_4(DP)(IA) + \beta_5(IA)(DP)^2$$

Onde; P é a produtividade, DP é a densidade de plantas na colheita e IA é o índice ambiental; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ e β_5 são os parâmetros do modelo. As análises de regressão foram realizadas usando o software JMP (SAS Institute, Carry, North Carolina).

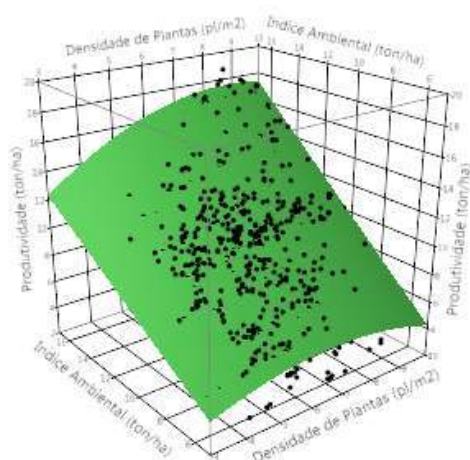


Figura 1. Modelo de superfície de resposta para o híbrido DKB290PRO3.

Em seguida, utilizando os parâmetros resultantes

dos modelos de superfície de resposta foi estimada a DP ótima ou biológica (DP_{Biol}) específica por híbrido para diferentes níveis de produtividade esperada (Figura 3). Para a recomendação final de DP (DP_{Rec}) foi realizado um ajuste na DP_{Biol} para minimizar o efeito negativo do aumento de DP na taxa de quebraamento e tombamento dos híbridos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra o histograma dos AP pelos ensaios deste estudo. A produtividade média dos ambientes foi de 10,5 ton ha⁻¹, variando entre 3 e 18 ton ha⁻¹ (Figura 2). Recentemente, Anselmi (2016) usou mapas de rendimento de uma lavoura comercial para caracterização de zonas de manejo. Foi mostrado nesse estudo que o rendimento do talhão usando um único híbrido variou entre 1887 e 7525 kg ha⁻¹ em 2009, enquanto em 2012, essa variação foi entre 5056 e 8669 kg ha⁻¹. Assim, podemos inferir com base nesses resultados que um ambiente de 3 ton ha⁻¹ não possui a mesma disponibilidade de recursos que um ambiente onde a média de produtividade foi de 18 ton ha⁻¹. Logo, a recomendação de DP para esses distintos ambientes não pode ser a mesma. Considerando esse princípio fica evidente a necessidade de integrar um fator ambiental no modelo de recomendação de DP.

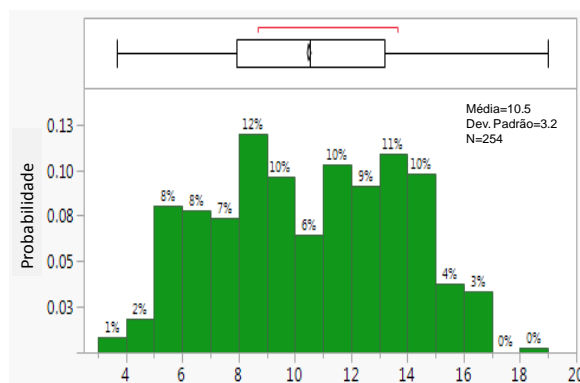


Figura 2. Histograma do índice ambiental observado nos ensaios em 254 ensaios de densidade de plantas entre 2012 e 2015.

Hörbe et al. (2013) investigou a eficiência de taxa variada de sementes de acordo com zonas de manejo ou AP. Eles observaram que tanto o rendimento quanto a rentabilidade da lavoura estudada aumentaram devido á redução da DP nas ambientes mais restritivos e ao aumento da DP nos ambientes menos restritivos. Enquanto, Anselmi (2016) mostrou que a recomendação de DP ótima pode variar, dependendo do híbrido, em até 5743 pl

ha⁻¹ entre os ambientes de baixa e alta produtividade numa mesma lavoura.

A análise de variância mostrou que os modelos de superfície de resposta foram significativos ($p < 0,0001$) com coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) de 0,87, 0,72 e 0,85 para os híbridos AG8780PRO, AS1633PRO2 e DKB290PRO3, respectivamente. É importante enfatizar que para a recomendação da DP por ambiente é necessário que os ensaios explorem ambientes com diversos níveis de produtividade. Além disso, as densidades testadas também devem apresentar uma variação ampla afim de entender o comportamento dos híbridos em situações de estresse e de excedente de recursos (nutrientes, radiação e disponibilidade hídrica).

As análises de regressão mostraram que os termos do modelo DP , DP^2 , IA e a interação entre IA de DP foram significativos para todos os híbridos. Em contraste, a interação entre $IA \times DP^2$ não foi significativa para nenhum dos híbridos apresentados. Isso indica que a relação entre produtividade e DP apresentou uma tendência quadrática tanto nos ambientes de alta e baixa produtividade para os híbridos apresentados.

Aplicando o modelo de superfície para a recomendação de DP podemos observar que os híbridos apresentaram respostas distintas devido à variação da produtividade esperada (P_{Esp}) (Figura 3). Por exemplo, a DP apresentou uma resposta quadrática ao aumento P_{Esp} para o híbrido AG8780PRO. Nesse caso, a DP_{Biol} de 10 pl m⁻² seria necessária para alcançar uma P_{Esp} de 16 ton ha⁻¹. No entanto, para minimizar o risco de quebra e tombamento a DP_{Biol} foi ajustada para 9,2 pl m⁻². Similarmente, Li et al. (2015) também observou uma relação quadrática entre DP e rendimento de grãos e reportou uma DP ótima de 10,57 pl m⁻².

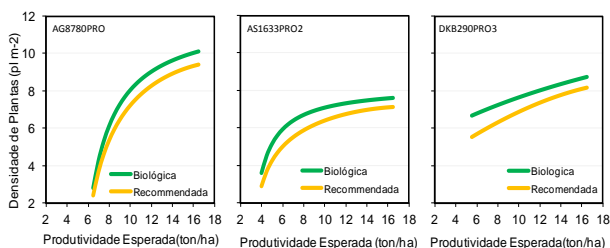


Figura 3. Recomendação contínua de densidade de plantas específica por híbrido para os diferentes níveis de produtividade esperada. A linha verde representa a densidade biológica (D_{Biol} , ótima) e a linha amarela representa a densidade recomendada (D_{Rec}).

A DP_{Biol} do híbrido AS1633PRO2 também apresentou uma tendência quadrática ao aumento de P_{Esp} (Figura 3). No entanto, para o híbrido AS1633PRO2 a $DP_{Biol} > 7$ pl m⁻² não resultou em um aumento significativo na P_{Esp} . Com o ajuste, a DP_{Rec} foi de 6 pl m⁻² para uma P_{Esp} de 8 ton ha⁻¹.

Em contraste, a relação entre DP_{Biol} e P_{Esp} para o híbrido DKB290PRO3 resultou numa tendência linear (Figura 3). A tendência linear indica que o híbrido respondeu ao aumento de DP , no entanto, os níveis de DP testados nos ensaios precisam ser < 5 e > 9 pl m⁻². De acordo com a figura 3 a DP_{Rec} para o híbrido DKB290PRO3 atingir a P_{Esp} de 16 ton ha⁻¹ é de 8 pl m⁻².

CONCLUSÕES

O modelo de superfície de resposta que integra produtividade, DP e AP para a recomendação de DP dos híbridos suporta a implementação práticas agrônomicas modernas, como o plantio de sementes em taxas variadas. A introdução do índice ambiental no modelo de superfície de resposta proporciona otimizar o posicionamento dos híbridos ao ajustar a DP de acordo com as variações espaciais e temporais do ambiente. As curvas de DP em função da P_{Esp} são dependentes do germoplasma, indicando que para maximizar o rendimento a recomendação de DP deve ser específica por híbrido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todo o time de Desenvolvimento Tecnológico da Monsanto.

REFERÊNCIAS

- ANSELMINI, A. População variada de híbridos de milho: uma estratégia de gestão das variabilidades espacial e temporal das lavouras. **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo-ESALQ. 2016.
- HÖRBE, T.A.N., AMADO, T.J.C., FERREIRA, A.O., ALBA, P.J. Optimization of Corn Plant Population According to Management Zones in Southern Brazil. **Precision Agriculture**, v.14, p.450–465, 2013.
- LI, J., R. Z. XIE, K. R. WANG, B. MING, Y. Q. GUO, G. Q. ZHANG, AND S. K. LI. Variations in Maize Dry Matter, Harvest Index, and Grain Yield with Plant Density. **Agronomy Journal**. 107:829-834. 2015.
- NAFZIGER, E.D. Corn. **Illinois agronomy handbook**. 23rd ed. Univ. Illinois, Urbana: 22-34. 2002.
- SAS INSTITUTE INC. Using JMP 12. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Sistemas de produção com integração lavoura-pecuária no rendimento de grãos de milho, sob sistema plantio direto.

Henrique Pereira dos Santos^(1,2); Renato Serena Fontaneli^(1,2,3); Jane Rodrigues de Assis Machado⁽⁴⁾; Anderson Santi⁽²⁾; Ingrid de Almeida Rebechi⁽⁵⁾; Taynara Possebom⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo). Caixa Postal 3081, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: henrique.santos@embrapa.br; ⁽²⁾ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; ⁽³⁾ Professor Titular da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV), da Universidade de Passo Fundo (UPF); ⁽⁴⁾ Pesquisadora do Centro Nacional de Milho e Sorgo; ⁽⁵⁾ Acadêmica de Agronomia do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Auto Uruguai (IDEAU); ⁽⁶⁾ Acadêmica de Agronomia da FAMV/UPF.

RESUMO: Qualquer cultura explorada pelo agricultor deve ter sua produtividade otimizada. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de sistemas de produção integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, no rendimento de grãos e em algumas características agronômicas de milho. Os tratamentos consistiram em cinco sistemas de produção com integração lavoura-pecuária: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)], depois produção de grãos do sistema I; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (grama bermuda + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)], depois produção de grãos do sistema I; e sistema V (alfafa), depois produção de grão do sistema I. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. No período de 2008 a 2014, não houve diferença entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária para o rendimento de grãos e os componentes do rendimento de milho.

Termos de indexação: pastagens perenes de estação fria e de estação quente, pastagens anuais.

INTRODUÇÃO

Os altos rendimentos deverão ser acompanhados sempre por custo de produção tal que permita a obtenção de lucro máximo (Reis et al., 2004). Por isso, deve-se procurar através da escolha e da racionalização do emprego de práticas agrícolas reduzir o custo de produção.

Dentro deste contexto, a integração lavoura-pecuária surge como alternativa viável para diversificar as atividades agrícolas e reduzir seus

riscos intrínsecos, intensificando o uso da terra, de maneira a trazer maior rentabilidade, segurança e sustentabilidade ao sistema produtivo (Freitas & Santana, 2010).

A realização de ensaios de longa duração completos, ou seja, nos quais todas as espécies, tanto de inverno como de verão, se fazem presentes nas parcelas da área experimental, em todas as safras (Santos et al., 2014), é uma das maneiras de se avaliarem os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Nesse tipo de estudo pode-se avaliar, por exemplo, o efeito de leguminosas perenes na cultura de milho, em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária.

Qualquer cultura explorada pelo agricultor deve ter sua produtividade otimizada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, no rendimento de grãos e em algumas características agronômicas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Passo Fundo, RS, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, no período de 2008 a 2014 (Streck et al., 2008). Os tratamentos consistiram em cinco sistemas de produção com integração lavoura-pecuária: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)], depois produção de grãos do sistema I; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (grama bermuda + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)], depois produção de

grãos do sistema I; e sistema V (alfafa), depois produção de grãos do sistema I. Os híbridos de milho usadas foram Pioneer 30F53, em 2008, Pioneer 30F63Y, em 2009, Agrocères 8022Y, em 2010, Agrocères 8041Y, em 2011, Pioneer 30F53H, em 2012, DKB 245 PRO, em 2013 e Pioneer P30F53YHR em 2014. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a área total da unidade experimental igual a 60 m² (20 m de comprimento por 3 m de largura). O rendimento de grãos de milho foi determinado a partir da colheita de 23,80 m², de área útil, ajustando-se o rendimento para umidade de 13%. Foi efetuada a análise de variância das variáveis do rendimento de grãos, da massa de 1.000 grãos de milho e componentes do rendimento (número de espigas/m², número de grãos/planta e massa de grãos/espiga), dentro de cada ano e na média dos anos, de 2008 a 2014. Considerou-se o efeito do tratamento como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância complementada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com uso do programa estatístico SAS versão 9,2 (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta de 2008/09 a 2014/15, do rendimento de grãos (**Tabela 1**) e de alguns componentes do rendimento de milho, não houve diferença entre os diferentes sistemas estudados. Nesse período de condução do experimento, nos sistemas I e II o milho foi cultivado em rotação com soja e em sucessão as culturas de trigo, de aveia branca e de ervilhaca ou pastagem de aveia preta + ervilhaca, respectivamente.

Enquanto que, nos sistemas III, IV e V, o milho foi cultivado em rotação, também, com a soja e em sucessão as culturas de trigo, de aveia branca e de ervilhaca por quatro anos. Porém, anteriormente a esse manejo, nos sistemas III, IV e V, havia pastagens perenes de estação fria (festuca, cornichão, trevo branco e trevo vermelho), pastagens perenes de estação quente (grama bermuda, cornichão, trevo branco e trevo vermelho) e alfafa, respectivamente, por quatro anos.

Contrário do que é preconizado, não houve efeito acumulativo do efeito das leguminosas perenes (alfafa, cornichão, trevo branco e trevo vermelho), componentes de cada sistema, a longo prazo sobre o rendimento de grãos de milho. Pode ser que, a troca de pastagens perenes por culturas anuais de inverno ou de verão, uniformizou o efeito das leguminosas nos referidos sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Portanto, os resultados de produtividade de milho, da análise conjunta, nos sistemas III, IV e V, discordam dos dados frequentemente encontrados na literatura

sobre melhoria das condições edáficas do solo após pastagens perenes, pelo acúmulo de nutrientes na superfície do solo e, principalmente, de matéria orgânica (Flores et al., 2008; Tracy & Zhang, 2008; Macedo 2009; Souza et al., 2009; Vezzani & Mielniczuk, 2009; Loss et al., 2011).

Porém, no ano 2013/14, houve diferença no rendimento de grãos de milho entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária. Nesse ano, o milho cultivado após alfafa/ervilhaca, no sistema V foi superior para rendimento de grãos, ao milho cultivado após ervilhaca, no sistema I e após pastagem de aveia preta + ervilhaca, no sistema II.

O rendimento médio de grãos de milho no período foi de 8.060 kg ha⁻¹. O maior rendimento médio de grãos de milho ocorreu no ano de 2014 (10.983 kg ha⁻¹), enquanto os menores manifestam-se nos anos de 2008 (5.543 kg ha⁻¹), 2011 (5.690 kg ha⁻¹) e 2013 (5.889 kg ha⁻¹).

Entre os anos avaliados e na média conjunta de 2008 a 2014, não houve diferenças quanto aos componentes do rendimento (número de espigas/m², número de grãos/planta, massa de grãos/espiga) e massa de 1.000 grãos entre os sistemas de produção com integração lavoura-pecuária (resultados não mostrados).

CONCLUSÕES

Não há diferença no rendimento de grãos e nos componentes do rendimento de milho entre os sistemas estudados.

Em um ano o milho cultivado após alfafa/ervilhaca, no sistema V, mostrou maior rendimento de grãos do que o milho cultivado após ervilhaca, no sistema I e após pastagem de aveia preta, no sistema II.

REFERÊNCIAS

- FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.
- FREITAS, T.S. de; SANTANA, G. Integração agricultura e pecuária no sul do Brasil. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, edição 119, n.5, 2010.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; GIACOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura pecuária o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.especial, p.133-146, 2009.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2.ed. ver. atual. Lages: Graphel, 2004 144p.

SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, Ren.S.; PIRES, J.L.F.; FONTANELI, Rob.S.; BIAZUS, V.; VERDI, A.C.; VARGAS, A.M. Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de pastagens perenes em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.3, p.319-326, 2014

SAS Institute. **SAS system for Microsoft windows version 9.2**. Cary: SAS, 2008.

SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidade de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, p.1829-1836, 2009.

STRECK, E.V. KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS; 2008. 222 p.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil Compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within and integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, n.3, p.1211-1218, 2008.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p.743-755, 2009.

Tabela 1. Efeitos de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária no rendimento de grãos de milho, Passo Fundo, RS

Ano	Sistemas de produção					Média	CV (%)	F
	I	II	III	IV	V			
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)								
2008/09	6.154	6.311	4.673	4.926	5.652	5.543c	18	2,1ns
2009/10	8.521	9.874	9.044	8.904	7.078	8.684b	16	2,1ns
2010/11	9.238	10.746	9.693	10.572	8.555	9.760ab	16	1,ons
2011/12	5.824	4.219	6.104	6.510	5.791	5.690c	25	1,4ns
2012/13	8.912	8.445	10.987	11.264	9.752	9.872ab	50	0,2ns
2013/14	3.963C	4.685BC	6.598AB	6.887AB	7.311A	5.889c	18	7,7**
2014/15	11.028	10.686	11.352	10.988	10.861	10.983a	14	0,1ns
Média	7.663	7.852	8.350	8.579	7.857	8.060	-	0,5ns

Sistema I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ² Sistema II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; ³ Sistema III: pastagem perene de estação fria (festuca + trevos + cornichão), depois produção de grãos do sistema I; ⁴ Sistema IV: pastagem perene de estação quente (grama bermuda + trevos + cornichão), depois produção de grãos do sistema I; Sistema V: alfafa, depois produção de grão. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns: não significativo; e **: nível de significância de 1%.

Variabilidade de Dados de Produção de Grãos e de Palhada em Talhões de Sistemas Intensificados Envolvendo Milho, Soja e Braquiária

Gabriela Oliveira Almeida⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; Emerson Borghi;⁽²⁾ Antonio Carlos de Oliveira⁽²⁾; José Paulo Costa Ferreira⁽³⁾; Denize Carvalho Martins⁽⁴⁾

⁽¹⁾Mestranda em Ciência Agrárias na Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas, MG, gabrielaolivalm@gmail.com; ⁽²⁾Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG, alvaro.resende@embrapa.br; ⁽³⁾Graduando na UFSJ; ⁽⁴⁾Doutoranda em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade nas medidas de produtividade de grãos e de produção de palhada, no monitoramento de um campo demonstrativo de sistemas de intensificação envolvendo milho, soja e braquiária. A área total possui aproximadamente 4 hectares e foi dividida em seis mini talhões constituindo diferentes tratamentos. As avaliações, foram realizadas por meio de amostragens em dez pontos georreferenciados em cada tratamento. Para cada variável, foi determinado o coeficiente de variação (%), com interpretação conforme classificação indicada por Pimentel-Gomes (2000). A amostragem em dez pontos georreferenciados dentro de cada tratamento possibilita a obtenção de dados de produtividade de grãos com boa precisão. O coeficiente de variação da produtividade de grãos acumulada no decorrer de mais safras tende a diminuir. A produção de palhada apresenta coeficiente de variação alto a muito alto, o que dificulta sua quantificação precisa.

Termos de indexação: Intensificação ecológica, coeficiente de variação, validação de tecnologias.

INTRODUÇÃO

Sistemas de produção intensificados, como o plantio direto com cultivos em consórcio e rotação de culturas, têm por objetivo o melhor aproveitamento do solo e outros recursos disponíveis nos agrossistemas. A utilização desses sistemas contabiliza diversos benefícios para a sustentabilidade da produção, principalmente em relação à imprevisibilidade climática, típica da atividade agrícola (Ceccon et al., 2013).

A utilização dos sistemas de intensificação ecológica, associada a um manejo de solo que favoreça o aprofundamento radicular e o equilíbrio

nutricional, constitui importante estratégia para convivência com as inconstâncias climáticas e a otimização do retorno aos investimentos nas lavouras de sequeiro na região Centro-Sul do Brasil.

Na difusão das tecnologias mais apropriadas para intensificação de sistemas, a manutenção de unidades de referência tecnológica (URTs) é um dos expedientes mais efetivos. Para tanto, são estabelecidos campos demonstrativos com sistemas contrastantes, de dimensões que normalmente extrapolam o tamanho de parcelas experimentais convencionais. Essas áreas são manejadas em larga escala por meio de operações mecanizadas e não se utilizam repetições. Dessa forma, tem-se uma sequência de mini talhões que permitem visualizar, lado a lado, o desempenho de diferentes modalidades de intensificação de culturas. Esse desenho se aproxima mais da realidade de fatores condicionantes e interações encontrados nas explorações comerciais, constituindo um aspecto valorizado por técnicos e produtores durante eventos de transferência de tecnologia.

Como é importante validar as informações sobre o desempenho em longo prazo, o monitoramento de variáveis de interesse em cada sistema pode ser feito em pontos pré-definidos, de modo a se obter repetições das medidas em cada tratamento. Espera-se que os cuidados e a forma de condução das URTs favoreçam a redução da variabilidade dentro dos mini talhões, fazendo com que as estimativas de produtividade e de outras variáveis tenham confiabilidade. Contudo, mesmo em áreas aparentemente bem conduzidas e homogêneas pode existir variabilidade devido a fatores não controlados. À medida que se intensificam as combinações de culturas e práticas de manejo, o controle operacional torna-se mais complexo e sujeito a falhas, o que também pode originar

variabilidade numa área que deveria ser homogênea.

Conceitualmente, o coeficiente de variação (CV) é definido como a estimativa do erro experimental em porcentagem da estimativa da média, sendo uma das medidas estatísticas mais utilizadas pelos pesquisadores na avaliação da precisão dos experimentos (Steel & Torrie, 1980). De acordo com Pimentel-Gomes (2000), em experimentos de campo, CVs inferiores a 10% são considerados baixos, ou seja, o experimento tem alta precisão e confiabilidade. Entre 10% a 20% o CV é médio e de 20% a 30% é alto, significando baixa precisão. Acima de 30%, o CV passa a ser considerado muito alto, indicando baixíssima precisão.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade nas medidas de produtividade de grãos e de produção de palhada, no monitoramento de um campo demonstrativo de sistemas de intensificação ecológica envolvendo milho, soja e braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma URT (campo de demonstração) sobre sistemas intensificados de produção de grãos em sequeiro foi estabelecida na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico argiloso. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cwa (com inverno seco e verão quente).

A área total possui aproximadamente 4 hectares, e foi dividida em seis mini talhões, constituindo diferentes tratamentos sem repetição. Nesses, vêm sendo conduzidas modalidades de cultivo em rotação compatíveis com as condições edafoclimáticas da região, envolvendo milho, soja e/ou braquiária, combinados com níveis de investimento tecnológico em adubação e outros tratamentos culturais. Para fins comparativos, são conduzidos também tratamentos com milho e soja como monoculturas, conforme descrito na Tabela 1. A inclusão de braquiária *ruziziensis* em consórcio com o milho foi feita junto ao adubo na semeadura e, com a soja, em sobressemeadura no início da fase de maturação dos grãos.

Práticas de subsolagem, correção da acidez e construção da fertilidade no perfil do solo foram realizadas para o condicionamento inicial em toda a extensão do campo de demonstração. Os principais procedimentos que caracterizaram os dois níveis de investimento tecnológico foram relacionados às adubações de manutenção e aos tratamentos fitossanitários nas duas safras monitoradas e estão sumarizados na Tabela 2.

Foram realizadas avaliações de produtividade de grãos em 2014/2015 e 2015/2016, e de palhada

entre as safras, em dez pontos georreferenciados na área de cada tratamento. A produtividade de grãos foi estimada amostrando-se 4,5 m² (3 linhas de 3 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m) em cada um dos pontos georreferenciados, com correção da umidade para 13%. A amostragem da palhada foi realizada antes da segunda safra, em novembro de 2015, coletando-se material nos mesmos pontos georreferenciados, com auxílio de um quadro de metal de 1m². As amostras de palhada foram secas em estufa a 65 °C para quantificação da massa seca.

Tabela 1- Descrição dos tratamentos com intensificação de sistemas de produção de grãos, estabelecidos em campo de demonstração na Embrapa Milho e Sorgo.

Trat.	Descrição
1	Milho em monocultura e médio investimento tecnológico
2	Soja em monocultura e médio investimento tecnológico
3	Milho e soja rotacionados em médio investimento tecnológico
4	Milho e soja rotacionados em médio investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio
5	Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio
6	Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico

Tabela 2 – Adubações de manutenção e tratos fitossanitários relacionados aos níveis de médio ou alto investimento tecnológico, aplicados aos respectivos tratamentos.

Para cada variável, foi determinado o coeficiente de variação (CV) por meio da razão entre o desvio padrão amostral e a média em cada tratamento. As faixas de classificação dos coeficientes de variação foram baseadas em Pimentel-Gomes (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação do coeficiente de variação indicada por Pimentel-Gomes (2000), a variabilidade da produtividade de grãos nos sistemas de produção monitorados na primeira e segunda safras pode ser considerada baixa (CV < 10%) em 66,7 % dos casos e média (CV de 10 a 20%) em 33,3 % dos casos (Figura 1). Esse enquadramento do CV indica precisão experimental alta e média, respectivamente, o que atesta boa confiabilidade dos resultados obtidos a partir das amostragens dentro da área referente a cada tratamento.

É normal, em um mesmo talhão, encontrar subáreas com diferentes níveis de qualidade e, portanto, com diferentes potenciais produtivos, mesmo que as práticas de manejo adotadas tenham sido aplicadas uniformemente (Amado et al., 2005). Sistemas de intensificação ecológica são considerados uma das mais eficientes estratégias para melhoria da qualidade e do potencial produtivo do sistema agrícola. Porém, nem sempre estas melhorias se manifestam de forma homogênea em toda a área. À medida que se intensificam as combinações de culturas e práticas de manejo, o controle operacional torna-se mais complexo e sujeito a falhas, o que também pode ocasionar variabilidade.

É de se esperar que a avaliação de resultados cumulativos ao longo do tempo contribua para minimizar a variabilidade existente dentro da área de cada tratamento que compõe um campo de demonstração. A maior ou menor produtividade num ponto de amostragem, numa determinada safra, tende a ser compensada nas safras seguintes, ao haver compensação de déficits ou créditos da oferta ambiental nas culturas que se sucedem. No caso de áreas demonstrativas de sistemas intensificados, a expectativa é que com o tempo consolidem-se os efeitos diferenciais de cada combinação de manejo, acentuando o contraste de resultados dos tratamentos, porém, amenizando a variabilidade espacial dentro de cada um deles. Essa diminuição

na variabilidade parece se confirmar nos menores CVs dos dados cumulativos de produtividade avaliados no presente trabalho (Figura 1), embora envolvam somente os dois cultivos iniciais no campo de demonstração implantado a partir de

Trat.	Safr	
	2014/2015	2015/2016
1	Soja: 410 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; Tracer.	Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman.
2	Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt.	Milho: 300 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 210 kg ha ⁻¹ Ureia.
3	Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt.	Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman.
4	Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt.	Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman.
5	Soja: 479 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; foliar com MAP e Nitrato de Cálcio; Fox; Tracer; 2 ^a adubação foliar.	Milho: 467 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16 ; 310 kg ha ⁻¹ Ureia.
6	Soja: 479 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; foliar com MAP e Nitrato de Cálcio; Fox; Tracer; 2 ^a adubação foliar.	Milho: 467 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 310 kg ha ⁻¹ Ureia.

2014.

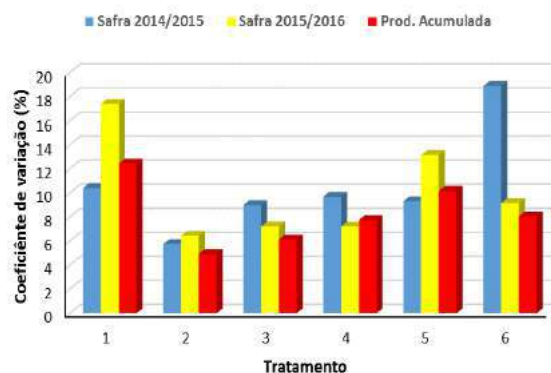


Figura 1 – Coeficientes de variação da produtividade de grãos nos tratamentos envolvendo intensificação de sistemas. Safras 2014/2015, 2015/2016 e resultado cumulativo.

Para a produção de palhada medida nas áreas dos tratamentos antes da semeadura da safra 2015/2016, os coeficientes de variação foram mais elevados, situando-se entre 18,2 e 40,2 % (Figura

2). Para essa variável, a precisão experimental variou de boa até baixíssima, de acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2000). A soja sob alto investimento tecnológico (tratamento 6 - safra 2014/2015) apresentou maior CV entre os pontos amostrais, com produção de palhada seguindo a mesma tendência de maior variabilidade observada para produtividade de grãos nesse tratamento (Figura 1).

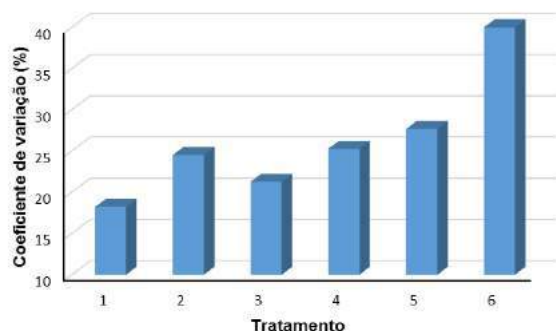


Figura 2 – Coeficientes de variação da produção de palhada nos tratamentos envolvendo intensificação de sistemas.

Os maiores CVs para a produção de palhada eram esperados por esta ter sido formada a partir do cultivo inicial estabelecido sob preparo convencional, sem existência prévia de outra cobertura morta. Além disso, os restos culturais de milho ou soja não haviam sido uniformemente distribuídos sobre o solo por ocasião da colheita, devido ao saca-palha da colhedora lançar o material em faixas, sem recobrir toda a superfície da área. Espera-se que, com a acumulação dos restos culturais de colheitas sucessivas, a cobertura do solo com palhada também fique mais uniforme, reduzindo a variabilidade nas amostragens.

Considerando-se o pouco tempo de condução do campo demonstrativo (duas safras), conclui-se que o erro experimental refletido pelos coeficientes de variação é aceitável. Dessa forma, as amostragens realizadas nos dez pontos georreferenciados na área de cada tratamento são satisfatórias para caracterização das respostas agrônômicas aos sistemas de produção com intensificação ecológica. Esse procedimento amostral atende às finalidades de monitoramento comparativo e validação de dados técnicos da URT estabelecida na Embrapa Milho e Sorgo para intensificação combinando milho, soja, braquiária e níveis de investimento em insumos. As informações de manejo assim obtidas fortalecem as estratégias de divulgação e transferência de tecnologias na temática em questão.

CONCLUSÕES

A amostragem em dez pontos georreferenciados dentro de cada tratamento possibilita a obtenção de dados de produtividade com boa precisão em campo demonstrativo de sistemas intensificados de produção de grãos.

O coeficiente de variação dos dados da produtividade de grãos acumulada no decorrer de mais safras tende a diminuir, aumentando a confiabilidade dos resultados cumulativos dos sistemas a serem validados.

A produção de palhada apresenta coeficiente de variação alto a muito alto devido à desuniformidade espacial no campo, dificultando sua quantificação precisa.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de estudo. À Fundação Agrisus, pelo auxílio financeiro para manutenção do campo demonstrativo.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T.J.C.; NICOLOSO, R.; LANZANOVA, M.; SANTI, A.L.; LOVATO, T. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n.89, p.34-42, 2005.
- CECCON, G. et al. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Vigor de sementes e a influência no filocrono em híbridos de milho

Miguel Fredrich⁽¹⁾; Juliano Dalcin Martins⁽²⁾; Greisson Alex Kunz⁽³⁾; Iago Samuel Bohr⁽³⁾; Lucas Henrique Henrichsen⁽⁴⁾; Rodrigo Porto Veronez⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Câmpus Ibirubá; Ibirubá, RS; miguel.fredrich@ibiruba.ifrs.edu.br; ⁽²⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Câmpus Ibirubá; ⁽³⁾ Estudante do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Câmpus Ibirubá; ⁽⁴⁾ Estudante do curso Técnico Integrado em Agropecuária; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Câmpus Ibirubá.

RESUMO: O desenvolvimento da cultura do milho é fortemente influenciada pelas condições ambientais, sendo o fator principal a temperatura do ar. O ciclo do milho pode ser determinado através do acúmulo de graus-dias, ao invés de dias do calendário civil. Através do cálculo da soma térmica pode-se determinar a velocidade de emissão de folhas ou filocrono. O filocrono é definido como o tempo térmico necessário para o aparecimento de folhas sucessivas na haste principal de uma planta. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do vigor de sementes no filocrono de diferentes híbridos de milhos. O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2015/16, no município de Ibirubá/RS, os tratamentos foram 15 híbridos de milho. A semeadura dos híbridos foi realizada em 19/10/2015. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições. Plantas de alto e baixo vigor foram classificadas em função da velocidade de emergência. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas e a soma térmica acumulada a partir de emergência (temperatura base = 10°C). O filocrono calculado ficou entre 35,46 a 50,59°C dia folha⁻¹ entre os híbridos estudados, estes valores mostram que o filocrono está relacionado com os diferentes híbridos.

Termos de indexação: tempo térmico, aparecimento de folhas, temperatura

INTRODUÇÃO

A avaliação do desenvolvimento do milho com a duração do ciclo em dias vem se mostrando inconsistente. Isso ocorre devido que a duração dos estádios fenológicos está associado com as

condições ambientais. A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor explica a duração dos períodos de desenvolvimento do milho (LOZADA & ANGELOCCI, 1999). Com a temperatura pode-se calcular a soma térmica, definida como o acúmulo térmico, acima da temperatura base, necessária para que a planta atinja um determinado estágio fenológico (NESMITH & RITCHIE, 1992). A taxa de emissão de folhas no colmo é determinado através do filocrono, que é o intervalo de tempo térmico em graus-dias, entre a emissão de folhas com estádios similares de desenvolvimento (XUE et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do vigor de sementes no filocrono em diferentes híbridos de milho, a fim de disponibilizar informações para o planejamento, época de semeadura e de florescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do IFRS – Câmpus Ibirubá, no ano agrícola 2015/16. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela possuía 25 m e sete linhas de semeadura e em cada parcela foi semeado um híbrido. Os tratamentos constituíram-se de 15 híbridos de milho. A semeadura realizada no dia 19/10/2015. O espaçamento entre linhas foi de 0,45m com densidade de 8 plantas por m².

A emergência das plântulas foi determinado contando-se diariamente o número de plantas com coleótilo visível acima do nível do solo. Logo após a emergência, foram identificadas duas plantas por parcela nas linhas centrais, sendo uma de alto e outra de baixo vigor, e realizada a contagem do

número de folhas completamente expandidas a cada dois dias.

Para a determinação das plantas de alto e baixo vigor, foi considerado o intervalo entre a semeadura e a emergência das plântulas. Neste caso o vigor da semente é determinado avaliando a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo, tanto mais será vigoroso um lote de semente quanto mais rápido for sua emergência das plântulas no campo (OLIVEIRA et al., 2009). As plantas de alto vigor emergiram no dia 24/10/2015 e as de baixo vigor emergiram no dia 26/10/2015.

Os dados meteorológicos diários foram obtidos por uma estação meteorológica automática, localizada a 100m da local de estudo. A temperatura média do ar foi determinada através da média aritmética dos valores da temperatura instantânea registrada pela estação. A soma térmica diária (STd, °C dia), a partir da emergência, foi calculada de acordo com STRECK et al. (2007). A soma térmica acumulada (STa, °C dia), a partir do dia de emergência, foi calculada por meio do somatório dos valores de STd, de acordo com MARTINS et al. (2012).

Para cada cultivar, a estimativa do filocrono foi realizada por uma regressão linear simples entre o número de folhas expandidas (NFE) e a soma térmica acumulada (STa) a partir da emergência.

Os valores de filocronos e número final de folhas foram submetidos a análise pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de filocrono foram de 38,97 e 42,17 °C dia folha⁻¹ para plantas de alto e baixo vigor, respectivamente. Mostrando que plantas de baixo vigor necessitam maior tempo térmico para emitir um nova folha. A média neste estudo foi de 40,57 °C dia folha⁻¹, esta média é semelhante a que foi encontrada por MARTINS et al. (2012). Essa semelhança ocorreu devido que as condições climáticas encontradas durante o ciclo foram semelhantes nas duas situações.

Além disso, os valores de filocrono apresentaram diferenças entre os híbridos, conforme **tabela 1**. Está diferença está associado principalmente ao ciclo de cada híbrido, pois quanto maior for a precocidade do híbrido, menor será o filocrono e mais rápido será a emissão de folhas. Essas diferenças mostram que para obter uma melhor previsão da simulação do ciclo de desenvolvimento de híbridos de milho é necessário conhecer o seu valor de filocrono. Segundo MARTINS et al. (2012), para fins práticos de simulação de previsão da data de florescimento de híbridos de milho, deve-se

considerar a diferença de filocrono entre os genótipos.

O número de folhas não apresentou diferença entre as plantas de alto e baixo vigor, conforme **tabela 2**, resultados semelhantes foram encontrados em LUDWIG et al. (2008) com a cultura do feijão, LUDWIG et al. (2009), na cultura do milho. Sendo assim, plantas de alto vigor iram apresentar uma duração do período vegetativo de desenvolvimento menor que plantas de baixo vigor.

Tabela 1: Valores de filocrono, em °C dia folha⁻¹, para diferentes híbridos de milho no município de Ibirubá, RS, 2016.

Híbrido	Filocrono		CV
	Alto vigor	Baixo vigor	
AS 1656 PRO	41,44 Aab	50,59 Aa	10,44%
CD 384 PW	40,72 Aab	44,33 Aab	3,58%
CD 3410 PW	37,69 Bab	41,15 Aab	0,66%
CD 3770 PW	39,42 Aab	45,04 Aab	14,66%
CD 3560 PW	35,87 Ab	44,45 Aab	9,58%
SUPREMO VIP 3	38,00 Aab	40,98 Aab	4,62%
2B688 PW	41,19 Aab	44,59 Aab	3,84%
2A401 PW	38,70 Aab	42,43 Aab	2,88%
DKB 240 PRO 2	36,72 Aab	35,46 Ab	4,56%
NS 56 PRO	38,02 Aab	39,20 Ab	6,41%
P3456 H	38,24 Bb	41,43 Aab	1,36%
P 1680 YH	38,12 Aab	37,43 Ab	7,43%
P 1630 H	40,67 Aab	43,09 Aab	2,67%
P 2530	41,84 Aa	42,97 Aab	4,10%
30F53	37,90 Bab	39,43 Ab	0,43%
Média	38,97	42,17	
CV	4,78%	8,29%	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si na linha e pela mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2: Valores de número de folhas para diferentes híbridos de milho no município de Ibirubá, RS, 2016.

Híbrido	Nº de folhas		CV
	Alto vigor	Baixo vigor	
AS 1656 PRO	18,33 Aab	16,67 Ab	8,41%
CD 384 PW	19,67 Aab	19,00 Aab	4,22%
CD 3410 PW	19,67 Aab	18,67 Aab	3,69%
CD 3770 PW	20,00 Aab	19,67 Aab	2,06%
CD 3560 PW	20,67 Aab	17,00 Aab	10,84%
SUPREMO VIP 3	21,00 Aa	20,67 Aa	1,96%
2B688 PW	19,67 Aab	19,67 Aab	0,02%
2A401 PW	19,67 Aab	18,33 Aab	5,68%
DKB 240 PRO 2	19,33 Aab	19,67 Aab	2,09%
NS 56 PRO	21,00 Aa	20,33 Aab	3,95%
P3456 H	20,67 Aab	20,00 Aab	2,01%
P 1680 YH	19,67 Aab	19,67 Aab	6,23%

P 1630 H	18,00 Ab	18,67 Aab	4,34%	filocrono em milho para híbridos com diferentes ciclos de desenvolvimento vegetativo. Ciência Rural , Santa Maria, v.42, n.5, p.777-783, 2012.
P 2530	19,00 Aab	18,33 Aab	2,19%	
30F53	19,67 Aab	19,33 Aab	4,19%	
Média	19,73	19,05		
CV	5,86%	6,85%		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si na linha e pela mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro.

A diferença entre as médias de plantas de alto e baixo vigor (considerando todos os híbridos) foi de 15,13°C dia folha-1, isto possui uma implicação importante, quando o conceito do filocrono é utilizado para simular o aparecimento de folhas. Por exemplo, assumindo que um híbrido produza 19 folhas, a diferença de 15,13°C dia folha-1 de filocrono resulta em 287,47 °C dia para emissão da última folha. Isto resultará em alguns dias do calendário civil, especialmente se durante a fase de emissão de folhas ocorrer temperaturas amenas abaixo da temperatura ótima.

CONCLUSÕES

Na condição estudada e para os híbridos avaliados, plantas de maior vigor apresentam menor valor de filocrono. O valor de filocrono apresenta valor distinto para cada híbrido.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas que auxiliaram na condução do trabalho, pelo apoio e desenvolvimento da pesquisa, a minha família pelo apoio.

REFERÊNCIAS

a. Artigos de periódicos:

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.31-36, 1999.

LUDWIG, M.P.; SCHUCH, L.O.B.; FILHO, O.A.L.; AVELAR, S.A.G.; MIELEZRSKI, F.; OLIVEIRA, S. de; CRIZEL, R.L. Desempenho de sementes e plantas de milho híbrido originadas de lotes de sementes com alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.1, p.83-92, 2009.

MARTINS, J.D.; CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; KNIES, A.E.; OLIVEIRA, Z.B.; BROETTO, T. Estimativa do

NESMITH, D.S.; RITCHIE, J.T. Short – and long – term responses of corn to a pre anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, v.84, p.107-113, 1992.

OLIVEIRA, A.C.S., MARTINS, G.N., SILVA, R.F., VIEIRA, H.D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, nº 4, 2009.

b. Internet:

LUDWIG, M.P.; SCHUCH, L.O.B.; FILHO, O.A.L.; AVELAR, S.A.G.; MIELEZRSKI, F.; PANOZZO, L.E.; OLIVO, M.; SEUS, R. Desempenho de plantas de feijão originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.15, n.2, p.44-52, 2008. Disponível em: <[http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/artic e/view/3570/3895](http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/artic/e/view/3570/3895)>. Acesso em 18 de maio de 2016.

STRECK, N.A.; PAULA, F.L.M de; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; DELLAI, J. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, p.1-11, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192306002826>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

XUE, Q; WEISS, A; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p.261-270, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380003004800>>. Acesso em 17 de maio de 2016



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Ajuste da lâmina de irrigação e sua resposta nas componentes de rendimento da cultura do milho.

Luan Junior Kuhn⁽¹⁾; Leonardo Chechi⁽¹⁾; Vanderléia Fotuna⁽²⁾; Patricia Mara de Almeida⁽²⁾; Maurício Albertoni Scariot⁽³⁾; Hugo von Linsingen Piazzetta⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim, Rio Grande do Sul; Bolsista FAPERGS; (luankuhn@hotmail.com); (leonardochechi@gmail.com); ⁽²⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; UFFS – Campus Erechim (leiafortuna@hotmail.com); (patimara97@hotmail.com); ⁽³⁾ Mestrando do PPGCTA- UFFS Campus Erechim, (mauricioalbertoniscariot@gmail.com); ⁽⁴⁾ Professor;- UFFS Campus Erechim, (hugo.piazzetta@uffs.edu.br).

RESUMO: Sendo a deficiência hídrica uma das principais causas para a baixa produtividade da cultura do milho no Brasil, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar as componentes de rendimento da cultura submetidas a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura. Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC). Os tratamentos 100% CC e controle apresentaram resultados similares, diferindo estatisticamente apenas para a componente matéria seca da parte aérea. O tratamento Lâmina apresentou os melhores resultados para as componentes número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e peso de mil, enquanto o tratamento 55% CRA apresentou as melhores médias para as componentes matéria seca da parte aérea, espigas por planta e também peso de mil grãos. Por fim, a planilha Lâmina mostrou grande potencial para a recomendação de irrigação, no entanto, mais estudos são necessários em condições climáticas diversas.

Termos de indexação: *Zea mays* L., água, precipitação.

INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura do milho apresenta produtividade média nacional de 4934 kg ha⁻¹, muito

baixa comparada aos principais países produtores (Conab, 2016). Dentre as causas para a baixa produtividade está a deficiência hídrica. Sendo assim, a adoção de um sistema de irrigação pode suprir as necessidades hídricas da cultura, evitando assim, as perdas. No entanto, a irrigação no Brasil é feita muitas vezes sem acompanhamento técnico, ocasionando grande desperdício de água. Dessa maneira, faz-se necessário entender o efeito da irrigação sobre os componentes do rendimento da cultura, afim de estabelecer um manejo racional e eficaz da água de irrigação em sistemas agrícolas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os componentes do rendimento da cultura do milho submetido a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, durante safra 2015/2016. No local, o solo é classificado como Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo Alíco (IBGE, 2002). O clima do local é Cfa conforme classificação estabelecida por Köppen (1931). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma parcela com dimensões de 3 m de largura por 3 m de comprimento totalizando 9 m² por unidade experimental.

A semeadura foi realizada no dia 3 de novembro, utilizando-se o híbrido simples MG 300 (Morgan Sementes). Adotou-se o espaçamento de 0,50 metros de distância de entre fileiras e população de 80 000 plantas por hectare. A adubação utilizada foi

de 500 kg ha⁻¹ da fórmula (NPK) 5-20-20 + 200 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples (16% de P₂O₅) no momento da semeadura e 140 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura, divididos em duas aplicações, sendo uma em estágio vegetativo V4 e outra em V8. Estas doses de fertilizantes foram definidas a partir das condições químicas do solo, determinadas por meio de análise de solos, seguida de interpretação e recomendação conforme SBCS (2004). O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de herbicida pós-emergente de princípio ativo glyphosate na dose de 3L ha⁻¹ em pré-semeadura. Posteriormente a semeadura, utilizou-se os herbicidas de princípio ativo glyphosate (3L ha⁻¹) e atrazina (6 L ha⁻¹) após o primeiro fluxo de emergência de plantas daninhas. O controle de pragas e doenças foi realizado com tratamento químico sempre que o nível de dano econômico foi atingido, sendo assim realizou-se o monitoramento constante da sanidade da cultura. A aplicação de água foi realizada manualmente, utilizando mangueira e hidrômetro digital para quantificar o volume de água aplicado.

Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura do milho foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC).

O tratamento controle recebeu água apenas pela ocorrência natural de chuvas no local, monitorado com o auxílio de estação meteorológica. Para o tratamento 55% CRA, estimou-se a capacidade total de água (CTA) para o solo, a capacidade real de água para o solo (CRA) e o armazenamento (ARM) de água no solo, conforme metodologia proposta por Bernardo (2005). A partir dos valores de CRA e ARM realizou-se a correção da umidade do solo aplicando-se o volume de água correspondente a diferença entre estas variáveis. No tratamento Lâmina, utilizou-se a planilha “Lâmina” desenvolvida pelos autores, observando as recomendações estabelecidas por Allen & Pereira (1998). Para o tratamento 100% CC aplicou-se a quantidade de água necessária para manter a umidade do solo na capacidade de campo. Em todos os tratamentos determinou-se a quantidade total de água recebida pela cultura durante seu desenvolvimento.

A colheita da cultura e a trilha das espigas foi realizada de forma manual, com umidade de grãos em torno de 18 a 22%, coletando-se uma área de 4 m² em cada parcela. Após foi realizada a análise

dos componentes de rendimento, os quais foram matéria seca (MS) da parte a planta, número de espigas por planta, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos.

A contagem de espigas por planta foi determinada avaliando-se todas as plantas dentro da área colhida. O número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga foram determinados em sete espigas em cada parcela. O restante da parte aérea das plantas da parcela foi moída e seca em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60°C até atingir peso constante, visando mensurar a matéria seca da parte aérea da planta, a qual foi determinada com o auxílio de balança analítica, sendo o peso dos grãos não incluído no cálculo.

A determinação do peso de mil grãos foi realizada contando-se oito repetições de 100 grãos, as quais foram pesadas com o auxílio de balança analítica. A umidade dos grãos foi determinada pelo método da estufa a 105±2° C por 24 h, visando a correção da umidade para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo que os tratamentos que apresentaram significância foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para estes procedimentos, utilizou-se o software SPSS v.22,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia apresentada, a água recebida pela cultura (irrigação + chuva) correspondente a cada tratamento foi 1139,60 mm para o tratamento controle, 1284,05 mm para o tratamento Lâmina, 1345,62 mm para o tratamento 55% CRA e 1416,89 mm para o tratamento 100% CC. A distribuição das irrigações e das chuvas durante o período são apresentadas na **figura 1**. A distribuição das lâminas de irrigação aplicadas foi obtida pela média das quatro repetições somadas em períodos de 25 dias, iniciando-se na semeadura até a colheita.

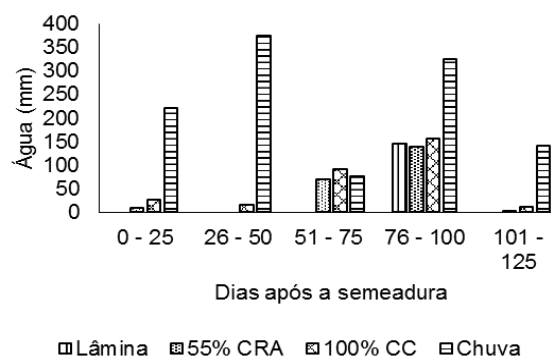


Figura 1: Irrigações médias (mm) somadas e precipitações em períodos de 25 dias, iniciando-se após a semeadura até a colheita da cultura.

Na **figura 2**, é apresentado o balanço hídrico diário durante o período de desenvolvimento da cultura. Pode-se observar alguns períodos de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, sendo o mais prolongado entre os dias 10 de janeiro e 29 de janeiro, período que condiz com o início da fase de enchimento de grãos da cultura.

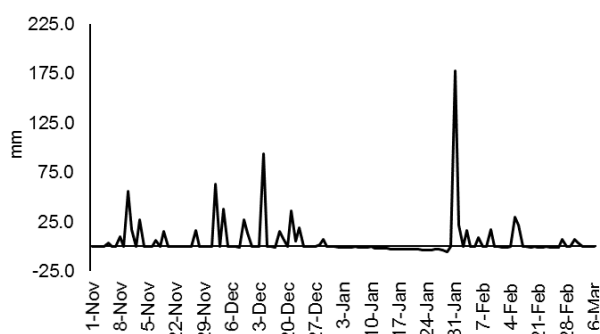


Figura 2: Balanço hídrico diário, no período de 1 de novembro de 2015 à 6 de março de 2016.

Na **tabela 1** e na **tabela 2** são apresentadas as médias correspondentes aos componentes de rendimento da cultura. Para a componente matéria seca da parte aérea (MS), observa-se maior teor de MS no tratamento 55% CRA, sendo que este apresenta diferença significativa para os demais. Logo em seguida, aparece o tratamento 100% CC e o tratamento Lâmina, não se diferenciando significativamente entre si. Todos os tratamentos apresentaram diferença significativa para o tratamento controle, que apresentou a menor produção de matéria seca, o que pode ser explicado pela ocorrência de períodos de menor disponibilidade de água durante o ciclo da cultura. A maior produção de matéria seca no tratamento 55% CRA pode ser explicado pelas irrigações realizadas no período de crescimento vegetativo da planta, as quais não foram realizadas no tratamento Lâmina. O tratamento 100% CC também recebeu irrigações durante o período de crescimento vegetativo, no entanto, como se objetivou manter a umidade do solo na umidade de capacidade de campo, na ocorrência de altos volumes de chuva, as plantas submetidas a este tratamento podem ter ficado em condições de solo saturado. Em condições de saturação, o excesso de água diminui a aeração, dessa maneira, a falta de oxigênio impede a

absorção metabólica da água em razão da indisponibilidade de energia (ATP), em função da baixa eficiência da atividade respiratória (Floss, 2011).

De acordo com Magalhães & Durães (2006) todas as folhas e espigas que a planta irá produzir são formados no estágio de crescimento vegetativo V3, e durante este estágio tanto a falta de água como o excesso de umidade podem vir a causar danos a cultura, uma vez que ponto de crescimento da planta ainda se encontra abaixo do solo. Isto além de explicar a maior produção de matéria seca no tratamento 55% CRA comparado aos outros tratamentos, também explica o maior número de espigas por planta para o mesmo tratamento, o qual apresenta diferença significativa sobre os demais que apresentaram resultados semelhantes entre si.

Tabela 1: Médias dos componentes do rendimento matéria seca da parte aérea (MS), número de espigas por planta e fileiras por espigas nos diferentes tratamentos aplicados.

Tratamento*	MS (Kg ha ⁻¹)	Espigas planta ⁻¹	Fileiras espigas ⁻¹
Controle	6095,00 ^c	0,96 ^b	15,57 ^a
Lâmina	6610,49 ^b	0,96 ^b	15,92 ^a
55% CRA	7162,28 ^a	1,02 ^a	16,00 ^a
100% CC	6788,96 ^b	0,95 ^b	16,05 ^a
CV (%)	2,42	1,10	2,68

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

O número de fileiras por espiga não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Já para o componente grãos por fileira o tratamento 55% CRA apresentou o menor rendimento, o que pode ser explicado pelo maior número de fileiras por espiga (mesmo não apresentando diferença significativa), uma vez que para grãos por espiga, apenas o tratamento Lâmina apresentou valores superiores, diferenciando-se estatisticamente dos demais. O tratamento 55% CRA apresentou o segundo maior rendimento médio de grãos por espiga, no entanto não se diferiu dos tratamentos 100% CC e controle. O número de fileiras na espiga é estabelecido no estágio V12, enquanto o número de grãos por fileira e número total de grãos por espiga é definido no estágio V17, sendo que tanto o estresse por falta de água como por condições de saturação podem ocasionar diminuição na produção de grãos, porém a maior redução pode acontecer no estágio R1, onde se tem a determinação do número de óvulos que serão fertilizados, assim, óvulos não fertilizados, não produziram grãos. (Magalhães &

Durães, 2006). De acordo com Floss (2011) plantas com déficit hídrico formam menor número de grãos de pólen e óvulos, devida a menor síntese de proteínas e menor taxa de duplicação do DNA. No caso do milho, pode também ser resultado da não fertilização, uma vez que a formação do tubo polínico e sua inserção no estilete feminino só ocorrem se o estilete estar bem hidratado.

Dessa maneira, as diferenças estatísticas encontradas entre os tratamentos podem ser explicadas por uma menor disponibilidade (controle) ou excesso de água (100% CC) durante esses períodos.

Tabela 2: Médias dos componentes do rendimento número de grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos, nos diferentes tratamentos aplicados.

Tratamento*	Grãos fileira ⁻¹	Grãos espiga ⁻¹	Peso de mil grãos (g)
Controle	33,11 ^a	512,33 ^b	320,14 ^c
Lâmina	34,70 ^a	537,64 ^a	334,59 ^{ab}
55% CRA	30,82 ^b	517,92 ^b	338,13 ^a
100% CC	32,90 ^a	509,08 ^b	326,63 ^{bc}
CV (%)	2,74	1,70	1,22

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Por fim no componente peso de mil grãos é observado maior peso para o tratamento 55% CRA, seguido pelo tratamento Lâmina, não se diferenciando estatisticamente entre si. O tratamento 100% CC, apesar de apresentar rendimento similar ao tratamento Lâmina não apresentou diferença significativa para o tratamento controle, o qual apresentou o menor peso de mil grãos. Fancelli (2015), relata que o enchimento de grãos de milho ocorre basicamente em duas fases: 1) no estágio R2, onde se observa um acúmulo de açúcares solúveis no endosperma dos grãos que contribuem para o incremento de sua massa, sendo estes provenientes da translocação de fotoassimilados das folhas e colmos; e 2) no estágio R3 onde se observa uma acentuada deposição de amido nos grãos, sendo um período quase que exclusivamente destinado ao ganho de peso dos grãos. Baixa disponibilidade de água em qualquer destas fases, acarretará numa baixa eficiência de translocação, resultando em perda de peso dos grãos, gerando grãos leves e pequenos. Como o peso de grãos é resultado da translocação dos fotoassimilados contidos nas folhas e colmos, verifica-se uma similaridade de resultados entre a produção de MS e o peso de mil grãos, apresentando assim, maior

peso de mil grãos para o tratamento que apresentou maior produção de MS (55% CRA). No entanto, deve-se destacar a condição hídrica durante o enchimento de grãos, diminuindo o efeito negativo do estresse hídrico sobre a translocação de fotoassimilados.

CONCLUSÕES

A falta de água tem efeito negativo sobre os componentes de rendimento da cultura do milho na região de Erechim-RS, no entanto, deve-se evitar o excesso de irrigações.

O método de determinação da lâmina de irrigação pela planilha Lâmina mostrou ser acurado para as componentes, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos. No entanto, apresentou performance inferior ao tratamento 55% CRA para as componentes MS e número de espigas por planta. Dessa maneira, mais estudos são necessários para avaliar o desempenho da planilha em condições climáticas diversas, e possivelmente, alguns ajustes devem ser feitos na Lâmina, para o período vegetativo da cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de auxílio ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 656 p.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- IBGE. Mapa de solos do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unid ades_federacao/rs_pedologia.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.;

PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio a Colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 351 P.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011, 734 p.

KÖPPEN W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1931. 388 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2004. 401 p

Estudo comparativo de coeficientes de cultura (Kc) para o manejo de irrigação do milho obtidos experimentalmente e estimados pelo manual FAO/56

Crisálida Alves Correia⁽¹⁾; Paulo Emílio Pereira de Albuquerque⁽²⁾; Wander Lauro de Amaral⁽³⁾; Christoph Hermann Passos Tigges⁽³⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail crisalida_correia@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Eng. Agrícola, D.Sc., Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João Del Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa.

RESUMO: A otimização na produção do milho está relacionada a diversos fatores, dentre eles a disponibilidade hídrica. Para tanto, em cultivos irrigados, é fundamental determinar as necessidades hídricas dessa cultura para ajustar as práticas de irrigação. Este trabalho teve como objetivo comparar, para algumas localidades, coeficientes de cultura (Kc) e lâmina líquida de irrigação requerida (LIR) do milho, por meio de três métodos: a) observação de dados experimentais; b) dados experimentais ajustados; e c) estimativas, segundo o manual FAO-56 (Allen et al., 1998). Em algumas regiões os valores de Kc recomendados pelo FAO-56 foram ligeiramente superiores aos obtidos experimentalmente, superestimando a lâmina líquida de irrigação requerida (LIR) para aquelas condições experimentais. Para os municípios de Piracicaba (SP), Seropédica (RJ) e Teresina (PI) os valores de LIR obtidos com os dados de Kc pelo FAO-56 foram inferiores (de 0,9 a 8,3%) aos valores experimentais e ajustados, respectivamente. No geral, os valores de Kc do manual FAO-56 levaram a uma boa estimativa da lâmina líquida de irrigação requerida (LIR) para a cultura do milho, pois a LIR variou no intervalo entre -10% e +10% ao compará-la com dados experimentais e ajustados por polinômio de terceiro grau para os valores de Kc em função dos dias após o plantio (DAP).

Termos de indexação: evapotranspiração da cultura (ETc), requerimento hídrico, eficiência do uso da água.

INTRODUÇÃO

Dados do IBGE indicam que o milho está distribuído em 2801 municípios, em várias regiões do Brasil. Essa cultura já se tornou a segunda maior “commodity” no país, sendo que nos últimos cinco anos houve um aumento de 15,5% na produtividade. A otimização na produção está relacionada a diversos fatores, dentre eles a

distribuição hídrica, que influencia principalmente na fase de germinação, floração e enchimento de grãos (Sans et al., 2001).

Para tanto, em cultivos irrigados, é necessário determinar as necessidades hídricas dessa cultura para ajustar as práticas de irrigação. Isso permite a utilização da água de maneira eficiente e a expressão do máximo de potencial produtivo da cultura. Desse modo, segundo Chaves et al. (2005), uma das alternativas utilizadas no manejo de irrigação é obter a evapotranspiração da cultura (ETc), a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultura (Kc) durante os estádios de desenvolvimento das plantas. Essas variáveis dependem principalmente da cultura, de elementos meteorológicos e do solo, podendo ser estimadas diretamente através de lísimetros ou indiretamente através da seguinte equação:

$$ETc = Kc * ETo \quad (1)$$

Em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);

Kc = coeficiente de cultura;

ETo = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

O coeficiente da cultura ou de cultivo está ligado a fatores ambientais e fisiológicos das plantas, nas quais deve ser determinado, de preferência nas condições do local que será utilizado (Medeiros et al., 2004).

Neste sentido, objetivou-se realizar um comparativo, para algumas localidades, entre coeficientes de cultura (Kc) do milho, por meio de três métodos: a) observação de dados experimentais; b) dados experimentais ajustados; e c) estimativas, segundo o manual FAO-56 (Allen et al., 1998). Deste modo, observou-se, então, a influência que esses três métodos têm no manejo de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, realizou-se um levantamento bibliográfico de vários trabalhos técnicos e técnico-científicos acerca dos coeficientes de cultura (Kc) do milho obtidos nas condições brasileiras.

Posteriormente, elaborou-se uma base de dados, utilizando planilhas eletrônicas, seguindo o critério de localidade e da época de plantio encontrados na literatura para cada região. Para a análise dos dados, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases (estádios) de acordo com Doorenbos & Pruitt (1977) e com o manual FAO-56 (Allen et al., 1998), segundo Albuquerque (2007), além do trabalho de pesquisa original.

A equação mais adequada para descrever e ajustar a curva de coeficiente de cultivo (Kc) foi a polinomial de terceiro grau. Os dias após o plantio (DAP) e Kc foram as duas variáveis analisadas conjuntamente. A determinação dos valores mínimos e máximos dos valores de Kc, em função do DAP, foi obtida pela primeira derivada da função polinomial encontrada.

O ajustamento do Kc recomendado pelo FAO-56, para a fase inicial (Kc-ini), média (Kc-med) e final (Kc-fin) foi obtido, respectivamente, pelas equações 2 (Albuquerque et al., 2001) e 3 (Allen et al., 1998):

$$Kc_{ini} = 1,41704 - 0,092412 * ETo - 0,11001 * F + 0,0042672 * ETo^2 + 0,0033743 * F^2 + 0,00028724 * Eto * F \quad (2)$$

$$Kc_{med} ou Kc_{fin} = Kc_{med} (tab) ou Kc_{fin} (tab) + [0,04 * (u2 - 2) - 0,004 * (UR_{min} - 45)] * \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3} \quad (3)$$

A primeira equação apresenta valores de frequência de irrigação ou de chuva (F, em dias) e evapotranspiração de referência (ETo, em mm dia⁻¹). E, para o Kc médio e final, utilizaram-se valores decendiais de umidade relativa mínima do ar (URmin, em %) e velocidade do vento a 2 m de altura (u2, em m s⁻¹), correspondente a cada município.

O manejo de irrigação para os dados experimentais, ajustados e recomendados pelo FAO-56 foram simulados em planilha eletrônica, segundo Albuquerque (2007), sob condições de umidade inicial do solo equivalente a 50%, aspersão convencional com precipitação de 10 mm hora⁻¹ e turno de irrigação médio previsto para a fase 1 de 3 dias. A ETo necessária para uso na planilha de manejo de irrigação foi obtida observando-se a época de desenvolvimento do milho, de acordo com a localidade.

As lâminas de irrigação requeridas (LIR), para todos os três métodos, foram obtidas da planilha de manejo de irrigação. Os valores de LIR obtidos dos dados experimentais e ajustados foram comparados aos de LIR do FAO-56 com a seguinte equação:

$$Desvio = 100 * x \frac{LIR_{exp/ajust} - LIR_{FAO}}{LIR_{FAO}} \quad (4)$$

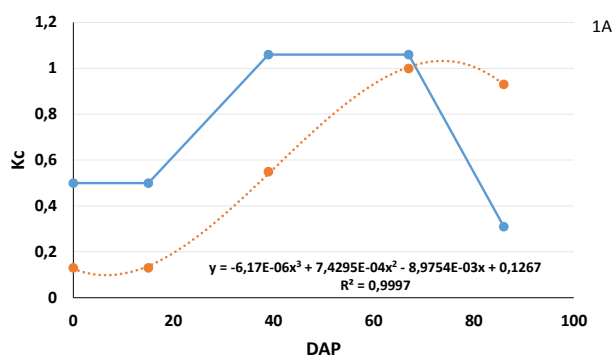
LIR_{exp/ajust} = Lâmina Líquida de Irrigação Requerida para dados experimentais ou ajustados, respectivamente;

LIR_{FAO} = Lâmina Líquida de Irrigação Requerida para dados do FAO-56.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se analisar a correlação entre coeficiente de cultura (Kc) recomendado pelo FAO e o obtido por Almeida et al. (2013) e Santos et al. (2014), para a região de Mossoró – RN. Nesses trabalhos utilizaram a cultivar AG 1051, com semeadura em maio de 2010 e em novembro de 2011, respectivamente.

Na Figura 1A e na Tabela 1 observam-se que os dados do FAO-56 refletiram em um aumento na lâmina de irrigação requerida (LIR) de 9,56 e 8,59% em relação aos dados experimentais e aos ajustados, respectivamente (Tabela 1). Verifica-se que os valores de Kc experimentais variaram pouco em relação aos valores ajustados, o que é demonstrado pelo alto coeficiente de determinação (R²). O Kc experimental da fase 3 apresentou valor aproximado ao recomendado pelo FAO (Figura 1A). Neste caso, a LIR pelo método do FAO-56 está superestimada, o que significa que o Kc recomendado pelo FAO-56 não seria o mais adequado para aquelas condições experimentais.



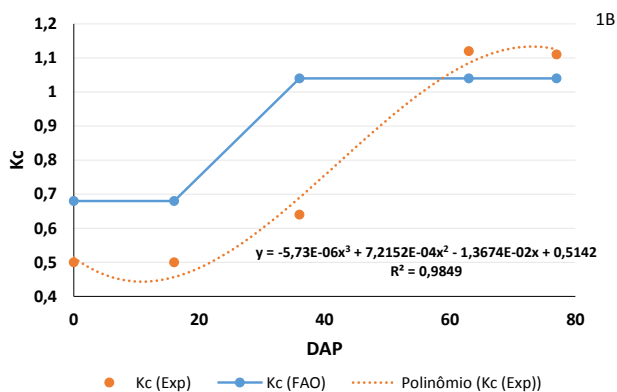


Figura 1: Coeficiente de cultura (Kc) obtidos do manual FAO-56, de dados experimentais e ajustados, em relação aos dias após plantio (DAP), segundo Almeida et al. (2013) (1A) e Santos et al. (2014) (1B).

No trabalho descrito por Santos et al. (2014) para o milho verde, verifica-se que os valores de Kc experimentais não concordaram com os recomendados pelo FAO durante todo o ciclo da cultura (Figura 1B). Porém, no total do ciclo, não houve diferenças consideráveis na LIR, o que resultou numa proximidade entre a quantidade de irrigações (Tabela 1). Dessa forma, os valores de Kc, para o milho verde, recomendados pelo FAO-56 podem ser utilizados quando cultivados sob as condições edafoclimáticas do município de estudo. Nota-se que na fase 3 o Kc ajustado do FAO ficou subestimado em relação ao Kc experimental. Essa fase é a que apresenta os maiores valores de Kc, visto que corresponde ao estágio de florescimento até o início de enchimento de grãos (Albuquerque & Guimarães, 2004) e coincide com o período crítico da cultura, em que acontecem os maiores impactos causados pelo déficit hídrico, refletindo na redução da produção de grãos (Bergamaschi et al., 2004).

Souza et al. (2012) e Detomini et al. (2009) desenvolveram um trabalho para o milho grão nas cidades de Seropédica - RJ (Figura 2A) e Piracicaba - SP (Figura 2B), respectivamente. Nesta ordem, utilizaram a cultivar Eldorado, com semeadura realizada em dezembro de 2006, e o híbrido DKB 390, semeado em 24 de novembro de 2005.

Analisando os dados apresentados na Figura 2A, nota-se que o Kc inicial para todos os métodos não variou consideravelmente. Condição contrária à verificada da Figura 2B, em que o Kc inicial recomendado pelo FAO-56 se mostrou relativamente maior ao Kc experimental e ajustado. Com isso, o número de irrigações aplicadas, com

base no método do FAO, teve maior expressão comparada aos outros métodos.

A metodologia utilizada pelo manual FAO-56, para a estimativa do Kc, também considera fatores climáticos diários, como a umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Possivelmente, as variáveis climáticas nas condições experimentais, durante a fase inicial, estão bem próximas das consideradas pelo FAO (Figura 2A). O período inicial de desenvolvimento da cultura está compreendido entre os meses de maiores precipitações pluviométricas, interferindo no teor de umidade do solo que, por sua vez, afeta o requerimento hídrico das culturas (Mendonça et al, 2007), diminuindo a diferença entre os métodos.

A LIR obtida pelo Kc do FAO-56 não atende a demanda hídrica do milho na região de Seropédica - RJ, sendo que a LIR resultante do Kc experimental e ajustado se mostrou de 8,29 a 4,78% maiores que a recomendação do FAO-56, respectivamente. No entanto, para a cidade de Piracicaba, somente a LIR calculada pelo Kc experimental que se mostrou significativamente maior em relação ao Kc do FAO-56. O Kc polinomial não refletiu expressivamente em maior LIR, praticamente se igualando aos valores do FAO-56 (Tabela 1). Para tanto, o manejo de irrigação nos dois casos permanece o mesmo.

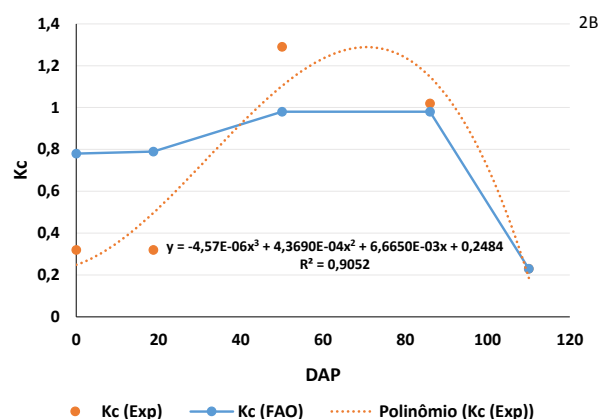
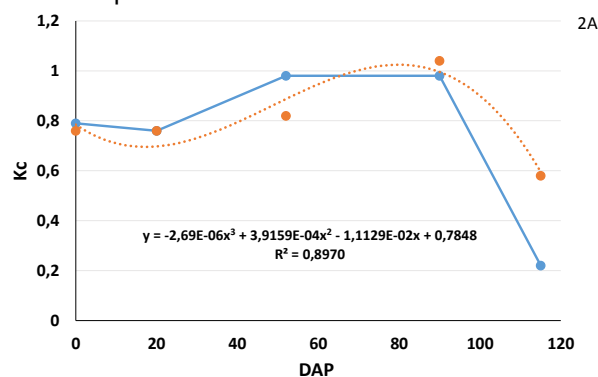


Figura 2: Coeficiente de cultura (Kc) obtidos do manual FAO-56, de dados experimentais e ajustados, em relação aos dias após plantio (DAP), segundo Souza et al. (2012) (2A) e Detomini et al. (2009) (2B).

Na cidade de Teresina – PI, Ferreira et al. (2007) determinaram valores médios de coeficiente de cultura para o milho CMS 47, semeado em agosto de 2006 (Figura 3). Nota-se que o Kc inicial dos dados experimentais e ajustados diferiu em relação ao FAO-56. Neste trabalho, maiores LIR foram determinadas para valores ajustados, refletindo em maiores quantidades de irrigações (Tabela 1). Muitos produtores de milho têm utilizado o Kc do FAO-56, uma vez que é um processo muito trabalhoso obtê-lo experimentalmente (Souza et al., 2012). No entanto, em muitas localidades, como em Teresina – PI, diferenças no manejo de irrigação podem ocorrer devido às condições de solo e comportamento das condições climáticas, o que influenciam nas necessidades hídricas da cultura com consequentes reduções de produtividade. Levar em consideração o Kc experimental é importante para utilização da água de maneira eficiente, otimizando a produção da cultura.

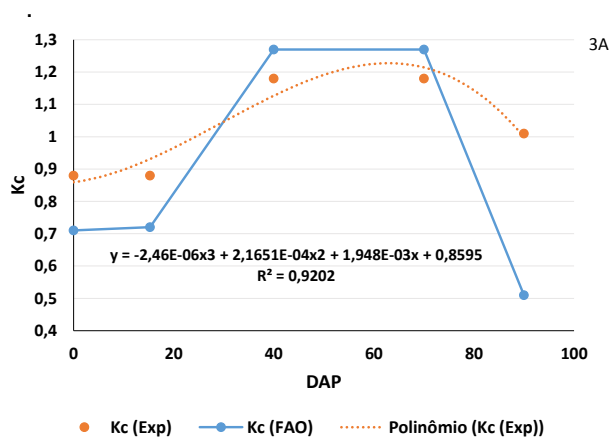


Figura 3: Coeficiente de cultura (Kc) obtidos do manual FAO-56, de dados experimentais e ajustados, em relação aos dias após plantio (DAP), segundo Ferreira et al. (2007).

CONCLUSÕES

As estimativas dos valores de Kc pelo manual FAO-56 propiciaram boas estimativa da lâmina líquida de irrigação requerida (LIR) para a cultura do milho em diferentes regiões brasileiras, pois a LIR variou no intervalo entre -10% e +10% ao compará-la com dados experimentais e ajustados por polinômio de terceiro grau para os valores de Kc em função dos dias após o plantio (DAP).

AGRADECIMENTOS

À Agência Nacional de Águas (ANA) e à Embrapa, agradecemos pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P.E.P. de. Planilha eletrônica para programação da irrigação em sistemas de aspersão convencional, pivô central e sulcos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 18p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 97).

ALBUQUERQUE, P.E.P.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SOUSA, F.; SEDIYAMA, G.C.; BEZERRA, J.R.C.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Coeficientes de cultivo das principais culturas anuais. *Revista ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna*, n.52/53, p.49-57, 2001.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P.; Estimativa de coeficientes de cultura (Kc) da fase de florescimento para milho e sorgo no Estado de Minas Gerais. In: XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Cuiabá – MT.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ALMEIDA, B. M. ; CAVALCANTE JUNIOR, E. G. ; MEDEIROS, J. F. ; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. . Coeficientes de cultivo para a cultura do milho (zea mays L.) usando 'mulch' como cobertura do solo. In: I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido -, 2013, Iguatu. Pesquisa e transferência de tecnologia contextualizada ao semiárido, 2013.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

CHAVES, S. W. P.; AZEVEDO, B. M.; MEDEIROS, J. F.; BEZERRA, F. M. L.; MORAIS, N. B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.3, p. 262-267, 2005.

DEDOMINI, E. R.; MASSIGNAN, L. F. D.; LIBARDI, P. L.; NETO, D. D. Consumo hídrico e coeficiente de cultura para o híbrido DKB 390. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Maringá, 31(3), 445-452, Set. 2009.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Rome: FAO, 1977. 144p. (Irrigation and drainage paper, 24).

FERREIRA, V. M.; ANDRADE, A. S.; MASCHIO, R.; CARDOSO, M. J.; SILVA, C. R.; MORAIS, E. L. C. Coeficientes de cultivo do milho em sistemas monocultivo e consorciado com feijão caupi. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Aracajú – SE, 2007.

MEDEIROS, G. D.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; BONI, N. R. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1733-1742, Sept. 2000.

MENDONÇA, J. C., SOUSA, E. F., BERNARDO, S., SUGAWARA, M. T., PEÇANHA, A. L., GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 471-475, Oct. 2007.

SANS, L.M.A.; ASSAD, E.D.; GUIMARÃES, D.P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a

cultura do milho na região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.527-535, 2001.

SANTOS, W. O.; SOBRINHO, J. E.; MEDEIROS, J. S.; De MOURA, M. S. B.; NUNES, R. L. C. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 19, n.4, p. 559-572, outubro-dezembro, 2014.

SOUZA, A. P; Lima, M.E.; Carvalho, D.F. . Evapotranspiração e coeficientes de cultura do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Agrária** (Recife. Online), v. 7, p. 142-149, 2012

Tabela 1: Lâmina Líquida de Irrigação Requerida (LIR); número de irrigações e desvio encontrado entre dados experimentais/ajustados e pelo manual FAO-56, durante o ciclo da cultura do milho.

Autores	LIR (mm)			Nº DE IRRIGAÇÕES			DESVIO (%)*	
	FAO ¹	EXP ²	POLI ³	FAO	EXP	POLI	EXP	POLI
Almeida et al. (2013)	361,7	327,2	330,7	22	17	17	-9,56	-8,59
Santos et al. (2014)	492,9	493,2	487,4	29	27	27	0,08	-1,10
Souza et al. (2012)	465,7	504,3	487,9	30	31	30	8,29	4,78
Detomini et al. (2009)	403,3	419,5	406,8	27	23	22	4,03	0,87
Ferreira et al. (2007)	587,7	617,7	630,8	32	36	36	5,11	7,34

*Conforme equação 4; ¹ Dados do manual FAO-56; ² Dados experimentais; ³ Dados experimentais ajustados por polinômio de terceiro grau



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Sete Lagoas, MG

Wander Lauro do Amaral⁽¹⁾; Paulo Emílio Pereira de Albuquerque⁽²⁾; Daniel Pereira Guimarães⁽³⁾; Crisálida Alves Correia⁽⁴⁾; Thaís Melo da Fonseca⁽⁴⁾; Christoph Hermann Passos Tigges⁽⁴⁾; Lorena Martins Brandão⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de São João del-Rei, bolsista Embrapa, Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail wanderlauro@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Engenheiro Agrícola, doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Embrapa; ⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Engenheiro Florestal, doutorado Ciência Florestal, Embrapa; ⁽⁴⁾ Graduando (a) em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista Embrapa; ⁽⁵⁾ Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ.

RESUMO: O Brasil vem sofrendo uma grande crise hídrica e medidas para minimizar seus efeitos já vêm sendo vistas como emergenciais. Sabe-se que agricultura é o maior consumidor de água no país, portanto a busca de alternativas, para um manejo de irrigação adequado, aliado a um baixo custo de implantação se faz necessária. Avanços na tecnologia e o equilíbrio de métodos de teledetecção permitem estimativas cada vez mais precisas e repetíveis para evapotranspiração de referência (ET₀). O uso de imagens via satélite e de métodos mais simples para determinação de variáveis agrônomicas surgem como alternativa para a agricultura no país. Em função das necessidades atuais, o presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho de métodos indiretos para estimativa da ET₀ para a cidade de Sete Lagoas, MG. Foram analisados os seguintes métodos para estimar ET₀: Penman-Monteith FAO 56, FAO24-Penman e Priestley-Taylor e imagens de satélite. Independente do período do ano, os métodos de FAO24-Penman e Priestley-Taylor podem ser usados para a cidade de Sete Lagoas. A ET₀ obtida por imagens via satélite se mostra eficaz apenas no período seco.

Palavras-chave: Evapotranspiração, satélite, modelos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil vem sofrendo uma grande crise hídrica e medidas para minimizar seus efeitos já vem sendo vistas como emergenciais.

Sabe-se que a agricultura é o maior consumidor de água no país, em contrapartida é uma atividade fundamental para sua economia (Bicudo, Tundisi e Scheuenstuhl, 2010). Tudo isso leva a um dilema aos produtores e melhoristas que travam uma batalha diária, visando acréscimos em produtividade e contínua melhora na qualidade do que se produz, ao mesmo tempo em que a redução do consumo de

água nas lavouras se torna preponderante ao bem-estar público.

Diante desse fato, a busca de alternativas, para um manejo de irrigação adequado, aliado a um baixo custo de implantação tornando-se uma alternativa viável para produtores que contam com baixo nível tecnológico, se faz necessária.

A determinação da evapotranspiração (ET₀) pode ser feita por meios diretos (atmômetros, tanque classe A, lisímetros) e por métodos indiretos (modelos matemáticos) que se baseiam em variáveis meteorológicas Pereira et al. (2009). Dos métodos indiretos a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) recomenda o modelo de Penman-Monteith como método padrão para a estimativa da ET₀ (ALLEN et al., 1998). “Entretanto, esse método necessita de grande número de elementos meteorológicos, que nem sempre estão disponíveis em algumas regiões[...]” (PEREIRA et al., 2009). Por isso o uso de métodos mais simples se fazem necessários para redução de custos.

O uso de imagens via satélite e de métodos mais simples para determinação de variáveis agrônomicas surgem como alternativa para a agricultura. Esta ideia é reforçada por Savoca et al. (2013), ao afirmarem que avanços na tecnologia e o equilíbrio de métodos de teledetecção permitem estimativas cada vez mais precisas e repetíveis para evapotranspiração de referência.

Em função das necessidades atuais, o presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho de métodos indiretos para estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Sete Lagoas, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o trabalho foram utilizados dados meteorológicos coletados na Estação Climatológica de Sete Lagoas, MG, pertencente à rede de estações convencionais do Instituto Nacional de

Meteorologia – INMET. A estação foi instalada em maio de 1926, coordenadas 19° 29' 04" S e 44° 10' 25" W e altitude de 753 metros. Os elementos climáticos obtidos da estação convencional referentes ao ano de 2015 foram usados na determinação da evapotranspiração de referência (ET₀). Com o auxílio do programa CLIMA - programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos - foram aplicados os seguintes métodos: Penman-Monteith FAO 56, FAO24-Penman e Priestley-Taylor. Para estimar a evapotranspiração de referência através de imagens de satélite utilizou-se a formulação operacional SSEBop (Senay et al, 2013).

a) O método Penman-Monteith FAO 56 é expresso pela seguinte equação (Allen et al., 1998):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

Em que:

ET₀- evapotranspiração de referência, mm d⁻¹

Δ - declividade da curva de pressão de vapor na saturação versus temperatura do ar, kPa °C⁻¹

R_n - saldo de radiação na superfície do cultivo, MJ m⁻² d⁻¹

G - densidade de fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹

γ - constante psicrométrica, kPa °C⁻¹

U₂ - velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹

e_s - pressão de vapor na saturação, kPa

e_a - pressão de vapor atual, kPa

T_{med} - temperatura média do ar tomada a 2 m de altura, °C

b) Método FAO24-Penman é sugerido por Doorenbos & Pruitt (1977), cuja evapotranspiração de referência é dada em (mm d⁻¹).

$$ET_0 = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) + \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} 2,7Wf(e_s - e_a)$$

Onde:

W - fator de ponderação para os efeitos da radiação, MJ m⁻² d⁻¹

f - velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹

c) A equação empregada no método de Priestley-Taylor, tem a seguinte forma (Jensen et al., 1990; Allen, 2000):

$$ET_0 = 1,26 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G)$$

d) A ET₀ obtida por imagens via satélite é calculada a partir de dados de parâmetros do clima que é extraído do *Global Data Assimilation System* (GDAS). Os dados GDAS são gerados a cada 6 horas pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Os campos VDR utilizados como entrada para o cálculo ET₀ incluem temperatura do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, umidade relativa e radiação solar (onda longa, onda curta, de entrada e saída). A ET₀ é calculada através das equações que foram padronizadas de acordo com a publicação do manual FAO 56 para os cálculos de 6 horas (Allen et al, 1998). Os valores diários são ampliados (ou seja, multiplicada) por um fator de 100 para preservar a precisão de 0,01 mm.

e) As medias diárias foram submetidas a análise de variância com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000), onde foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

f) Para se avaliar o desempenho dos métodos de determinação da ET₀ os valores estimados pelos métodos de FAO24-Penman, Priestley-Taylor e por imagens de Satélite foram confrontados com os valores estimados por Penman-Monteith FAO 56, por meio do índice de concordância proposto por Willmot, (1982):

$$d = 100 \left[1 - \frac{\sum(e_i - o_i)^2}{\sum[(e_i - \bar{o}) + (e_i - \bar{o})^2]} \right]$$

Onde:

d = coeficiente de desempenho de Willmott, %;

o_i e e_i = valores extremos observados e estimados, respectivamente;

\bar{o} = média dos valores extremos observados.

Em seguida, os valores obtidos de d foram classificados empregando-se a Tabela 1 (Cortês, 2004).

Tabela 1 - Classificação do coeficiente de desempenho de Willmott.

d (%)	Classificação
>85	Ótimo
76 a 85	Muito bom
66 a 75	Bom
61 a 65	Mediano
51 a 60	Sofrível
41 a 50	Mau
≤40	Péssimo

Fonte: Cortês (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos Penman-Monteith FAO 56 e Priestley-Taylor obtiveram médias semelhantes entre si e inferiores aos demais (Tabela 2). Assim como observado por Araujo et al., (2010) para o método FAO-24 Penman, esse o método apresentou leve superestimativa da evapotranspiração, para condições do presente trabalho.

Tabela 2 - Valores médios de evapotranspiração de referência (ET₀).

Métodos	ET ₀ Média
Penman-Monteith	4,25 C
Satélite	4,66 B
Priestley-Taylor	4,86 A
Penman-FAO	5,01 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

O valor de coeficiente de desempenho de Willmott (Tabela 3) para o ano de 2015 visando a obtenção da ET₀ por imagens de satélite apresentou índice de concordância mediano, entretanto, no período compreendido entre maio e agosto, meses que apresentaram baixos índices de pluviosidade na cidade de Sete Lagoas, esse método foi o que mais se assemelhou ao padrão (Penman-Monteith FAO 56) (Gráfico 1 e Tabela 4), onde se obteve índice classificado como ótimo.

Os demais métodos apresentaram índices de concordância de Willmott superiores aos obtidos por satélite e semelhantes entre si quando analisados os dados de todo o ano de 2015.

Percebe-se que os resultados se assemelham aos de Lisboa et al. (2011) que obtiveram melhor desempenho dos métodos em estudo no período sem chuva no norte de Minas Gerais.

Oliveira et al. (2005) obtiveram o melhor índice para estimativa da evapotranspiração no período seco pelo método de Penman-FAO em comparação ao padrão Penman-Monteith FAO 56 para a região de Goiânia-GO. Nas condições do presente trabalho os dados de evapotranspiração obtidos por imagens de satélite se mostraram superiores aos encontrados pelo método Penman-FAO no mesmo período observado pelos autores citados.

Segundo Silva e Souza (2011) e Silva et al. (2010), o método Priestley-Taylor, de maneira geral foi o que apresentou o melhor comportamento. Embora esse método não apresente o maior coeficiente de desempenho, obteve um comportamento satisfatório para as condições de Sete Lagoas.

Tabela 3- Classificação dos métodos empregados quanto ao coeficiente de desempenho de Willmott para o ano de 2015.

Métodos	d (%)	Classificação
Satélite	63,28	Mediano
Priestley & Taylor	78,77	Muito bom
FAO24-Penman	78,88	Muito bom

Tabela 4 - Classificação dos métodos empregados quanto ao coeficiente de desempenho de Willmott para o período entre maio e agosto de 2015.

Métodos	d (%)	Classificação
Satélite	98,11	Ótimo
Priestley & Taylor	95,83	Ótimo
FAO24-Penman	95,92	Ótimo

CONCLUSÕES

Observou-se que, independente do período do ano, os métodos de FAO24-Penman e Priestley-Taylor podem ser usados para cidade de Sete Lagoas.

Quanto à evapotranspiração de referência obtida por imagens via satélite não se aplica para os períodos de maior precipitação, entretanto, para o período seco o método se mostra eficaz quando comparado ao padrão (Penman-Monteith FAO 56).

AGRADECIMENTOS

À Agência Nacional das Águas (ANA) pelo apoio financeiro. À Embrapa Milho e Sorgo pelo suporte no trabalho de levantamento de dados e pela bolsa de estágio do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration**. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 299p.

ARAUJO, G. L.; LACERDA, L. C.; MARTINS, C. A. S. da; RODRIGUES, R. R.; NAZÁRIO, A. A.; SANTOS, V.; REIS, E. F. dos. FAO-24 corrected penman: estimativa da et₀ e comparação com o método de penman-monteith FAO 56 **Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo, Instituto de Botânica, p. 222, 2010.

CHIEW, F. H. S.; KAMALADASA, N. N.; MALANO, H. M.; McMAHON, T. A. Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class-A pan data in Australia. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 9-21, 1995.

CLIMA - programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos/ Rogério Teixeira de

Faria, et al. Londrina: IAPAR, 2002. 29p.:il. (IAPAR. Boletim Técnico, 66).

CORT **Gráfico 1** - Dados de chuva e evapotranspiração referentes ao ano de 2015 para cidade de regional Sete Lagoas, MG.

Estado (Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

DOORENBOS, J.; PRUITT W.O. **Guidelines for prediction of crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. 2ª Edition, FAO, Roma, 144p. 1977.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4. 0**. In: reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332p.

LISBOA, T. M.; BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A. de; SILVA, H. R. F. de; MELO, V. L. de; SANTOS JUNIOR, V. C. Tanque evaporimétrico alternativo e equações para estimativa da evapotranspiração de referência na região norte de MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 5, n. 1, p. 54-62, 2011.

OLIVEIRA, L. F. C.; CORTÊS, F. C.; WEHR, T. R.; BORGES, L. B.; SARMENTO, P. H. L.; GRIEBELER, N. P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.

PEREIRA, D. R.; YANAGE, S. N. M.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; SILVA, L. A. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2488-2493, 2009.

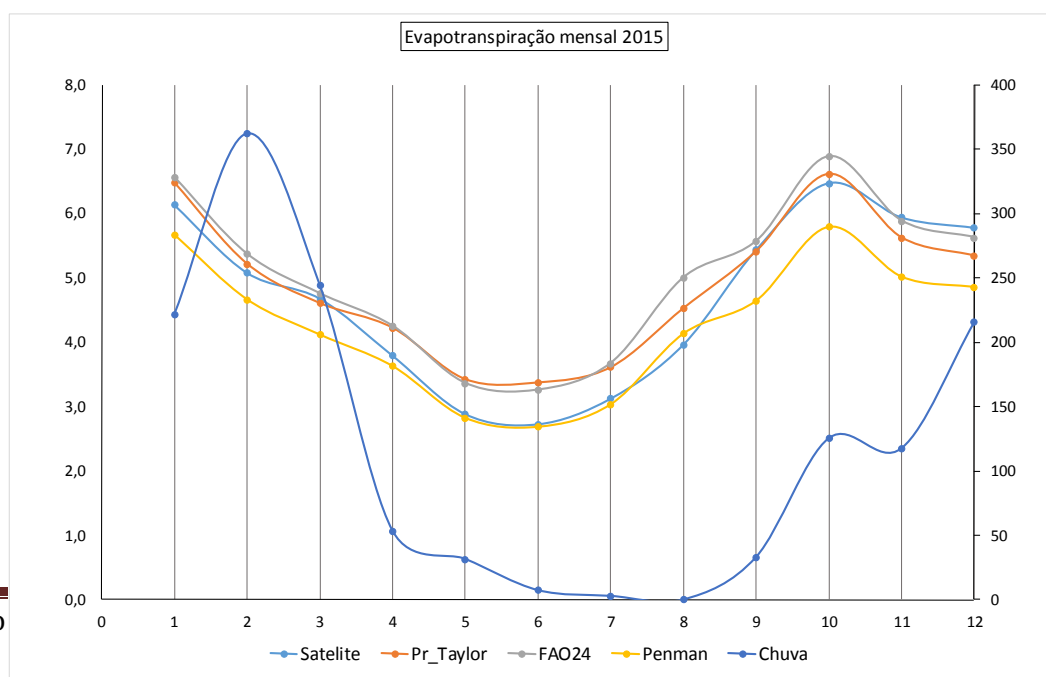
SAVOUCA, M.E., SENAY, G.B., MAUPIN, M.A., KENNY, J.F., and PERRY, C.A. Actual evapotranspiration modeling using the operational Simplified Surface Energy Balance (SSEBop) approach. **U.S. Geological Survey Scientific Investigations**, 2013.

SENAY, G.B., BOHMS, STEFANIE, SINGH, R.K., GOWDA, P.H., VELPURI, N.M., ALEMU, HENOK, AND VERDIN, J.P., 2013, Operational evapotranspiration modeling using remote sensing and weather datasets - A new parameterization for the SSEB ET approach: **Journal of the American Water Resources Association**, v. 49, no. 3, p. 577-591.

SILVA, A. P. N.; SOUZA, L. R. **Estimativa de evapotranspiração de referência no Semiárido Pernambucano**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 4, p. 003-022, out a dez, 2011.

SOUSA, I. F. de; SILVA, V. P. R. da; SABINO, F. G.; NETTO, A. de O.; SILVA, B. K. N.; AZEVEDO, P. V. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 633-644. 2010.

WILLMOTT, C. J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin American Meteorological Society**, v.30, p.1309-1310, 1982.



Lâmina de irrigação e eficiência do uso da água na cultura do milho

Leonardo Chechi⁽¹⁾; Luan Junior Kuhn⁽¹⁾; Vanderléia Fotuna⁽²⁾; Patricia Mara de Almeida⁽²⁾; Maurício Albertoni Scariot⁽³⁾; Hugo von Linsingen Piazzetta⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim, Rio Grande do Sul; Bolsista FAPERGS; (leonardochechi@gmail.com); (luankuhn@hotmail.com); ⁽²⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; UFFS – Campus Erechim (leiafortuna@hotmail.com); (patimara97@hotmail.com); ⁽³⁾ Mestrando do PPGCTA; UFFS - Campus Erechim, (mauricioalbertoniscariot@gmail.com); ⁽⁴⁾ Professor; UFFS - Campus Erechim, (hugo.piazzetta@uffs.edu.br).

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a produtividade de grãos e a eficiência do uso da água da cultura do milho submetidos a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura. Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC). Para produtividade, os três tratamentos irrigados não apresentaram diferenças significativas entre si, apenas para o tratamento controle. No entanto, para a eficiência do uso da água, os tratamentos Lâmina e 55% CRA apresentaram os melhores resultados. Dessa maneira, foi possível concluir que a planilha Lâmina mostrou-se ser acurada para a recomendação de irrigação na cultura do milho, contribuindo para o uso racional da água em sistemas agrícolas irrigados.

Termos de indexação: *Zea mays* L., água, precipitação.

INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura do milho apresenta produtividade média nacional de 4934 kg ha⁻¹, muito baixa quando comparada aos principais países produtores (Conab, 2016). Dentre as causas para a baixa produtividade está a deficiência hídrica. Sendo assim, a adoção de um sistema de irrigação pode suprir as necessidades hídricas da cultura, evitando

perdas. No entanto, a irrigação no Brasil é feita muitas vezes sem acompanhamento técnico, ocasionando grande desperdício de água. Dessa maneira, faz-se necessário determinar a produtividade em resposta a irrigação afim de se estabelecer um manejo racional e eficaz da água em sistemas agrícolas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e a eficiência do uso da água da cultura do milho submetido a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação, e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, durante o período de novembro de 2015 a março de 2016. No local, o solo é classificado como Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo Alíco (IBGE, 2002). O clima do local é Cfa conforme classificação estabelecida por Köppen (1931) onde a temperatura no mês mais quente é superior a 22°C e inferior a 18°C no mês mais frio, além de chuvas bem distribuídas ao longo do ano. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma parcela com dimensões de 3 m de largura por 3 m de comprimento totalizando 9 m² por unidade experimental.

A semeadura foi realizada no dia 3 de novembro, utilizando-se o híbrido simples MG 300 (Morgan Sementes). Adotou-se o espaçamento de 0,50 metros de distância entre fileiras e população de 80000 plantas por hectare. A adubação utilizada foi de 500 kg ha⁻¹ da fórmula (NPK) 5-20-20 + 200 kg

ha⁻¹ de Superfosfato Simples (16% de P₂O₅) no momento da semeadura e 140 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura, divididos em duas aplicações, sendo uma em estágio vegetativo V4 e outra em V8. Estas doses de fertilizantes foram definidas a partir das condições químicas do solo, determinadas por meio de análise de solos, seguida de interpretação e recomendação conforme SBCS (2004). O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de herbicida de princípio ativo glyphosate na dose de 3L ha⁻¹ em pré-semeadura. Posteriormente a semeadura, utilizou-se os herbicidas de princípio ativo glyphosate (3L ha⁻¹) e atrazina (6 L ha⁻¹) após o primeiro fluxo de emergência de plantas daninhas. O controle de pragas e doenças foi realizado com tratamento químico sempre que o nível de dano econômico foi atingido, sendo assim realizou-se o monitoramento constante da sanidade das culturas. A aplicação de água foi realizada manualmente, utilizando mangueira e hidrômetro digital para quantificar o volume de água aplicado.

Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC). O tratamento controle recebeu água apenas pela ocorrência natural de chuvas no local, monitorado com o auxílio de estação meteorológica. Nos demais tratamentos, a lâmina total constitui-se das precipitações mais as irrigações. No tratamento Lâmina, utilizou-se a planilha “Lâmina” desenvolvida pelos autores, observando as recomendações estabelecidas por Allen & Pereira (1998). Esta planilha utiliza dados do local, solo, sistema de irrigação, cultura e fatores climáticos para construir o balanço hídrico do solo em relação a cultura e a partir destes dados faz uma recomendação de lâmina de irrigação. Para o tratamento 55% CRA, estimou-se a capacidade total de água (CTA) para o solo, a capacidade real de água para o solo (CRA) e o armazenamento (ARM) de água no solo, conforme metodologia proposta por Bernardo (2005). A partir dos valores de CRA e ARM realizou-se a correção da umidade do solo aplicando-se o volume de água correspondente a diferença entre estas variáveis. Para o tratamento 100% CC aplicou-se a quantidade de água necessária para manter a umidade do solo na capacidade de campo. A umidade do solo foi monitorada com o auxílio de uma sonda TDR. A profundidade efetiva do sistema radicular adotada

foi de 0,6 m. A umidade na capacidade de campo e do ponto de murcha permanente foram determinados pela construção da curva de retenção de água no solo, sendo estes valores iguais a 32,92% e 24,00%, respectivamente. Para todos os tratamentos, se adotou o intervalo de avaliação de dois dias, no entanto, no momento da avaliação a irrigação era realizada apenas se necessário, de acordo com a metodologia. Também, determinou-se a quantidade total de água recebida pela cultura durante seu desenvolvimento, permitindo relacionar a quantidade de água aplicada com a produtividade da cultura.

A colheita da cultura e a trilha das espigas foi realizada de forma manual, com umidade de grãos em torno de 18 a 22%, sendo que a produtividade foi determinada coletando-se uma área de 4 m² em cada parcela. Após debulhadas as espigas, os grãos correspondentes a cada amostra foram pesados em balança analítica e os valores foram corrigidos para a umidade de 13%. O teor de água das amostras foi determinado pelo método da estufa a 105±2° C durante 24 h. A eficiência de uso da água foi calculada pela relação litros de água por quilogramas de grãos produzidos (L kg⁻¹). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo que os tratamentos que apresentaram significância foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para estes procedimentos, utilizou-se o software SPSS v.22,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se com as normais climatológicas para o município de Erechim, durante o ciclo da cultura, as precipitações apresentaram-se acima da média, sendo que da semeadura a colheita registrou-se um total de precipitação de 1139,6 mm. Observando a média de 30 anos para o mesmo período (1976-2005), têm-se um volume de 615,4 mm (Matzenauer et al. 2011). Isso pode ser explicado, possivelmente pela ocorrência do fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul) em sua fase positiva, segundo Berlato et al. (2005), nos anos de El Niño (fase positiva) há 75% de probabilidade de a precipitação pluvial ser maior que a mediana dos anos neutros, e mais de 80% de ser maior que a mediana dos anos La Niña (fase negativa).

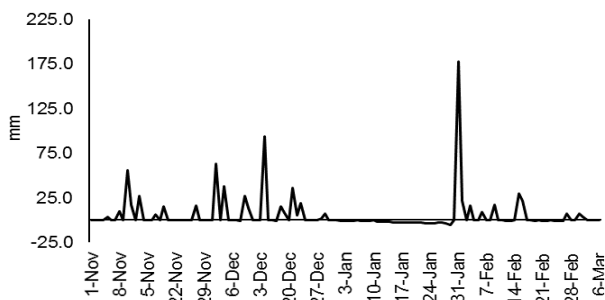


Figura 1. Balanço hídrico diário, no período de 1 de novembro de 2015 à 6 de março de 2016

No entanto, analisando os dados do balanço hídrico diário (**Figura 1**), é possível constatar que apesar dos grandes volumes de precipitação, ocorreram períodos de deficiência hídrica ao longo do ciclo da cultura, principalmente no período de 10 a 29 de janeiro, sendo que a cultura se encontrava no estágio inicial de enchimento de grãos.

De acordo com a metodologia empregada, o momento e a quantidade de água aplicada nos diferentes tratamentos variariam de acordo com a disponibilidade de água para as plantas. Dessa maneira, para melhor entender os tratamentos aplicados, na **figura 2** apresenta-se a distribuição das lâminas de irrigação aplicadas, sendo estas as médias das quatro repetições somadas em períodos de 25 dias, iniciando-se na semeadura até a colheita. É possível verificar que os tratamentos 100% CC e 55% CRA apresentaram uma maior distribuição durante o ciclo da cultura, com irrigações no período vegetativo como período reprodutivo da cultura. Por outro lado, o tratamento Lâmina apresentou suas irrigações concentradas no período de 76 a 100 dias após a semeadura, período pelo qual a planta se encontrava em fase inicial de enchimento de grãos.

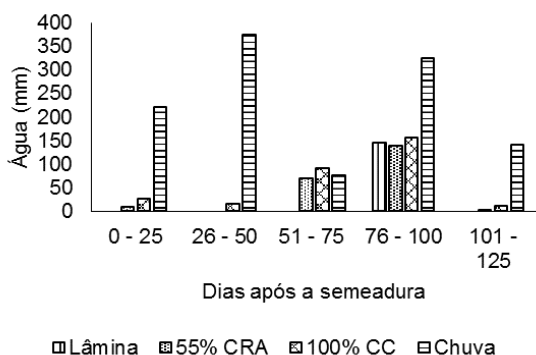


Figura 2. Irrigações médias (mm) somadas e precipitações em períodos de 25 dias, iniciando-se após a semeadura até a colheita da cultura.

Na **tabela 1** apresenta-se as médias das variáveis água disponibilizada (precipitação + irrigação em mm) em todo o ciclo, produtividade (kg ha^{-1}) e relação litros de água por quilograma de grãos (L kg^{-1}) para os diferentes tratamentos. De acordo com estes resultados, observa-se que o tratamento Lâmina, apresentou a maior economia de água, comparando-se com os tratamentos irrigados, uma vez que no tratamento controle, o fornecimento de água se deu pelas precipitações ocorridas durante o ciclo da cultura. O tratamento 100% CC consumiu a maior quantidade de água, seguido pelo tratamento 55% CRA, sendo que todos os tratamentos apresentam diferença significativa.

Para a produtividade não foi observada diferença estatística entre os tratamentos irrigados, apenas para o tratamento controle, o qual apresentou média de produtividade inferior aos demais. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Soares et al. (2010) que estudando o efeito de diferentes lâminas de irrigação (156, 144 e 116 mm) em dois híbridos (BM 1201 e BRS 3150) não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos irrigados, sendo que o híbrido BM 1201 apresentou a melhor produtividade na lâmina de 144 mm, enquanto o híbrido BRS 3150 apresentou maior produtividade com a lâmina de 116 mm.

Tabela 1 - Médias da água disponibilizada, irrigação + chuva (mm), produtividade (kg ha^{-1}) e uso eficiente da água (L kg^{-1}) para os diferentes tratamentos

Trat. *	Água (mm)	Produtividade (kg ha^{-1})	L kg^{-1}
Controle	1139,6 ^d	10380,9 ^b	1098,1 ^{ab}
Lâmina	1284,0 ^c	13019,6 ^a	986,28 ^b
55% CRA	1345,6 ^b	13399,0 ^a	1010,1 ^b
100% CC	1416,9 ^a	12235,7 ^a	1158,3 ^a
CV (%)	1,3	4,8	5,0

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Segundo Bergamaschi et al. (2004) a produtividade de grãos de milho é decorrente das condições hídricas durante o período crítico, que vai do pendoamento ao início do enchimento de grãos. Observando o gráfico da **figura 1**, é possível identificar um período de aproximadamente 20 dias de déficit hídrico do dia 10 de janeiro ao dia 29 de janeiro, o qual a cultura apresentava-se na fase

inicial de enchimento de grãos, sendo essa uma das possíveis causas da menor produtividade apresentada no tratamento controle. Além disso, a menor disponibilidade de água no solo afeta a maioria dos processos fisiológicos da planta, podendo apresentar assim, diminuição na taxa fotossintética, em virtude da diminuição do índice de área foliar, fechamento dos estômatos, aumento da temperatura do dossel das folhas, devido à baixa evapotranspiração da cultura, perda da turgidez celular, entre outros, sendo que também pode diminuir a translocação de fotoassimilados, tendo impacto negativo principalmente no enchimento de grãos e aceleração da senescência das folhas. (Pegorare et al., 2009; Floss, 2011; Ko & Piccinni, 2009). Todos estes fatores contribuem negativamente no rendimento de grãos da cultura.

Por outro lado, mesmo não apresentando diferença significativa, pode se observar uma diminuição da produtividade no tratamento 100% CC, o qual objetivou-se manter a umidade do solo, na umidade de capacidade de campo, no entanto, na ocorrência de altos volumes de chuva, as plantas submetidas a este tratamento podem ter ficado em condições de solo saturado. Em condições de saturação, o excesso de água diminui a aeração, dessa maneira, a falta de oxigênio impede a absorção metabólica da água em razão da indisponibilidade de energia (ATP), em função da baixa eficiência da atividade respiratória (Floss, 2011). Além disso, o autor destaca que em condições de anaerobiose, observa-se um menor crescimento radicular e uma menor absorção de água e nutrientes.

Ainda em relação aos dados da **tabela 1**, é possível afirmar que os tratamentos Lâmina e 55% CRA apresentaram a melhor eficiência na relação litros de água por quilograma de grãos, não apresentando diferença significativa do tratamento controle, e o mesmo não diferiu significativamente do tratamento 100% CC, apresentando a menor eficiência de uso da água. Estes podem ser explicados pela maior aplicação de água via irrigação nos períodos considerados críticos para a cultura nos tratamentos Lâmina e 55% CRA, enquanto o tratamento 100% utilizou mais água, distribuída em todas as fases da cultura. De acordo com Bergamaschi (2004) para se obter maior eficiência no uso da água, o uso da irrigação deve considerar, sobretudo o momento em que a planta mais necessita água, sendo que a quantidade de água aplicada não é o principal fator a ser observado no manejo da irrigação.

CONCLUSÕES

O método de determinação da lâmina de irrigação pela planilha Lâmina mostrou-se ser acurado para a cultura do milho, contribuindo para o uso racional da água em sistemas agrícolas irrigados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de auxílio ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- BERGAMASCHI, B.; DALMAGO, G. A.; GERGONCI, J. I. BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A.G.; COMIRAN F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.423-432, 2005.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 656 p.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- IBGE. Mapa de solos do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unidades_federacao/rs_pedologia.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011, 734 p.
- KO, J.; PICCINNI, G. Corn yield responses under crop evapotranspiration-based irrigation management. **Agricultural Water Management**, v.96, p.799-808, 2009.
- KÖPPEN W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1931. 388 p



MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, R. D. **Atlas Climático**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO. 2011. p. 185.

PEGORARE, A. B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S. B.; SOUZA, L. C. F.; FIETZ, C. R. Irrigação suplementar no ciclo do milho “safrinha” sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.13, n.2, p.262-271, 2009.

SOARES, F. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PARIZI, A. R. C.; RAMÃO, C. J.; VIVIAN, G. A. Resposta da produtividade de híbridos de milho cultivado em diferentes estratégias de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.1, p.36-50, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2004. 401 p.

POSIÇÃO DA SEMENTE DE MILHO NA SEMEADURA E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE.

Cristian Rogério da Silva⁽¹⁾; Vanderléia Fortuna⁽¹⁾; Leonardo Chechi⁽¹⁾; Hugo von Linsingen Piazzetta⁽²⁾; Nerandi Luiz Camerini⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante do curso de agronomia; Universidade Federal da Fronteira Sul; Erechim, RS; cristianroge1@hotmail.com; ⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; UFFS – Campus Erechim (leiafortuna@hotmail.com); ⁽²⁾ Professor do curso de agronomia; UFFS; Erechim, RS; nerandi.camerini@uffs.edu.br.

RESUMO: A semeadura de sementes na posição adequada propicia rápida germinação e velocidade de emergência das plântulas, as quais conseqüentemente se tornam menos vulneráveis as condições adversas impostas pelo meio por emergirem mais rápido no solo e passarem menos tempo nos estágios iniciais de desenvolvimento. O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim com o objetivo de avaliar a influência no desenvolvimento e produtividade da posição da semente de milho no solo, a variedade utilizada foi Pioneer P1630H, semeado no dia 29 de outubro de 2015, em parcelas de dimensões 3,5 m x 3,5 m cada. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições cada tratamento. O posicionamento na semeadura foram embrião voltado para cima, embrião voltado para baixo, embrião voltado para esquerda, embrião voltado para direita, embrião voltado para frente seguindo a linha de plantio, embrião voltado para trás na linha de plantio, posições distribuídas ao acaso (testemunha). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis inserção de espiga e altura de plantas foram analisadas antes da colheita, já o tamanho de espiga, fileira de grãos por espiga, grãos por espiga, peso de mil grão e produtividade final foram efetuadas após a colheita. Foi verificado que não houve, estatisticamente, diferença ($P>0,05$) entre as posições das sementes na linha de semeadura quanto aos componentes agrônômicos de desenvolvimento e produtividade

Termos de indexação: *Zea mays* L., semeadura, população.

INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) está diretamente conciliada à sua disposição no solo. O posicionamento de semente adequado, propicia um maior potencial de desenvolvimento de plântulas, conseqüentemente causando aumento na produtividade, propiciando assim que as plantas expressem todo o seu potencial genético. O milho é uma das culturas mais prejudicadas pela alta densidade de plantas em um estande. Desse modo se tem como finalidade uniformizar o estande para que aumente as chances de se obter o máximo de produtividade da cultura (SANGOI et al., 2012).

Diante disso, a referida pesquisa busca avaliar a influência nos componentes agrônômicos das diferentes formas de posicionamento da semente de milho no solo. Posteriormente disponibilizar os resultados para os produtores, criando alianças, e levando conhecimento e ajuda mútua aos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Cfa (clima temperado úmido com verão quente).

O delineamento utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições cada tratamento, totalizando vinte e oito parcelas de dimensões 3,5 m x 3,5 m cada, em uma área total de 400 m².

O controle das plantas daninhas de pré emergência foi efetuado com Paradox® na dose de

1,5 L ha⁻¹ do grupo químico bipiridílo, na semeadura, sendo que a mesma ocorreu dia 29 de outubro de 2015. A cultivar de milho utilizado foi o híbrido simples Pioneer P1630H, de ciclo hiperprecoce com gene herculex. O espaçamento utilizado foi de 33 cm entre plantas e 50 cm entre linhas, em parcelas de 3,5 m x 3,5m. A área que foi utilizada para o cultivo se encontrava com 5 anos de pousio. A adubação utilizada foi NPK 5-30-15 estimada segundo a análise do solo da área, com base o manual de adubação e calagem (SBCS-2004).

O controle das plantas daninhas em pós emergência, foi realizado com o produto de princípio ativo atrazina na dose de 1,5 L ha⁻¹ do grupo químico das triazinas, de acordo com os produtos registrado para a cultura, bem como para os tratamentos fitossanitários (MAPA, 2015).

A aplicação de nitrogênio foi efetuada no estágio V4, em que há uma maior absorção de N pelas plantas, sendo a mesma, aplicada na dose de 300 kg ha⁻¹, estimada com base da análise de solos.

A adubação química foi realizada com o auxílio da semeadora adubadora na dose de 300 kg ha⁻¹. A semeadura foi efetuada manualmente com o auxílio de pinças na linha de adubação, com o posicionamento da semente segundo os tratamentos abaixo:

T1: embrião voltado para cima; T2: embrião voltado para baixo; T3: embrião voltado para esquerda; T4: embrião voltado para direita; T5: embrião voltado para frente seguindo a linha de plantio; T6: embrião voltado para trás na linha de plantio; T7: posições distribuídas ao acaso (testemunha).

As variáveis que foram analisadas antes da colheita, foram altura de plantas, no estágio R4, juntamente com determinação da altura de inserção de espigas. Todas as análises foram coletadas apenas na área útil de 4 m² por parcela desprezando as bordas.

A colheita foi realizada no dia 17 de março de 2016, executada manualmente e as variáveis analisadas nessa etapa foram tamanho de espiga, número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por espiga. Após a trilhagem, efetuada com o auxílio do equipamento trilhador de parcelas, foi determinado a umidade dos grãos e impurezas para fazer o ajuste de peso para as variáveis, peso de mil grãos e produtividade da cultura.

Todas as variáveis foram submetidas análise de variância e após foram submetidas ao teste de Tukey, com auxílio do software Assistat versão 7.7 betas.

As análises da pesquisa foram feitas e submetidas ao teste de Tukey (P>0,05), não havendo diferença significativa entre as variáveis analisadas, corroborando parcialmente com os resultados encontrados por Gomes et al. (2014) para a cultura do milho. Os resultados das variáveis estão apresentados no quadro 1 e 2, podendo estes serem explicados pelo fato de as sementes terem sido submetida a uma classificação. Esta prática é importante uma vez, que se tem uma padronização por tamanho das sementes resultando em uma maior precisão e homogeneização na semeadura, o que facilita a obtenção da população de plantas desejada.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), sementes de maior tamanho geralmente são mais bem nutridas durante a seu processo de formação, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas, com isso o posicionamento das sementes não se tornam um fator preponderante no desenvolvimento e produtividade final.

Outra justificativa para a homogeneização das variáveis analisadas na pesquisa é que a profundidade de distribuição de sementes no solo, no presente experimento foi uniforme e abrangeu de 5 a 7 cm, o que caracteriza uma profundidade adequada para a cultura com isso garante uma germinação homogênea das sementes, rápida emergência das plântulas e plantas vigorosas (JELLER, PEREZ, 1997), fazendo com que as mesmas se tornem menos vulneráveis as condições adversas impostas pelo meio por emergirem mais rápido no solo e passarem menos tempo nos estágios iniciais de desenvolvimento.

A profundidade de semeadura é específica para cada espécie e quando adequada, propicia germinação e emergência de plântulas uniformes. Para a cultura do milho profundidades de semeaduras excessivas podem impedir que a plântula ainda frágil emergja à superfície do solo por ausência de energia suficiente para tal. Contudo, se reduzidas, faz com que as sementes fiquem expostas a qualquer variação ambiental, como excesso ou déficit hídrico ou térmico, as quais podem dar origem a plântulas pequenas e fracas, fazendo com que a posição da semente não seja um fator determinante, e sim a profundidade adequada (TILLMANN et al., 1994).

Pesquisas realizadas com a conciliação da posição da semente e profundidade de semeadura ideal variam entre as diferentes espécies, como por exemplo: sementes de *Astrocaryum aculeatum* Mayer, a qual obteve o maior percentual de emergência na posição do poro germinativo voltado para o lado (ELIAS; FERREIRA; GENTIL, 2006). Já para sementes de *Moringa oleifera* Lam., Sousa et

RESULTADOS E DISCUSSÃO

al. (2007) recomendaram a profundidade de 2,0 cm e verificaram que as posições das sementes com o ápice para cima e deitadas favoreceram o índice de velocidade de emergência das plântulas. A melhor profundidade de semeadura de *Inga ingoides* variou de acordo com as posições, sendo as adequadas de 4 cm com o embrião voltado para baixo; corroborando com resultado numérico encontrados na pesquisa para a variável de produtividade (LAIME et al., 2010).

Apesar das posições, não diferirem estatisticamente segundo teste de Tukey para a variável produtividade apresentadas no quadro 2, verificou-se que a posição embrião voltado para baixo foi numericamente superior às demais, provavelmente, ao fato do menor movimento da radícula para se fixar no substrato. Dessa forma, durante a emergência há o menor gasto da reserva contida na semente, resultando em maior energia para que a plântula se desenvolva. Esses resultados se assemelham aos obtidos para sementes de tucumã (Elias et al., 2006) e guapuruvu (Martins et al., 2012).

Já as variáveis que apresentaram menores médias de produtividade numericamente, foram as posições de embrião voltado para direita e embrião voltado para frente seguindo a linha de plantio, isso provavelmente pode ser justificado pelo fato de que nesta condição se tem a necessidade que o coleóptilo contorne todo o diâmetro da semente para emergir. Dessa forma, durante a emergência há um maior gasto da reserva contida na semente, resultando em maior energia para que a plântula se desenvolva.

Tabela 1. Componentes agrônômicos de desenvolvimento e produtividade do milho cultivados em diferentes posições de sementes distribuídas na linha de semeadura.

Posições da semente*	Altura de planta (m)	Inserção de espiga (m)	Fileira por espiga	Grãos por espiga
T1	2.26 ^a	0.70 ^a	17.62 ^a	486.75 ^a
T2	2.27 ^a	0.71 ^a	17.25 ^a	475.75 ^a
T3	2.20 ^a	0.67 ^a	16.12 ^a	438.50 ^a
T4	2.30 ^a	0.72 ^a	16.50 ^a	419.75 ^a
T5	2.26 ^a	0.70 ^a	16.75 ^a	433.25 ^a
T6	2.35 ^a	0.74 ^a	17.12 ^a	454.75 ^a
T7	2.25 ^a	0.81 ^a	17.00 ^a	456.50 ^a
CV*%	4,53	14,21	4,92	8,92

*Médias seguidas de mesmas letra nas colunas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * CV: coeficiente de variação *

Embrião

Vale salientar que a média de produtividade da cultura foi de 8946,23 kg ha⁻¹, o que evidencia uma boa condição de ambiente para o cultivo. Essas boas condições podem ter suprimido alguma diferença existente nos posicionamentos quanto as variáveis analisadas na pesquisa.

Tabela 2. Componentes agrônômicos de desenvolvimento e produtividade do milho cultivado em diferentes posições de sementes distribuídas na linha de semeadura.

Posições da semente*	Tamanho de espiga (cm)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	17,47 ^a	325,81 ^a	8992,99 ^a
T2	17,42 ^a	332,38 ^a	9593,53 ^a
T3	16,70 ^a	321,47 ^a	8710,62 ^a
T4	16,77 ^a	327,89 ^a	8532,21 ^a
T5	16,35 ^a	316,57 ^a	8545,46 ^a
T6	17,75 ^a	330,33 ^a	9124,43 ^a
T7	16,52 ^a	323,29 ^a	9124,43 ^a
CV*%	5,0	4,93	6,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas são iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * CV: coeficiente de variação * Embrião

CONCLUSÕES

A posição das sementes de milho na semeadura não influencia no desenvolvimento e produtividade para as variáveis analisadas na pesquisa.

Portanto as sementes podem ser semeadas de forma aleatória em qualquer posição na linha de semeadura, para as condições do estudo da variedade Pioneer P1630H.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

ELIAS, M. E. A.; FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. **Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função da posição de semeadura.** Acta Amazonica, Manaus, v. 36, n. 3, p. 385-388, 2006.

GOMES, L.; BUSO, W.; SILVA, L. **Avaliação da produtividade do milho híbrido com diferentes tipos de posicionamento da semente no solo**, Goiania- GO, 25 setembro 2014.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. Efeito da salinidade de semente em diferentes profundidades naviabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. - Caesalpiniaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v.19, n.2, p.219-225, 1997.

LAIME, Eduardo Maciel Oliveira et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em função de posições e profundidades de semente. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 11, p.361-372, 01 abr. 2010.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Requisitos fitossanitários [internet]. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, 2009 [acesso em 25 abr. 2015]. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_riegras_analise__sementes.pdf.

MARTINS, C. C.; BORGES, A. da S.; PEREIRA, M. T. G. Posição da semente na sementeira e tipo de substrato sobre a emergência e crescimento de plântulas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 22, n. 4, p. 845-852, 2012.

ROLAS - Rede Oficial de Análise de Solo e de Tecido Vegetal. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 400 p., 2004

SANGOI, et al. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista brasileira de Milho e Sorgo**, v 11, n.3 p. 268-277, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2004. 401 p.

SOUSA, A. H.; RIBEIRO, M. C. C.; MENDES, V. H. C.; MARACAJÁ, P. B.; COSTA, D. M. da. Profundidades e posições de sementeira na emergência e no desenvolvimento de plântulas de moringa. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 60, 2007.

TILLMANN, M. A. A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. **Efeito da profundidade de sementeira na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. *Scientia Agricola*, v.51, n.2, p.260-263, 1994.

Resposta do milho cultivado em área de arroz irrigado à duração do período de deficiência hídrica.

José Antonio Severo Celestino Alves¹; Paulo Regis Ferreira da Silva²; Rodrigo Schoenfeld³; Andrei Marafon⁴; Bruno Picceti Chiesa⁵ e Mateus Guilherme Goldmeier⁶

⁽¹⁾Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽²⁾Docente Colaborador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador do CNPq e Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽³⁾Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽⁴⁾Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁵⁾Aluno de Graduação, bolsista de Iniciação Científica CNPq, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁶⁾Aluno de Graduação, bolsista de Iniciação Científica CNPq, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: A cultura do milho pode ser uma alternativa interessante para áreas de arroz irrigado, pois propicia a rotação de herbicidas, diversifica a renda da propriedade e melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, devido ao alto aporte de carbono. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo do milho, cultivado em áreas de arroz irrigado, em função da realização da irrigação apenas durante o período mais crítico da cultura, ao redor do espigamento, em duas épocas de semeadura. Dois experimentos foram conduzidos em Cachoeirinha-RS, no ano agrícola 2015/16. No primeiro, a época de semeadura foi em 29 de outubro e, no segundo, em 03 de dezembro de 2015. Em cada experimento, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro manejos da irrigação: sem irrigação (T₁), irrigado somente no período de oito dias antes e oito dias após o espigamento (T₂), irrigado somente durante o período de 16 dias antes a 16 dias após o espigamento (T₃) e irrigado sempre que necessário (T₄). O híbrido utilizado foi o AS 1666 VT PRO3. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (p ≤ 0,05). Na primeira época de semeadura ocorreu deficiência hídrica somente durante um período de 30 dias após o espigamento, enquanto na segunda época a deficiência hídrica ocorreu já no período vegetativo (estádio V₇) e se prolongou até o estágio R₄. Na segunda época, a ocorrência de deficiência hídrica ainda durante o período vegetativo reduziu o desenvolvimento da planta de milho, expresso em termos de rendimento de massa seca da parte aérea e estatura de planta, nos tratamentos T₁, T₂ e T₃ em relação à condição de irrigação sempre que necessário

(T₄). Na primeira época de semeadura, o rendimento médio de grãos de milho foi de 11,25 Mg ha⁻¹, variando de 9,12 a 12,48 Mg ha⁻¹, conforme os tratamentos de irrigação. Já na segunda época, o rendimento médio de grãos foi de 9,45 Mg ha⁻¹, sendo 10 % inferior ao verificado na primeira época, e variou de 8,26 a 10,98 Mg ha⁻¹. Independentemente de época de semeadura, a realização de irrigação apenas durante o período de 16 dias antes do espigamento a 16 dias após (T₃) assegurou a obtenção de 90 % do potencial produtivo do milho que é obtido com irrigação sempre que necessário (T₄).

Termos de indexação: *Zea mays* L.; época de semeadura; rendimento de grãos; desenvolvimento da planta.

INTRODUÇÃO

Na cultura do milho, a deficiência hídrica é o fator que mais frequentemente limita a obtenção de altos rendimentos de grãos no Brasil (Sangoi et al., 2010). Em solos de arroz irrigado, a cultura do milho pode ser uma alternativa interessante para essas áreas, que por propiciar a rotação de herbicidas, diversificação na fonte de renda e contribuir com alto aporte de carbono ao solo, devido a elevada produção de biomassa.

Uma estratégia para mitigar estresse por deficiência hídrica seria a utilização do próprio sulco da construção do microcamalhão para se irrigar quando necessário. No milho, o uso da irrigação complementar, especialmente no período mais crítico da cultura, é um pré-requisito essencial para que se possa utilizar as demais práticas de manejo em alto nível. Em condições

limitadas de disponibilidade hídrica e para assegurar maior eficiência do uso da água, é importante se conhecer a resposta do milho a diferentes períodos de irrigação, para se avaliar os efeitos no seu potencial produtivo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do milho, cultivado em área de arroz irrigado, em função da realização da irrigação apenas durante o período mais crítico da cultura, ao redor do espigamento, em duas épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida a campo, na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz, em Cachoeirinha-RS, no ano agrícola 2015/16. O clima da região é do tipo subtropical úmido e o solo da área experimental é classificado como GleissoloHáplico Distrófico típico (Streck et al., 2008). A análise do solo, realizada em maio de 2015, indicou os seguintes valores: argila 210 g kg⁻¹; pH em água 5,6; P: 25 mg dm⁻³; K: 35 mg dm⁻³; CTC pH 7: 5,8 cmol dm⁻³ e MO: 23 g kg⁻¹. Utilizou-se como cobertura de solo no outono-inverno o azevém (*Lolium multiflorum*), na densidade de 30 kg ha⁻¹ de sementes, com rendimento de massa seca da parte aérea de 2,26 Mg ha⁻¹.

A pesquisa foi composta por dois experimentos. No primeiro, o milho foi semeado em 29 de outubro e no segundo em 03 de dezembro de 2015. Em cada experimento foram testados quatro manejos da irrigação: não irrigado (T1), irrigado somente durante o período de oito dias antes a oito dias após o espigamento (T2), irrigado somente durante o período de 16 dias antes a 16 após o espigamento (T3) e irrigado sempre que necessário (T4). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

O milho foi semeado em microcamalhões, que foram construídos em abril de 2015, com altura de 15 cm e espaçamento entre si de 1,0 m. O híbrido utilizado foi o AS1666 VT PRO3, da Agroeste Sementes, em duas linhas pareadas por camalhão, com densidade de 9,0 plantas por metro quadrado. A adubação realizada na semeadura constou da aplicação de 30, 225 e 90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A adubação nitrogenada de cobertura constou da aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N, parcelada nas doses de 60, 120 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente nos estádios de desenvolvimento V₄, V₈ e V₁₂, de acordo com a escala de Ritchie et al. (1993). Utilizou-se como fonte de N a ureia com inibidor da urease.

A necessidade de irrigação foi determinada

pela instalação de seis sondas para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm, da Falker. Com base nas leituras nesse aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingisse 0,18 m³m⁻³. Este é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se a lâmina de 30 mm de água por rega.

Tabela 1. Estádios em que foram realizadas as irrigações no milho, nas duas épocas de semeadura.

Manejo da irrigação ¹	Estádios ² de realização das irrigações	
	Semeadura 29/10/15	Semeadura 03/12/15
T1		
T2	R1	
T3	R1 - R2 - R3	
T4	V8 - R1 - R2 - R3 - R4	V7-V8-V9-V10-R3-R4

¹ T1- Não irrigado; T2- irrigado somente durante o período de oito dias antes a oito dias após o espigamento; T3- irrigado somente durante o período de 16 dias antes a 16 dias após o espigamento; T4- irrigado sempre que necessário; ² Conforme escala de Ritchie et al. (1993).

Os controles de plantas daninhas e de pragas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013), de modo a não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agrônômicas avaliadas. A colheita do milho foi realizada em 08 de março e 08 de abril, respectivamente na primeira e na segunda épocas de semeadura.

As determinações realizadas foram as seguintes: rendimento de massa seca no espigamento, diâmetro de colmo; estatura de planta, porcentagem de folhas senescentes no espigamento, componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão) e rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg⁻¹. Utilizou-se uma área útil de 10 m² para avaliação do rendimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F). Quando houve significância estatística, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- a) Primeira época de semeadura (29/10/15)
Durante o ciclo do desenvolvimento do milho

ocorreu somente um período de estiagem de, aproximadamente, 30 dias, logo após o espigamento (**Figura 1**). Portanto, houve deficiência hídrica durante, aproximadamente, metade do período de enchimento de grãos.

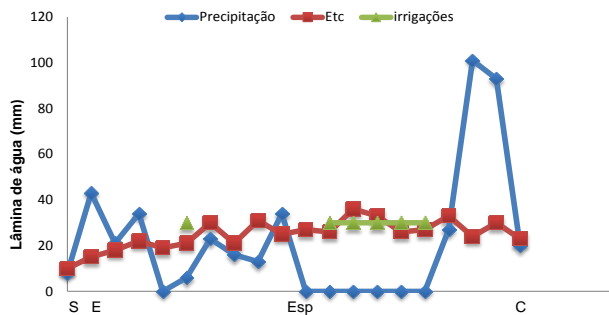


Figura 1. Precipitação pluvial e irrigações realizadas durante o ciclo de desenvolvimento do milho no tratamento irrigado sempre que necessário, na época de semeadura de 29 de outubro de 2015. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Na primeira época de semeadura, o rendimento médio de grãos foi de $11,25 \text{ Mg ha}^{-1}$, variando de $9,12$ a $12,48 \text{ Mg ha}^{-1}$ (**Tabela 2**). A irrigação do milho realizada sempre que necessária aumentou o rendimento de grãos em 36,8 % em relação ao tratamento sem irrigação. Esse aumento deveu-se aos maiores números de grão por espiga e peso do grão, já que o número de espigas por metro quadrado não foi alterado. O rendimento de massa seca na parte aérea no espigamento não variou em função do manejo da irrigação, indicando que não houve deficiência hídrica durante o período vegetativo de desenvolvimento da planta nessa época de semeadura.

Quando se irrigou o milho apenas durante os períodos de oito dias antes a oito dias após o espigamento e de 16 dias antes a 16 dias após a irrigação, houve decréscimos de apenas 6,4 e 6,1 % no rendimento de grãos em relação ao tratamento com irrigação sempre que necessário (**Tabela 1**). Isso se deveu à redução do componente número de grãos por espiga.

b) Segunda época de semeadura (03/12/15)

Na segunda época de semeadura, o início da deficiência hídrica ocorreu ainda durante o período vegetativo, no estágio V_7 , e se prolongou até o estágio R_4 (**Figura 2**).

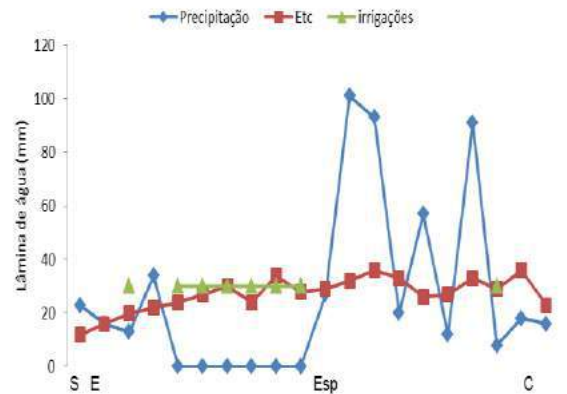


Figura 2. Precipitação pluvial e irrigações realizadas durante o ciclo de desenvolvimento do milho no tratamento irrigado sempre que necessário, na época de semeadura de 03 de dezembro de 2015. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

No tratamento irrigado sempre que necessário (T4) foram realizadas seis irrigações, começando no período vegetativo (estádio V_7) e se estendendo até o estágio R_4 (**Tabela 1**). Nos tratamentos T1, T2 e T3 ocorreu deficiência hídrica já durante o período vegetativo de desenvolvimento do milho (estádio V_7), refletindo-se em menor desenvolvimento da planta, avaliado em termos de rendimento de massa seca da parte aérea no espigamento e estatura de planta, em relação ao tratamento irrigado sempre que necessário (T4) (**Tabela 2**).

O rendimento médio de grãos na segunda época foi de $9,45 \text{ Mg ha}^{-1}$, sendo 10 % inferior ao verificado na primeira época, e variou de $8,26$ a $10,98 \text{ Mg ha}^{-1}$ (**Tabela 2**). A irrigação do milho realizada sempre que necessária aumentou o rendimento de grãos em 27,4 % em relação ao tratamento sem irrigação. Esse aumento deveu-se ao maior número de grãos por espiga, já que o número de espigas por metro quadrado e o peso do grão não foram alterados.

A irrigação do milho apenas durante os períodos de oito dias antes a oito dias após o espigamento (T2) e de 16 dias antes a 16 dias após o espigamento (T3) resultou em decréscimos de, respectivamente, 24,8 e 9,5 % no rendimento de grãos em relação ao tratamento com irrigação sempre que necessário (T4). Isso evidencia que a realização da irrigação por um período maior (32 dias) resultou em menor decréscimo de rendimento em relação a um período menor (16 dias).

CONCLUSÃO

A ocorrência de deficiência hídrica ainda durante o período vegetativo reduz o desenvolvimento da planta de milho, expresso em termos de rendimento de massa seca da parte aérea e estatura de planta, em relação à condição de irrigação sempre que necessário.

A irrigação realizada apenas durante o período de 16 dias antes do espigamento a 16 dias após assegura a obtenção de, pelo menos, 90 % do potencial produtivo do milho que é obtido com irrigação sempre que necessário.

REFERÊNCIAS

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993.26p. (Special Report, 48).

ARGENTA, G; RAMBO, L; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. 87p.

Tabela 2 - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agrônômicas do milho cultivado em áreas de arroz irrigado em função do manejo da irrigação, em duas épocas de semeadura. Cachoeirinha-RS.

Manejo da Irrigação					
1ª Época - 29/10/2015					
Determinações	Manejo da irrigação¹				CV ¹ (%)
	T1	T2	T3	T4	
Massa seca no espigamento (Mg ha ⁻¹)	16,67 ns	16,54	15,19	16,18	11,6
Estatura de planta (m)	1,95 b	1,85 c	2,02 a	2,02 a	0,7
Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)	9,12 b	11,68 ab	11,72 ab	12,48 a	14,3
Espigas m ² (No.)	7,8 ns	8,6	8,2	7,8	15,2
Grãos Espiga ⁻¹ (No.)	331 b	371 b	382 b	445 a	9,5
Peso de grão (mg)	339 b	363 ab	363 ab	375 a	4,8
2ª Época - 03/12/2015					
Determinações	Manejo da irrigação				CV ¹ (%)
	T1	T2	T3	T4	
Massa seca no espigamento (Mg ha ⁻¹)	15,86 b	14,07 b	13,31 b	21,5 a	15,8
Estatura de planta (m)	1,6 c	1,66 b	1,64 b	1,94 a	0,8
Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)	8,62 ab	8,26 b	9,94 ab	10,98 a	15,7
Espigas m ² (No.)	7,8 ns	8,3	8,2	8,1	9,9
Grãos Espiga ⁻¹ (No.)	275 b	247 b	287 ab	321 a	9,1
Peso de grão (mg)	385 ns	381	395	405	3,6

¹T1- Não irrigado; T2- irrigado somente durante o período de oito dias antes a oito dias após o espigamento; T3- irrigado somente durante o período de 16 dias antes a 16 dias após o espigamento; T4- irrigado sempre que necessário. ²Coeficiente de variação; ns-não significativo pelo teste de tukey (p≤0,05).

Simulação da produtividade da água da cultura do milho irrigado em municípios de Minas Gerais.

⁽¹⁾ Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail prigomes18@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Eng. Agrícola, PhD Eng. Irrigação/Modelagem; ⁽³⁾ Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ; ⁽⁴⁾ Acadêmico de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, UNIFEM, Bolsista CNPq.

RESUMO:

Os sistemas irrigados são uma alternativa para aumentar o rendimento da cultura do milho. Entretanto, dada a escassez hídrica, é preciso adotar estratégias de manejo que incrementem a otimização do uso da água. Este trabalho teve como objetivo empregar o modelo de simulação CSM-CERES-Maize para estimar a produtividade da água da cultura do milho baseada nas lâminas de irrigação aplicadas e na evapotranspiração da cultura, para 19 municípios no estado de Minas Gerais. Araxá, Caratinga e Uberaba apresentaram as maiores produtividades da água, com base na lâmina de irrigação, uma vez que estes municípios requereram menores lâminas de irrigação suplementar. Os municípios de Aimorés, Araçuaí, Curvelo, Janaúba, Montes Claros, Paracatu e o vão de Unai, que demandaram maiores valores de irrigação suplementar, apresentaram baixos valores de produtividade da água, com base em lâmina de irrigação, e, portanto, não reúnem as melhores condições para estímulo ao uso da irrigação em milho. Itamarandiba, Machado e Sete Lagoas apresentaram as maiores produtividades da água, com base na lâmina de evapotranspiração, em decorrência dos maiores rendimentos médios de grãos simulados, demonstrando que, nestas localidades, a cultura foi mais eficiente para utilizar a água evapotranspirada para a produção de grãos.

Termos de indexação: DSSAT, *Zea Mays* L, eficiência de uso da água.

INTRODUÇÃO

Na agricultura, a irrigação é fundamental para eliminar o risco de deficiência hídrica, garantir a produção de alimentos e aumentar a produtividade das culturas (SOARES, 2010). O milho em condições irrigadas pode alcançar um rendimento de grãos 30-40% superior ao cultivo de sequeiro (BORGES, 2003). Dependendo das condições climáticas, o requerimento de água desta cultura pode variar de 400 a 700 mm no ciclo (ANDRADE, 2006). Em virtude desse grande consumo e da escassez deste recurso, é necessário adotar técnicas manejo racional da água, que favoreçam a

eficiência do seu uso.

Estratégias como reduzir a frequência da irrigação (CARDOSO et al., 2004) e a imposição de algum nível de déficit hídrico (ANDRADE et al., 2009) são alternativas que podem ser empregadas nos sistemas irrigados para aumentar a eficiência de uso da água. Dentre os vários indicadores de eficiência de uso, pode-se citar a produtividade da água (PEREIRA et al., 2012), que é a relação entre a produtividade de grãos ou a rentabilidade e o volume de água aplicado ou consumido pela cultura (ANDRADE et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo simular a produtividade da água, com base na lâmina de irrigação aplicada e na evapotranspiração da cultura, para o milho, em 19 municípios no estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, do pacote DSSAT, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente calibrado para a cultivar DKB390PRO, para simular o rendimento e a produtividade da água do milho irrigado em 19 municípios de Minas Gerais. Dados de rendimento foram utilizados para determinar a janela de semeadura para a produção de milho irrigado em cada município (MELO et al., 2016). Assumiu-se, para todas as cidades, que a cultura da braquiária, anterior ao milho, deixa na superfície do solo 2000 kg ha⁻¹ de resíduo com 1% de nitrogênio. Considerou-se também uma população de 68 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A adubação consistiu em 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de monoamônio fosfato, aplicados no plantio, e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, aplicados aos 25 dias após semeadura. As simulações das irrigações foram modeladas para serem realizadas automaticamente, sempre que os teores de água no solo reduzissem a 50% da disponibilidade total de água na camada 0-0,30 m. O modelo estima a evapotranspiração da cultura diretamente, sem o uso de coeficiente de cultura, empregando o método de Priestley-Taylor (1972). A produtividade da água foi determinada pela relação entre o peso de matéria seca de grãos,

por hectare, e o volume de água, por hectare, obtido a partir das lâminas de evapotranspiração e de irrigação acumuladas no ciclo da cultura. Os valores simulados de produtividade da água, com base nas lâminas de irrigação aplicadas e na evapotranspiração da cultura, foram analisados e comparados para cada município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas médias de irrigação, demandadas durante o ciclo da cultura do milho, variavam consideravelmente entre os municípios estudados (Figura 1A). Os menores valores médios de lâmina de irrigação aplicada de 164 mm, 205 mm e 214 mm, foram computados para os municípios de Araxá, Caratinga e Uberaba, respectivamente. Estes valores reduzidos de lâmina de irrigação aplicada são decorrentes dos maiores volumes de precipitação registrados durante o ciclo da cultura naquelas localidades. Mesmo não apresentando os maiores rendimentos de grãos (Figura 1B), a produtividade da água, baseada na lâmina de irrigação, foi elevada nestas localidades, alcançando valores médios de 6,42; 5,33 e 5,13 kg de grãos m^{-3} , respectivamente (Figura 2A).

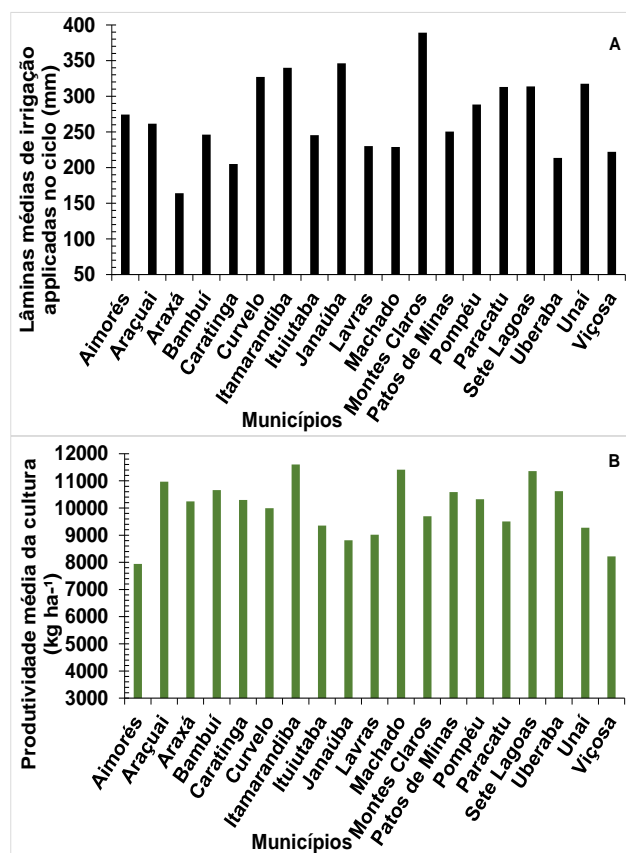


Figura 1: Lâminas médias de irrigação acumuladas ao longo do ciclo da cultura (1A) e produtividade média da cultura do milho (1B).

Na literatura foram reportados valores de produtividade da água com base na irrigação na faixa de 7,55 a 8,64 kg m^{-3} (Payero et al., 2009). De acordo com Mi et al. (2012), em trabalho realizado no nordeste da China, o volume de precipitação pode afetar a produtividade da água, pois em anos de seca os valores são baixos, enquanto nos anos chuvosos, quando a precipitação anual é em média 500 mm, a produtividade pode atingir valores máximos. Entretanto, segundo estes autores, em anos em que as chuvas excederam 500 mm não se verificou aumento na produtividade da água do milho.

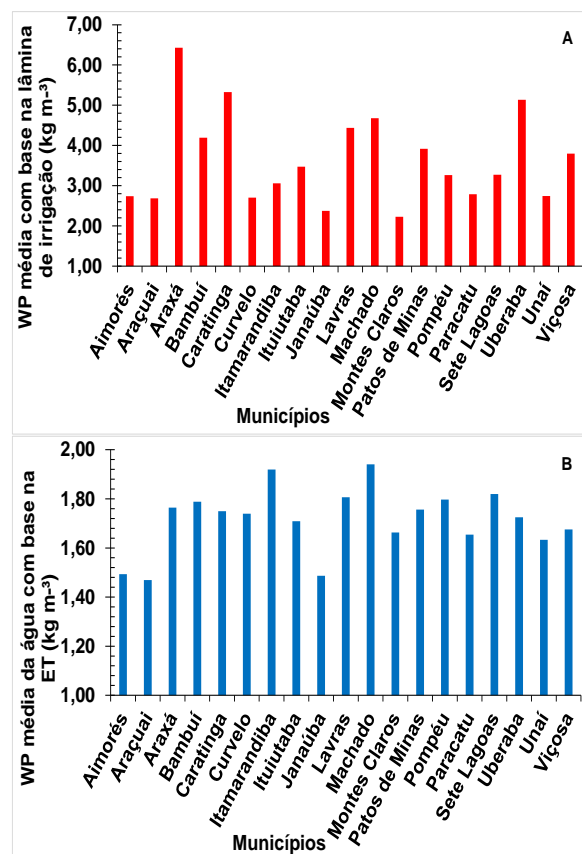


Figura 2: Produtividade média da água (WP) com base nas lâminas de irrigação (2A) e de evapotranspiração (2B) acumuladas no ciclo.

A produtividade da água, com base na evapotranspiração, também foi comparativamente mais elevada em Araxá, Caratinga e Uberaba, atingindo 1,76, 1,75 e 1,73 kg m^{-3} , respectivamente (Figura 2B). No entanto, em estudo realizado no norte da China Du et al. (2010) obtiveram um valor

de 2,9 kg m⁻³ para a produtividade da água do milho com base na evapotranspiração.

Para os municípios de Montes Claros, Janaúba, Araçuaí, Curvelo, Aimorés, Unaí e Paracatu foram observados os menores valores médios de produtividade da água baseado nas lâminas de irrigação e de evapotranspiração da cultura, sendo estes inferiores a 2,79 kg m⁻³ e 1,74 kg m⁻³, respectivamente (Figura 2A). Em Montes Claros, Janaúba, Curvelo, Unaí e Paracatu as lâminas médias de irrigação aplicadas foram superiores a 300 mm, enquanto em Aimorés e Araçuaí as lâminas médias foram 274 mm e 261 mm, respectivamente (Figura 1A). A maior demanda por irrigação suplementar (Figura 1A), decorrente da insuficiência ou irregularidade no regime de chuvas, associada à rendimentos de grãos inferiores a 10.000 kg ha⁻¹ (Figura 1B) afetaram negativamente a eficiência do uso da água (Figura 2A e 2B) nestas localidades. De acordo com Andrade et al. (2009), no regime irrigado, podem ocorrer oscilações na produtividade na cultura do milho devido a instabilidades na temperatura do ar e radiação solar incidente, que afetam o ciclo da cultura, com consequente variação no consumo de água.

Em Araçuaí, embora a produtividade média de grãos tenha atingido 10.968 kg ha⁻¹ (Figura 2B), a produtividade da água, baseada nas lâminas de irrigação e de evapotranspiração da cultura, atingiram os menores valores de 2,74 kg m⁻³ e 1,49 kg m⁻³, respectivamente, demonstrando ineficiência no uso da água.

Os maiores rendimentos médios de 11.604 kg ha⁻¹, 11.410 kg ha⁻¹ e 11.355 kg ha⁻¹, foram simulados para Itamarandiba, Machado e Sete Lagoas, respectivamente (Figura 1 A), o que elevou os valores da produtividade da água, com base nas lâminas de irrigação e de evapotranspiração, para 3,06, 4,68 e 3,27 kg m⁻³ (Figura 2A) e 1,92, 1,94 e 1,82 kg m⁻³ (Figura 2B), respectivamente.

De uma forma geral, os valores de produtividade da água, calculada com base na evapotranspiração da cultura, obtidos no presente estudo estão dentro da faixa de 1,50 kg m⁻³ a 2,05 kg m⁻³ determinada por Payero et al. (2009). Em relação a produtividade da água, calculada com base na irrigação e na precipitação acumuladas durante o ciclo da cultura do milho, Mishra et al. (2001) e Andrade et al. (2004) reportaram valores de 1,39 a 1,54 kg m⁻³ e 1,22 a 1,74 kg m⁻³, respectivamente, inferiores aos obtidos no presente estudo.

CONCLUSÕES

Os municípios de Araxá, Caratinga e Uberaba apresentaram valores médios de produtividade da água com base na evapotranspiração e nas lâminas

de irrigação mais elevados em comparação com as demais localidades. Os menores valores médios de produtividade da água baseados nas lâminas de irrigação e na evapotranspiração, foram em Montes Claros, Janaúba, Araçuaí, Curvelo, Aimorés, Unaí e Paracatu. Os maiores rendimentos médios de grãos foram simulados para os municípios de Araçuaí, Itamarandiba, Sete Lagoas e Machado.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig e Embrapa, pelos recursos destinados ao projeto de pesquisa e à bolsa de iniciação científica, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COELHO, A. M.; TEIXEIRA, E. G. Dinâmica de água e soluto em um latossolo cultivado com milho irrigado: 1- percolação e produtividade da água. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14.; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE IRRIGAÇÃO, DRENAGEM E CONTROLE DE ENCHENTES, 1., 2004, Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre: ABID, 2004. CD-ROM.

ANDRADE, C.L.T.; ALBUQUERQUE, P.M.P.; BRITO, R.A.L.; RESENDE, M. Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho. Embrapa Milho e Sorgo, documento 85, 2006.

ANDRADE, C.L.T.; AMARAL, T.A.; BORGES J.R., J.C.S.; HEINEMANN, A.B.; GARCIA, A.G.; TOJO-SOLER, C.M.; SILVA, D.F.; HICKMANN, C.; SANTANA, C.B.; MOURA, B.F.; CASTRO, L.A. Modelagem de crescimento de culturas: Aplicações a cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo, documento 91, 2009.

ANDRADE, C.L.T.; AMARAL, T.N.; SILVA, D.F.; GARCIA, A.; HOOGENBOOM, G.; BRITO, R.A.L.; BORGES JÚNIOR, J.C.F.; GOMIDE, R.L. UTILIZAÇÃO DO MODELO CERES-MAIZE COMO FERRAMENTA NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SEMEADURA DE MILHO: 3 - REQUERIMENTO E PRODUTIVIDADE DA ÁGUA. In: XVI Congresso de Agrometeorologia, 2009. Belo Horizonte.

BORGES, I. D. Avaliação de épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamento entre fileiras na cultura do milho. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2003.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. V. Aplicação do modelo Ceres-Maize na análise de estratégias de irrigação para milho "safrinha" em Londrina-PR. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 37-45, 2004.

DU, T.S., KANK, S.Z., SUN, J.S., ZHANG, X.Y., ZHANG, J.H., 2010. An improved water use efficiency of cereals under temporal and spatial deficit irrigation in north China. *Agr. Water Manage*, 97, 66-74.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. Decision Support System for Agrotechnology Transfer: version 4.6. DSSAT Foundation, Prosser, Washington, 2014.

MELO, B.F.; ANDRADE, C.L.T., SILVA, P.P.G.; MAGALHÃES, B.G.; TIGGES, C.H.P.. Simulação da janela de semeadura para o milho irrigado no estado de Minas Gerais. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2016. (No prelo)

MI, N., ZHANG, Y. S., JI, R. P., CAI, F., ZHANG, S. J., & ZHAO, X. L. (2012). Effects of climate change on water use efficiency in rain-fed plants. *International Journal of Plant Production*, 6(4).

MISHRA, H. S.; RATHORE, T. R.; SAVITA, U. S. Water-use efficiency of irrigated winter maize under cool weather conditions of India. *Irrigation Science*, New York, v. 21, p. 27-33, 2001.

PAYERO, J. O., TARKALSON, D. D., IRMAK, S., Davison, D., & PETERSEN, J. L. (2009). Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. *Agricultural water management*, 96(10), 1387-1397.

PEREIRA, L.S.; CORDERY, I.; IACOVOS, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, v.108, p.39-51, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.022>.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Monthly Weather Review*, Boston, v.100, n.2, p.81-92, Feb. 1972.

SOARES, F.C. Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays L.*). 2010. 113 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Simulação da produtividade da água para a cultura do milho de sequeiro em municípios de Minas Gerais.

Crisálida Alves Correia⁽¹⁾; Camilo de Lelis Teixeira de Andrade⁽²⁾; Priscila Ponciana Gomes da Silva⁽³⁾ e Bruna Gomes Magalhães⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail crisalida_correia@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Eng. Agrícola, PhD Eng. Irrigação/Modelagem; ⁽³⁾ Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João Del Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa. ⁽⁴⁾ Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ.

RESUMO:

A crescente demanda pelo uso e a limitação na oferta de água para a agricultura demandam transformações nas estratégias de manejo da cultura do milho com o propósito de aumentar a eficiência de uso deste recurso. A produtividade da água é um indicador que pode ser empregado para se avaliar a eficiência de uso da água. Este trabalho teve como objetivo simular a produtividade da água na cultura do milho sequeiro, com base na evapotranspiração da cultura, em 19 municípios no estado de Minas Gerais. Verificou-se uma grande variação na produtividade da água para a cultura do milho entre os municípios estudados. Em alguns municípios a cultura do milho foi mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos. Não se verificou relação direta entre o rendimento de grãos e a produtividade da água da cultura do milho em regime de sequeiro, bem como entre precipitação e produtividade da água.

Termos de indexação: DSSAT, *Zea Mays L.* precipitação, eficiência do uso da água.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda pelo uso e a limitação na oferta de água para a agricultura demandam transformações no manejo da cultura do milho com o propósito de aumentar a eficiência do uso deste recurso. Para isso, diversas técnicas de cultivo são constantemente adotadas, de forma que a produtividade da cultura seja minimamente penalizada (KIRDA, 2002). Em sistemas de produção de sequeiro, o melhor aproveitamento dos recursos hídricos é obtido com o ajuste da data de semeadura ao regime de chuvas (SOLER et al., 2007). No entanto, a variabilidade climática pode afetar significativamente o rendimento da cultura de milho, mesmo quando semeada no período considerado adequado (ANDRADE et al., 2009). De acordo com ROCKSTROM et al. (2010), em situações com índices pluviométricos desfavoráveis, a água recebida através da precipitação não atende

toda demanda hídrica da planta, gerando estresse hídrico que é o responsável por grandes perdas de produtividade na cultura do milho (WAGNER et al., 2013). A produtividade da água é um indicador que pode ser empregado para se avaliar a eficiência no uso da água (Andrade et al., 2009) determinado através da relação entre o rendimento ou acúmulo de matéria seca da cultura e a quantidade de água consumida para produzi-la (SANDER et al., 2004; PUPPALA et al., 2005).

Este trabalho teve como objetivo simular a produtividade da água na cultura do milho de sequeiro, com base na evapotranspiração da cultura, em 19 municípios no estado de Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, do pacote DSSAT, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente calibrado e avaliado para a cultivar DKB390PRO (ANDRADE et al., 2016), para simular o rendimento e a produtividade da água do milho de sequeiro em 19 municípios de Minas Gerais. Dados de rendimento simulados foram utilizados para determinar a janela de semeadura para a produção de milho de sequeiro, em cada município (TIGGES et al., 2016). Assumiu-se, para todas as cidades, que a cultura da braquiária, anterior ao milho, deixa na superfície do solo 2.000 kg ha⁻¹ de resíduo com 1% de nitrogênio. Considerou-se também uma população de 68 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A adubação consistiu em 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de monoamônio fosfato, aplicados no plantio, e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, aplicados aos 25 dias após semeadura. O modelo estimou a evapotranspiração da cultura sem o uso de coeficiente de cultura, empregando o método de Priestley-Taylor (1972). A produtividade da água foi determinada pela relação entre o peso de matéria seca de grãos, por hectare, e o volume de água, por hectare, obtido a partir das

lâminas de evapotranspiração acumuladas no ciclo da cultura. Os valores médios históricos de produtividade simulada de grãos, para a janela de semeadura de cada município, e de produtividade da água, com base na evapotranspiração da cultura, foram analisados e comparados para cada município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio e a produtividade da água para a cultura do milho de sequeiro variaram consideravelmente entre os municípios de Minas Gerais (Figuras 1A e 1B). As maiores produtividades médias de grãos de 9.816, 9.121 e 8949 kg ha⁻¹ foram simuladas para Araxá, Uberaba e Lavras, respectivamente. Entretanto, as maiores produtividades da água, com valores de 1,61; 1,50 e 1,46 kg m⁻³, foram obtidas para Araxá, Uberaba e Machado. Em Lavras se produziu mais grãos de milho que em Machado, mas a eficiência de uso da água de chuva foi maior neste último município. Nota-se, portanto, que não há uma correlação direta em a produtividade de grãos e a produtividade da água no regime de sequeiro. Da mesma forma, embora haja relação entre o volume de chuva acumulada no ciclo da cultura (Tabela 01) com o rendimento de grãos e com a produtividade da água, a distribuição da chuva e outros fatores como a temperatura do ar (SING et al., 2006; GALON et al., 2010), que afetam a o rendimento, distorcem esta relação. Paracatu, que apresentou um maior volume de chuvas, no ciclo da cultura, que Itamarandiba (Tabela 01), proporcionou menores valores de rendimento de grãos e de produtividade da água (Figuras 1A e 1B).

Os municípios de Bambuí, Ituiutaba, Paracatu, Pompéu, Sete Lagoas e Unai, receberam precipitações acima de 180 mm mensais; entretanto o rendimento médio simulado foi abaixo de 8.000 kg ha⁻¹, exceto para Sete Lagoas que apresentou uma produtividade média de grãos de 8.207 kg ha⁻¹ (Figura 1B). Em relação a produtividade média da água, estas localidades exibiram valores inferiores a 1.41 kg m⁻³ (Figura 1A). Katerji et al. (2010), em seus estudos, encontraram valores de produtividade média da água, com base na evapotranspiração, entre 1,33 e 1,42 kg m⁻³.

Em Aimorés, Araçuaí e Janaúba foram observados os menores valores médios de rendimento, sendo 4.690, 4.947, e 5.179 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A). Os valores médios de produtividade da

água, para estas localidades, também foram pequenos, sendo 0,94, 1,12 e 1,13 kg m⁻³, respectivamente (Figura 1B). Isto pode ser decorrente das menores quantidades médias de chuvas distribuídas durante o ciclo da cultura do milho nestas regiões. Conforme a tabela 1, em Aimorés, Araçuaí e Janaúba, as precipitações médias mensais foram de 141 mm, 104 mm e 127 mm, respectivamente. De acordo com Sing et al. (2006), a redução da produtividade também pode ser atribuída à altas temperaturas, como ocorre nestes municípios. Resultados de pesquisas realizadas por Galon et al. (2010) demonstram que, além da escassez hídrica, altas temperaturas do ar reduzem a produtividade da cultura do milho.

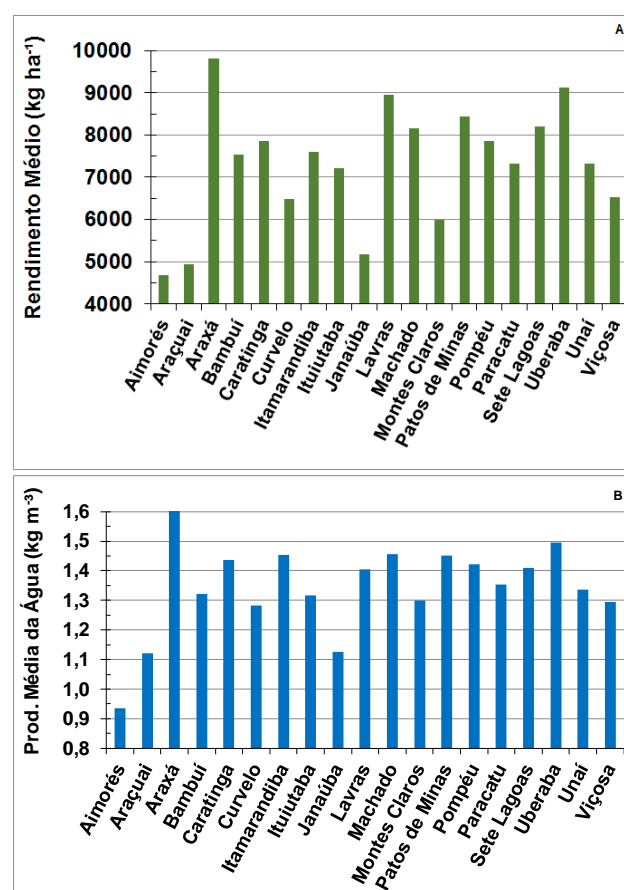


Figura 1: Rendimento médio de grãos (1A) e produtividade média da água com base na evapotranspiração (1B).

Comparando-se rendimento e produtividade da água, nota-se que a cultura do milho se mostrou mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos, em municípios como

Araxá e Uberaba, em comparação com Paracatu e Unai que são produtores tradicionais. Municípios de clima mais quente e chuvas irregulares aproveitam de forma ineficiente o recurso água para a produção de milho.

Municípios	Janela de semeadura		Precipitação (mm)	Precipitação média mensal (mm)
	Início	Término		
Aimorés	17/out	31/out	704	141
Araçuaí	03/out	24/out	521	104
Araxá	21/nov	06/fev	1354	169
Bambuí	03/out	19/dez	1324	189
Caratinga	26/set	31/out	940	157
Curvelo	10/out	07/nov	1023	171
Itamarandiba	19/set	24/out	913	152
Ituiutaba	03/out	21/nov	1221	203
Janaúba	10/out	24/out	634	127
Lavras	05/set	12/dez	1404	176
Machado	19/set	12/dez	1414	177
Montes Claros	10/out	24/out	811	162
Paracatu	17/out	14/nov	1341	224
Patos de Minas	03/out	02/jan	1385	173
Pompéu	10/out	14/nov	1104	184
Sete Lagoas	26/set	21/nov	1277	182
Uberaba	12/set	23/jan	1611	179
Unai	03/out	14/nov	1221	204
Viçosa	12/set	24/out	1030	172

Tabela 1: Precipitação média acumulada e precipitação média mensal durante o ciclo da cultura do milho.

CONCLUSÕES

Verificou-se uma grande variação na produtividade da água para a cultura do milho entre os municípios estudados. Em alguns municípios a cultura do milho foi mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos. Não se verificou relação direta entre o rendimento de grãos e a produtividade da água da cultura do milho em regime de sequeiro, bem como entre precipitação e produtividade da água.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, projeto APQ-01199-13, e Embrapa, pelos recursos destinados ao projeto de pesquisa e à bolsa de iniciação científica, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; PAIXÃO, J. S.; MELO, B. F.; TIGGES, C. H. T. Parametrização do modelo CSM-CERES-Maize para uma cultivar de alta produtividade. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo – CNMS, 2016, Bento Gonçalves – RS, Bento Gonçalves, 2016. (No prelo).

ANDRADE, C.L.T; AMARAL, T.N.; SILVA, D.F.; GARCIA, A.; HOOGENBOOM, G.; BRITO, R.A.L.; BORGES

JÚNIOR, J.C.F.; GOMIDE, R.L. UTILIZAÇÃO DO MODELO CERES-MAIZE COMO FERRAMENTA NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SEMEADURA DE MILHO: 3 - REQUERIMENTO E PRODUTIVIDADE DA ÁGUA. In: XVI Congresso de Agrometeorologia, 2009. Belo Horizonte.

GALON, L.; TIRONI, S. P; ROCHA, A. A; CONCENÇO, G; ALBERTO, C. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, p. 18-38, 2010.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. Decision Support System for Agrotechnology Transfer: version 4.6. DSSAT Foundation, Prosser, Washington, 2014.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. Monthly Weather Review, Boston, v.100, n.2, p.81-92, Feb. 1972.

Puppala, N.; Fowler, J.L.; Jones, T.L.; Gutschick, V.; Murray, L. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. Industrial Crops and Products, v.21, p.33-47, 2005.

ROCKSTROM, J.; KARLBERG, L.; WANI, S. P.; BARRON, J.; HATIBU, N.; UWEIS, T.; BUGGEMAN, A.; FARAHANI, J.; QIANG, Z. Managing water in rainfed agriculture—The need for a paradigm shift. Agricultural Water Management 97 (2010) 543–550.

SANDER, J. Z., BASTIANSEN, W. G. M. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agric. Water Manage. 69 (2), 115–133. 2004.

SINGH, R.; VAM DAM, J. C.; FEDDES, R. A. Water productivity analysis of irrigated crops in Sirsa district, India. Agricultural Water Management 82 (2006) 253–278.

SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES- Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. European Journal of Agronomy, Amsterdam, v. 27, p. 165-177, 2007

TIGGES, C. H. P.; ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; MELO, B. F.; AMARAL, W. L. Períodos de semeadura de milho, sob regime de sequeiro na safra, em Minas Gerais. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo – CNMS, 2016, Bento Gonçalves – RS, Bento Gonçalves, 2016. (No prelo).

WAGNER, M. V., JADOSKI, S., MAGGI, M. F., SAITO, L. R., & LIMA, A. S. Corn productivity estimate in function on water availability in Guarapuava, PR, Brazil. Brazilian Magazine of



Agricultural Engineering and Ambient. 170-179,
2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Simulação da produtividade de milho sob diferentes sistemas de irrigação em anos de El Niño-La Niña

Charles Patrick de Oliveira de Freitas⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽³⁾; Angélica Durigon⁽⁴⁾

⁽¹⁾Estudante de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; (charlespatrick2010@hotmail.com); ⁽²⁾Orientador, Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽³⁾Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGA, Depto de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do modelo CSM-Ceres-Maize em simular a produtividade de cultivares crioulas e melhoradas de milho, em sistema irrigado e não irrigado, em um ano de La Niña e um ano de El Niño. O modelo utilizado neste trabalho foi o modelo CSM-Ceres-Maize, que já foi calibrado e testado para as condições de Santa Maria. Foram utilizadas neste trabalho duas cultivares crioulas, ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’ e duas cultivares melhoradas de milho, ‘BRS Missões’ (VPA) e um híbrido simples ‘AS 1573PRO’. Foram escolhidos dois anos agrícolas, o ano 2011/2012 (La Niña), e o ano 2015/2016 (El Niño). A data de semeadura foi 15 de outubro, para os dois anos. Essa data foi escolhida porque, para o município de Santa Maria, está fora do período recomendado o cultivo da cultura do milho, uma vez que há grande risco de na fase crítica do milho ocorrer déficit hídrico. A fim de simular na condição com e sem irrigação, foi selecionado no modelo a condição “rainfed” para sem irrigação, e para o sistema irrigado foi selecionado a opção de “irrigação automática”, que faz irrigações conforme a necessidade da cultura durante a estação de crescimento, na simulação. O modelo CSM-Ceres-Maize é capaz de simular a tendência de produtividade em anos diferentes, com efeito do El Niño e La Niña. Também conclui-se que, a cultivar crioula ‘Cinquentinha’ se mostrou mais tolerante ao déficit hídrico do que as outras cultivares.

Termos de indexação: modelagem agrícola, deficiência hídrica, rendimento.

INTRODUÇÃO

Milho é o terceiro cereal cultivado e tem importância econômica no mundo devido à sua versatilidade de uso, que vai desde a alimentação

humana, alimentação animal e na indústria tecnológica, principalmente na fabricação de etanol (USDA, 2016).

No Rio Grande do Sul (RS), o milho é em sua maior parte cultivada em condições de sequeiro ou em terras altas, ou seja, toda a demanda hídrica da cultura é fornecida pela precipitação pluvial. O regime pluviométrico do RS é uniforme ao longo do ano, com totais entre 1250 e 2000 milímetros, sem uma estação chuvosa definida (Buriol et al, 1977; Oliveira, 1986). A precipitação no Estado é fortemente influenciada por fenômenos, como o ENOS (El Niño Oscilação Sul). O ENOS apresenta duas fases, uma fase quente chamada El Niño, onde ocorre precipitação acima da normal climatológica no estado, e uma fase de fria conhecida como La Niña, onde a precipitação apresenta padrões abaixo da normal climatológica no estado, e essa influência na precipitação no RS ocorre principalmente na primavera (setembro outubro-novembro) (Grimm et al, 1998; Cera & Ferraz, 2010; Flach & Grimm, 2010).

Assim, sendo o milho uma cultura sensível ao estresse hídrico, a variabilidade na precipitação pode causar algum dano à planta, como redução na área foliar e conseqüentemente, na fotossíntese, com potencial de comprometer consideravelmente a produtividade desta cultura (Bergamaschi & Matzenauer, 2014). Nos últimos 10 anos, houve duas grandes quebras de safra de milho no RS, nos anos agrícolas 2004/2005 e 2011/2012, quando a redução de produtividade foi de aproximadamente 50% em relação à produtividade em anos normais e sem deficiência hídrica (CONAB, 2016). A causa destas duas quedas na produtividade foi a deficiência hídrica no solo.

As cultivares crioulas de milho, por serem rústicas e apresentarem alta variabilidade genética, poderiam ser uma alternativa de cultivo em épocas e anos com deficiência hídrica do solo. No entanto,

esta alternativa ainda é pouco frequente na agricultura do RS.

A modelagem das culturas agrícolas é uma ferramenta que, através de equações matemáticas, é capaz de descrever o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas. Quando o modelo de interesse está devidamente calibrado e testado para as condições locais de estudo, os modelos agrícolas auxiliam na tomada de decisão de práticas de manejo (Streck et al., 2003,a,b), em estudos da resposta das culturas à variabilidade climática e mudança climática (Streck & Alberto, 2006; Streck et al., 2008; Streck et al., 2011) e atualmente tem sido utilizado na previsão e acompanhamento de safras (Shin et al., 2006; Streck et al., 2013). Entre os modelos de simulação da cultura do milho, o modelo CSM-Ceres-Maize é um dos mais conhecidos e usados em estudos numéricos.

O modelo CSM-Ceres-Maize é um modelo ecofisiológico dinâmico, baseado em processos (*process-based models*) capaz de simular o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas, em diferentes manejos de irrigação e nutrição (Jones & Kiniry, 1986).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do modelo CSM-Ceres-Maize em simular a produtividade de cultivares crioulas e melhoradas de milho, em sistema irrigado e não irrigado, em um ano de La Niña e um ano de El Niño.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo numérico foi realizado em Santa Maria, RS, Brasil (29°43'S, 53°43'W, e 95m altitude). Segundo climatologia de Köppen, o clima da região é Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, com temperatura média anual de 18,8°C e precipitação anual média de 1.686,1mm. O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico Argilúvico típico) (Streck, E. V., et al., 2008).

As cultivares utilizadas neste trabalho foram, duas cultivares crioulas de milho ['Cinquentinha' – ciclo precoce; e 'Bico de Ouro' – ciclo tardio], e duas cultivares melhoradas [uma variedade de polinização aberta 'BRS Missões' – ciclo precoce; e um híbrido simples 'AS 1573PRO' – ciclo precoce].

O modelo utilizado neste trabalho foi o modelo CSM-Ceres-Maize que está acoplado a plataforma DSSAT v4.6 (Hoogenboom et al., 2012), em que seus coeficientes genéticos já foram calibrados e testados para as condições de Santa Maria, para as cultivares citadas acima (**Tabela 1**). O modelo foi

rodado no modo experimental.

Foram escolhidos dois anos agrícolas, o ano 2011/2012 classificado como ano sob influência do fenômeno La Niña, e o ano 2015/2016 classificado como ano sob influência do fenômeno El Niño. A data de semeadura, para ambos os anos agrícolas, foi no dia 15 de outubro, esta data foi escolhida, pois para o município de Santa Maria, encontra-se fora do período recomendado da cultura do milho, pois há grande risco da fase de enchimento de grãos, período crítico da cultura do milho, venha a ocorrer no período de deficiência hídrica no estado. O espaçamento de plantas foi de 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, totalizando uma população de plantas de 5,5 pl m⁻². O modelo foi rodado sem estresse nutricional.

A fim de simular na condição com e sem irrigação, foi selecionado no modelo a condição “rainfed” para sem irrigação, e para o sistema irrigado foi selecionado a opção de “irrigação automática”, que fará irrigações conforme a necessidade da cultura durante a estação de crescimento, na simulação.

Os dados meteorológicos utilizados como entrada do modelo foram coletados da estação meteorológica automática do INMET. Os dados necessários são temperatura máxima e mínima do ar, radiação solar e precipitação, todos em um passo de tempo diário, que foram obtidos para os anos 2011/2012 e 2015/2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** estão os dados meteorológicos durante o período de crescimento do milho. O ano de 2011/2012, caracterizado como ano de La Niña, durante a estação de crescimento da cultura do milho, apresentou temperatura máxima absoluta de 38,7° (**Figura 1a**) e precipitação acumulada aproximada de 440,2 mm (**Figura 1b**), sendo que durante o período de enchimento de grãos (fim de dezembro – fim de janeiro) a precipitação acumulada foi aproximadamente de 81,4 mm (**Figura 1b**). Já no ano de 2015/2016, caracterizado como Ano de El Niño, a temperatura máxima absoluta foi de 36,6°C (**Figura 1c**) e precipitação acumulada aproximadamente de 891,0 mm (**Figura 1d**), sendo aproximadamente 381,6 mm durante o período de enchimento de grãos (**Figura 1d**).

A **Figura 2** mostra a produtividade de grãos para o sistema irrigado e não irrigado, para o ano agrícola 2011/2012 e 2015/2016. Nota-se que a ordem de perda de produtividade no ano 2011/2012 segue: 'Bico de Ouro', 'AS1573PRO', 'Cinquentinha' e 'BRS Missões', com porcentagem de perda de 34,9, 33,3, 28,8 e 23,5%. No sistema irrigado, para que não houvessem perdas, foi irrigado um total de

234,1 e 232,7 mm para as cultivares crioulas 'Bico de Ouro' e 'Cinquentinha', respectivamente, e para as cultivares melhoradas, o montante irrigado durante o ciclo de crescimento foi de 239,8 e 237,4 mm para 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO', respectivamente.

No ano agrícola 2015/16 não houve diferença entre irrigado e não irrigado, pois por ser um ano de El Niño, a demanda da planta foi suprida pela precipitação pluvial durante o período de desenvolvimento da cultura.

Entre cultivares, a cultivar crioula 'Cinquentinha' e a variedade de polinização aberta 'BRS Missões', mostraram-se mais tolerantes ao déficit hídrico do que a cultivar crioula 'Bico de Ouro' e o híbrido 'AS 1573PRO' (Figura 1a).

CONCLUSÕES

O modelo CSM-Ceres-Maize foi capaz de simular a tendência de produtividade em anos diferentes, com efeito do El Niño e La Niña. Também conclui-se que, a cultivar crioula 'Cinquentinha' se mostrou mais tolerante ao déficit hídrico do que as outras cultivares, incluindo o híbrido.

REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, H., MATZENAUER, R. **O Milho e o Clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84p.
- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M. Cartas mensais e anual das chuvas do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.7, p.55-82, 1977.
- CERA, J. C., FERRAZ, S. E. T. Variações Climáticas na Precipitação do Rio Grande do Sul. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010, Belém, PA. **Anais...Belém**: <http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/340_80886.pdf>.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2007/2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2016.
- FLACH, R.; GRIMM, A. M. Eventos extremos e totais mensais de precipitação na América do Sul durante ENOS e condições normais no clima presente e em cenários futuros. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010, Belém, **Anais...Belém**: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2010.
- GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v. 11, n. 11, p. 2863-2880, 1998.
- HOOGENBOOM, G., J.W. JONES, P.W. WILKENS, C.H. PORTER, K.J. BOOTE, L.A. HUNT, U. SINGH, J.I. LIZASO, J.W. WHITE, O. URYASEV, R. OGOSHI, J. KOO, V. SHELIA, AND G.Y. TSUJI. 2015. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.6 (<http://dssat.net>). DSSAT Foundation, Prosser, Washington.
- JONES, C.A.; KINIRY, J.R. **Ceres-Maize: A simulation model of maize growth and development**. Texas A&M University Press, College Station, Texas, 1986. 94p.
- OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e convecção na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.
- SHIN, D.W.; BELLOW, J.G.; LAROW, T.E.; COCKE, S.; O'BRIEN, J.J. The role of an Advanced Land Model in Seasonal Dynamical Downscaling for Crop Model Application. **Journal Applied Meteorology and Climatology**, v.45, p.686-701, 2006.
- STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, S. Incorporating a chronology response into prediction of leaf appearance rate in winter wheat, **Annals of Botany**, v. 92, p. 181-190, 2003a.
- STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p. 139-150, 2003b.
- STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.
- STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio**

Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 126 p.

STRECK, N. A.; LAGO, I.; GABRIEL, L. F.; SAMBORANHA, F. K. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a non-linear model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.449-455, 2008.

STRECK., N.A.; SILVA, S.D.; LAGNER, J.A. Assessing the response of maize phenology under elevated temperature scenarios. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p. 1-12, 2011.

STRECK, N.A.; SILVA, M.R.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BENEDETTI, R.P.; CARLI, C.; CHARÃO, A.S.; MARCOLIN, E.; FERRAZ, S.E.T.; MARCHESAN, E. Acompanhamento da safra 2012/2013 de arroz irrigado no Rio Grande do Sul por modelagem numérica. **Ciência e Natura**, Edição Especial, p. 368-372, 2013.

Tabela 1 - Valores dos coeficientes genéticos do modelo CSM-Ceres-Maize para duas cultivares crioulas, ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas cultivares melhoradas, uma do tipo polinização aberta, ‘BRS Missões’, e um híbrido simples ‘AS 1573PRO’.

Coeficientes Genéticos							
Cultivar	P1*	P2	P5	G2	G3	PHINT	RUE
‘Cinquentinha’	225,0	0,800	896,0	500,0	8,0	45,45	4,00
‘Bico de Ouro’	360,0	0,000	824,0	400,0	10,0	43,47	3,70
‘BRS Missões’	300,0	0,000	639,6	700,0	17,0	41,66	3,00
‘AS 1573PRO’	290,0	0,500	773,8	900,0	21,0	45,45	2,89

*P1: Graus-dia da emergência até o fim do estágio juvenil ($T_b=8^{\circ}\text{C}$); P2: Coeficiente de sensibilidade ao fotoperíodo; P5: Graus-dia do florescimento feminino até a maturidade fisiológica ($T_b=8^{\circ}\text{C}$); G2: Número potencial de grãos por planta; G3: Taxa potencial de enchimento de grãos ($\text{mg grão}^{-1} \text{dia}^{-1}$); PHINT: Filocrono ($^{\circ}\text{C dia}$).

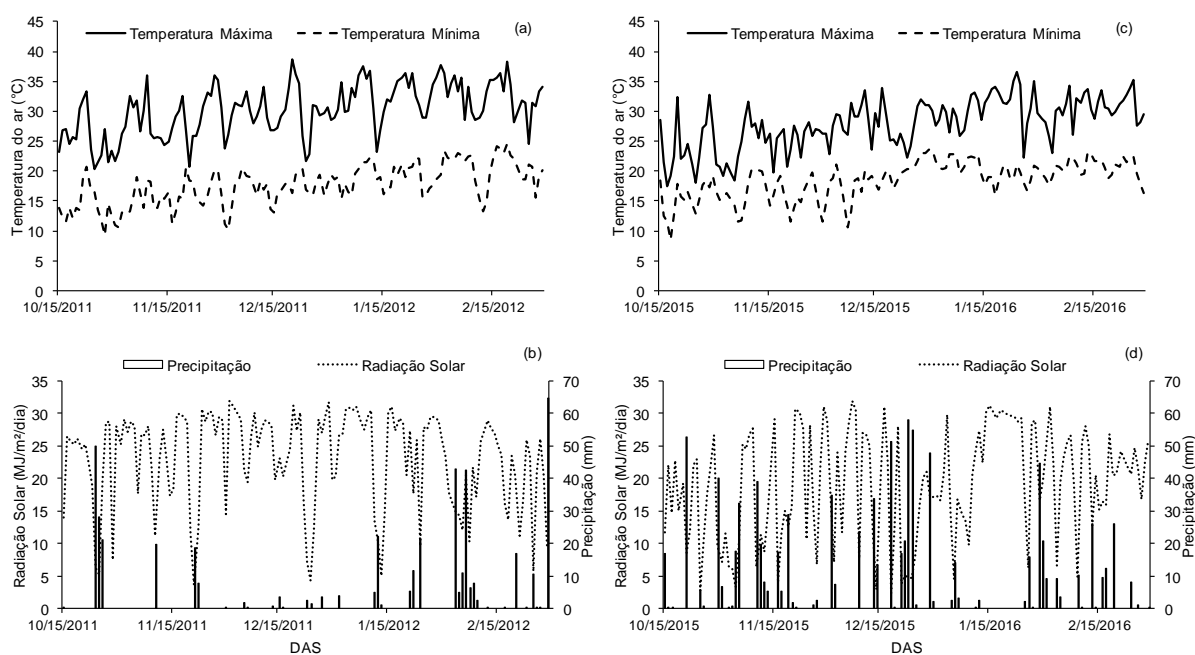


Figura 1. Temperatura máxima e mínima, radiação solar e precipitação durante o ciclo de desenvolvimento no ano 2011/12 (a) e (b), e durante o ano 2015/16 (c) e (d), respectivamente.

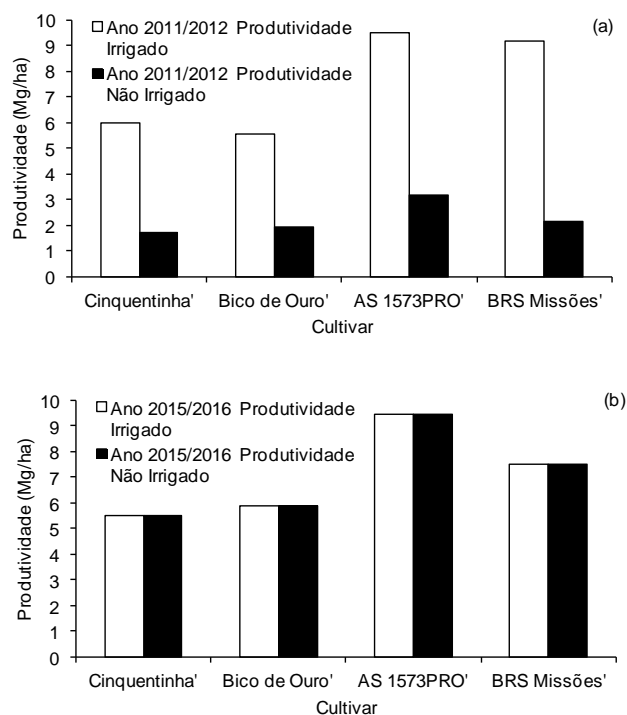


Figura 2. Produtividade (Mg ha^{-1}) para duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico de Ouro', e duas cultivares melhoradas, 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO', em sistema irrigado e não irrigado, durante o ano agrícola 2011/12 (a) e 2015/16 (b).

Coeficiente de variação na deposição de sementes e fertilizantes segundo metodologia da inspeção periódica de semeadoras (IPS).

Sidnei Marcelino Lauriano⁽¹⁾; Paulo Roberto Arbex Silva⁽²⁾; Saulo Fernando Gomes de Sousa⁽³⁾; Vinicius Paludo⁽⁴⁾; Tiago Pereira da Silva Correia⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestrando; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; sidnei.agro@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Adjunto; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽³⁾ Pesquisador; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽⁴⁾ Doutorando; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade de Brasília; Brasília; Distrito Federal.

RESUMO: A Inspeção Periódica de Semeadoras (IPS) está ligada diretamente a melhoria na produtividade das culturas, buscando a correta operação de semeadura, conforme informações sobre o desempenho das operações realizadas. Para tanto foi realizado um *check-list* das características das semeadoras-adubadoras, e a coleta de sementes e fertilizantes linha-a-linha. Com base nos valores coletados foi verificado o coeficiente de variação (CV%) entre as linhas de cada semeadora. Dentre as máquinas inspecionadas verificou-se que houve diferenças entre os valores reais depositados pelas semeadoras em relação aos valores teóricos pré-determinados pela regulagem, observando que em nenhuma das situações analisadas o equipamento realizou a deposição de insumos de maneira uniforme. Analisando o coeficiente de variação, conclui-se que houve variação na deposição de insumos com valores de CV variando entre 1,77 a 12,44% para sementes e 1,87 a 21,99% para fertilizantes. A inspeção prévia linha-a-linha nas semeadoras-adubadoras pode corrigir possíveis problemas na deposição de insumos.

Termos de indexação: plantabilidade, produtividade, semeadura.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de grãos, com área cultivada superior a 57,9 milhões de hectares na safra 2014/2015, com estimativa de aumento para 58,3 milhões de hectares na safra 2015/16. Considerando apenas a produção total de milho, a área estimada para a

safr 2015/2016 é de 15,4 milhões de hectares (Conab, 2016). De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2015), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo este cultivado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tanto em primeira como em segunda safra. Atualmente, segundo a Conab (2015) o milho juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% de toda a produção de grãos do Brasil.

O sistema mecanizado agrícola pode representar de 20 a 40% dos custos de produção, dependendo da cultura, sendo um ponto estratégico para melhoria da rentabilidade (Rosa, 2014). A semeadura é uma das principais operações para o estabelecimento das lavouras. Segundo Almeida et al., (2010) o processo de semeadura adequado busca a correta distribuição longitudinal das sementes no solo aliada à correta profundidade de deposição das mesmas para se obter estande correto e uniforme. É uma das etapas que exige maior perfeição na execução, pois pode comprometer os recursos naturais e a rentabilidade da atividade agrícola (Ros et al., 2011).

Márquez (2004) cita que a qualidade de semeadura é obtida pela combinação de inúmeros fatores, dentre eles, a qualidade das sementes, o adequado preparo do sulco de semeadura, a cobertura das sementes e o contato com o solo e a água, a localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura, e, o espaçamento entre fileiras. Portella (1999) acrescenta que o mais importante em uma semeadora é que ela consiga, com a máxima regularidade possível, depositar a semente no sulco para obter um estande de plantas capaz de alcançar adequada produtividade.

Diversas são as pesquisas relacionadas ao estudo de semeadoras, velocidade de

deslocamento (Mahl et al., 2004), tipos de dosadores (disco vertical e pneumático) (Tourino et al., 2009; Melo et al., 2013).

A inspeção em semeadoras possibilita relatar as condições do equipamento, que são a principal ferramenta para implantação da lavoura. Conhecer tais características é fundamental para que possa alcançar uma operação de semeadura de qualidade. Quando as regulagens são feitas em apenas partes das linhas de semeadura, fazendo uma média a partir desses dados, pode-se comprometer a deposição correta. A inspeção linha-a-linha garante conhecer as reais condições de deposição de insumos, ajudando assim, a tomada de decisão para regulagens e possíveis correções do equipamento. Uma máquina mal regulada e com diferenças nas quantidades depositadas de insumo implica em perdas na lavoura, seja pela falta de produto depositado ou pelo excesso do mesmo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes semeadoras-adubadoras analisando o coeficiente de variação de cada linha, para a deposição de sementes e fertilizantes, oferecendo aos produtores rurais subsídios informativos sobre as reais condições de seus equipamentos, para que, com base nessas informações possam realizar as devidas correções necessárias para uma operação de semeadura satisfatória.

MATERIAL E MÉTODOS

Inspeção Periódica de Semeadoras

Foram selecionadas para esse trabalho semeadoras-adubadoras distintas, inspecionadas no estado de São Paulo. Para todas as máquinas foram realizados *check-list* para conhecimento das condições reais dos mecanismos das semeadoras e coleta de sementes e fertilizantes linha-a-linha, sendo a mesma metodologia utilizada para todas as máquinas.

Características das semeadoras-adubadoras

Para elaboração desse trabalho foram selecionadas aleatoriamente 10 semeadoras-adubadoras, que no momento da inspeção estavam reguladas para distribuição de sementes de milho. Essas semeadoras inspecionadas variaram de 4 a 11 linhas, com diferentes mecanismos dosadores, diferentes espaçamentos entre linhas e reguladas para diferentes densidades populacionais. Independente do tipo de semeadora utilizada na operação de semeadura é preciso que esta operação seja o mais preciso possível.

Avaliações realizadas

A coleta de insumos foi realizada linha-a-linha com 4 repetições para conhecer as reais condições de deposição do equipamento. Para tanto, foram utilizados recipientes para coleta do material que posteriormente foram contados (sementes) e pesados (fertilizantes).

Com os resultados coletados em todas as linhas é feito uma média geral e o desvio padrão da amostra, com esses valores foi determinado o coeficiente de variação (CV%).

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Onde:

CV: Coeficiente de variação (%);

s: Desvio padrão;

x: Média dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que em todas as semeadoras inspecionadas, houve erro de deposição de sementes em relação à população pré-determinada, apresentando diferentes CV (%) entre as linhas de semeadura e distribuição de fertilizantes (**Tabela 1**).

Tabela 1. Valores para o coeficiente de variação (CV%) das amostras de sementes e fertilizantes, para os resultados coletados de sementes e fertilizantes.

Semeadoras	CV (%)	
	Sementes	Fertilizantes
Semeadora 1	12,01	8,90
Semeadora 2	11,26	7,61
Semeadora 3	2,11	4,00
Semeadora 4	2,88	1,87
Semeadora 5	1,77	1,92
Semeadora 6	6,94	21,15
Semeadora 7	12,44	1,91
Semeadora 8	7,13	21,99
Semeadora 9	6,29	4,34
Semeadora 10	5,40	4,48

Os resultados mostram diferentes coeficientes de variação para as variáveis analisadas, com oscilação para as sementes de 1,77 a 12,44% e para fertilizantes de 1,91 a 21,99%.

Os resultados foram divididos em dois grupos, sendo considerado acima de 5% do CV e abaixo 5% do CV, discriminando ainda, os valores que estavam acima e abaixo do valor pré-determinado pela regulagem dos equipamentos (**Tabela 2**).

Tabela 2. Situação das semeadoras-adubadoras inspecionadas.

Deposição de sementes		
Variação entre as linhas da semeadora		
CV (%)	Semeadoras	%
≤ 5	3	30
≥ 5	7	70
Situação em relação pré-determinado		
Acima	3	30
Abaixo	7	70
Deposição de fertilizantes		
Variação entre as linhas da semeadora		
CV (%)	Semeadoras	%
≤ 5	5	50
≥ 5	5	50
Situação em relação ao pré-determinado		
Acima	2	20
Abaixo	8	80

De acordo com os resultados, 70% das semeadoras apresentam CV (%) acima de 5% entre as linhas para deposição de sementes, e que apenas 30% encontram-se com CV (%) abaixo de 5%. Esses valores refletem que mesmo com CV abaixo de 5%, ainda sim, podem-se observar valores médios de distribuição, diferentes do pré-estabelecido. Schimandei et al. (2006) estudaram processos de semeadura e encontraram coeficiente de variação médio para estande entre as fileiras de 33%, isso mostra que o erro encontrado no estande de plantas nas lavouras ainda é muito alto. Nesse estudo o CV não chegou ao mencionado por esses autores, mas ainda assim, mostra que a variação entre as linhas é fenômeno recorrente em outras pesquisas.

Verifica-se para a distribuição de fertilizantes resultados semelhantes à distribuição de sementes. Em relação ao CV (%) entre as linhas observa-se que metade das semeadoras avaliadas (50%), estão abaixo de 5% e a outra metade acima dos 5%. Quando avaliada a situação de distribuição de fertilizantes, 80% das semeadoras depositariam fertilizantes abaixo do pré-determinado. Contudo, observa-se que o planejamento prévio para semeadura não foi alcançado nas propriedades visitadas, o que pode influenciar diretamente na produtividade das lavouras. Levando em consideração que a adubação é feita com base em boletins técnicos de adubação, que determinam a quantidade ideal para cada cultura ou material.

Depositando uma quantidade abaixo da recomendada, a cultura pode não expressar seu potencial produtivo.

Os resultados verificados nesse trabalho mostram que há a necessidade de fazer a regulagem linha-a-linha das semeadoras-adubadoras para que possa identificar e corrigir possíveis falhas ou problemas nas linhas de distribuição de insumos, buscando uma maior lucratividade com a produção.

CONCLUSÕES

Conclui-se com esse estudo que todas as semeadoras-adubadoras inspecionadas apresentaram variação de deposição de insumos entre as linhas de semeadura, com valores de CV oscilando entre 1,77 a 12,44% para sementes e de 1,87 a 21,99% para fertilizantes.

A inspeção prévia linha-a-linha nas semeadoras-adubadoras pode corrigir possíveis problemas na deposição de insumos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. A. S.; SILVA, C. A. T.; SILVA, S. L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, Dourados, v.3, n.7, p.63-70, 2010.
- AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidade de distribución y emergência de maíz. In: BARBOSA, O. A. (ed.). **AVANCES EM INGENIERÍA**. 2003-2005. San Luis: Cadir 2005, 2005, p.77-81.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2015. **10º Levantamento, acompanhamento da safra 2010/2015**.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária 2016**. Observatório Agrícola, Ano XXV, n.1, p.150-157, 2004.
- MAHL, D. GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, P. R. A. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.
- MARQUEZ, L. **Maquinaria Agrícola**. Madrid: B&H, 2004. 700 p.
- MELO, R. F.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade da distribuição de milho em semeadoras em um solo Cearense. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 44, n.1, p.94-101, 2013.
- PORTELLA, J. A. **Plantio de precisão: O desafio para o século XXI**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999, 5p.
- ROS, V. V.; SOUZA, C. M. A.; VITORINO, A. C. T.; RAFULL, L. Z. L. Oxisol resistense to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1104-1114, 2011.
- ROSA, J. H. M. **Avaliação do desempenho efetivo e econômico de uma colhedora de cana-de-açúcar em espaçamento duplo alternado**. 2013. Dissertação (Engenharia de sistemas agrícolas). Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- SCHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Distribuição longitudinal de plantas de milho na região dos Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3 p.977-980, 2006.
- TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SILVA, L. A.; ALMEIDA, L. G. P. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.245-249, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Parâmetros de máquina, solo e planta, após o manejo com profundidades de atuação da haste sulcadora e plantas de cobertura

Jônatan Müller⁽¹⁾; Alcir José Modolo⁽²⁾; Robson Gonçalves Trentin⁽²⁾; Gabrielli Fiorentin Dedordi⁽³⁾; Rudi Otto Dams⁽⁴⁾; Andrei Daniel Zdziarski⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor; Instituto Federal do Rio Grande do Sul; Bento Gonçalves, RS; jonatan.muller@bento.ifrs.edu.br; ⁽²⁾ Professor; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; ⁽³⁾ Mestre em Agronomia; Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ⁽⁴⁾ Graduando; Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RESUMO: A semeadura direta é caracterizada pelo mínimo revolvimento do solo e manutenção de resíduos vegetais em cobertura. Contudo, a intensificação da agricultura, associada ao descaso com o manejo do solo, tem ocasionado, sistematicamente, o surgimento de camadas compactadas em áreas agrícolas conduzidas nesse sistema. Dependendo do grau de compactação, o sistema radicular das culturas pode sofrer restrição de desenvolvimento e, conseqüentemente, ocasionar a diminuição da produtividade da cultura do milho. Desse modo, o objetivo da pesquisa foi avaliar os parâmetros de máquina, solo e planta em função de quatro profundidades de atuação da haste sulcadora de adubo, associada ao cultivo de plantas de cobertura de inverno, em Latossolo compactado conduzido em semeadura direta. O experimento foi realizado na área experimental da UTFPR, num Latossolo Vermelho distroférico (76% de argila). O experimento em faixas foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, composto por oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos principais foram compostos pela combinação de quatro profundidades de atuação da haste sulcadora de adubo (0,05; 0,09; 0,13 e 0,17 m) e os secundários pelo cultivo em faixas de duas plantas de cobertura de inverno (aveia preta e nabo forrageiro). O aumento da profundidade de atuação das hastes gera acréscimo na força de tração média na barra, bem como a interação entre os fatores proporciona aumento da área de solo mobilizada.

As profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo e o cultivo de plantas de cobertura não ocasionam variação na densidade do solo e na produtividade do milho.

Termos de indexação: força de tração, mobilização de solo, produtividade do milho.

INTRODUÇÃO

A produção total de grãos no Brasil foi de 209,5 milhões de toneladas no ano agrícola de 2014/15. Dessa totalidade, o milho se destacou com uma produção de 84,7 milhões de toneladas cultivadas em uma área de 15,7 milhões de ha, perfazendo uma produtividade de 5.394 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016). Na mesma safra, o estado do Paraná foi responsável pela produção de 15,9 milhões de toneladas de grãos de milho, o que representa 18,7% da produção desse grão no Brasil (CONAB, 2016).

Casão Junior (2012) menciona que 90% dos grãos produzidos no Paraná são frutos do sistema de semeadura direta. Contudo, foi constatado por Freddi et al. (2007), Kamimura et al. (2009) e Debiasi et al. (2010) que o tráfego de máquinas agrícolas tem ocasionado a compactação do solo em semeadura direta, em regiões com características edafoclimáticas distintas. Essas informações são confirmadas por estudos desenvolvidos pela Embrapa Soja, os quais indicam que aproximadamente 45% das áreas agrícolas com solo argiloso e cultivadas com soja/milho no Paraná, apresentam grau de compactação, na camada de 0,1 - 0,2 m, restritivos ao desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, da parte aérea das plantas (Franchini et al., 2009; Franchini et al., 2011).

Diante desse contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar os parâmetros relacionados a máquina, solo e planta após o manejo com quatro profundidades (0,05, 0,09, 0,13 e 0,17 m) de atuação das hastes sulcadoras de adubo de uma semeadora-adubadora de precisão, associada ao cultivo de plantas de cobertura de inverno (nabo e aveia preta), em Latossolo compactado conduzido em semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Pato Branco, na safra 2014/2015, num Latossolo Vermelho distroférico, com textura muito argilosa (76% de argila). Antes da implantação dos tratamentos foi realizada a compactação do solo, por meio de duas passadas com o trator, no mesmo rastro, em toda a área das parcelas. Na referida ocasião, o solo apresentou umidade gravimétrica de 41 %. O trator utilizado foi um New Holland, modelo TL 75E 4x2, com Tração Dianteira Auxiliar (TDA), sendo as pressões de contato média dos pneus traseiros e dianteiros com o solo de 197 e 125 kPa, respectivamente. Para avaliar a força de tração média requerida na barra de tração pela semeadora-adubadora de precisão (FT), utilizou-se a célula de carga, marca Lider balanças, modelo CS 5000, com capacidade para 50 kN, acoplada sobre a barra de tração do trator, por meio de suporte específico. Os dados gerados pela célula de carga foram armazenados em datalogger, modelo CR800. O resultado de força de tração média requerida na barra de tração foi obtida pelo cociente entre a soma dos dados de força de tração instantânea pelo número total de dados registrados. As amostras indeformadas de solo para determinação da densidade do solo foram coletadas aleatória na camada de 0,04-0,07 (DS) e 0,12-0,15 m (DS1) de profundidade, com anéis volumétricos de 3 e 5 cm de altura e diâmetro, respectivamente. Os resultados foram obtidos por meio do processamento das amostras conforme a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). A área de solo mobilizada no sulco de semeadura (ASM) foi obtida com o auxílio de um perfilômetro, construído em madeira, com réguas verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 2,0 cm no sentido transversal a linha de semeadura. Esse instrumento foi disposto nas três linhas centrais de semeadura das unidades experimentais, onde realizou-se o levantamento dos perfis. A produtividade do milho (PM) foi obtida pela colheita de todas as espigas contidas nas plantas, em 5 m, nas três linhas centrais de cada parcela, perfazendo 15 m lineares. A massa total de grãos foi seca em estufa e a umidade corrigida para 13%. Posteriormente esses dados foram extrapolados para a área referente a um hectare. O experimento em faixas foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, composto por oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais, cada qual com área útil de 52,5 m² (3,5/15 m). Os tratamentos principais foram compostos pela

combinação de quatro profundidades de atuação da haste sulcadora de adubo (0,05; 0,09; 0,13 e 0,17 m) e os secundários pelo cultivo em faixas de duas plantas de cobertura de inverno (aveia preta e nabo forrageiro). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificação dos efeitos dos fatores profundidades de atuação da haste, plantas de cobertura do solo e sua interação. Quando o teste F foi significativo a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os fatores qualitativos (plantas de cobertura de inverno). Para os fatores quantitativos (profundidade de atuação das hastes sulcadoras) foi aplicado o teste de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados contidos na (**Tabela 1**) constata-se que a profundidade de atuação da haste sulcadora de adubo foi significativa para os parâmetros FT e ASM, sendo que também houve interação entre os tratamentos e a ASM.

Tabela 1 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio dos caracteres força de tração média na barra (FT) e área de solo mobilizada (ASM) em função das profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo (Prof) e planta de cobertura de inverno (Cob).

FV	GI	FT	P	ASM	P
Bloco	3	0,85	0,27	47,34	0,25
Prof.	3	47,84	*0,00	5556	*0,00
Erro (a)	9	0,56	0,28	29,42	0,11
Cob.	1	0,00	0,94	114,30	0,09
Erro (b)	3	0,32	0,50	18,61	0,29
Prof. x Cob.	3	0,07	0,90	147,29	*0,00
Resíduo	9	0,37		12,66	
Média		11,01		54,80	
CV (%)		5,55		6,49	

*Significativo (P≤0,05). C.V.: Coeficiente de variação.

Os resultados da análise de regressão entre profundidade de atuação da haste sulcadora e FT (**Figura 1**) demonstram que a cada centímetro de aumento na profundidade de atuação da haste ocorre um acréscimo de 0,49 (KN) na FT exigida para mobilização do solo. Conte et al. (2009) avaliando a força de tração em função de doses de resíduos aplicados em coberturas, locais com e sem tráfego e duas profundidades de atuação das hastes

sulcadoras de adubo (0,064 e 0,12 m) verificaram que a FT aumento, na ordem de 100%, quando as profundidades de atuação das hastes foram comparadas.

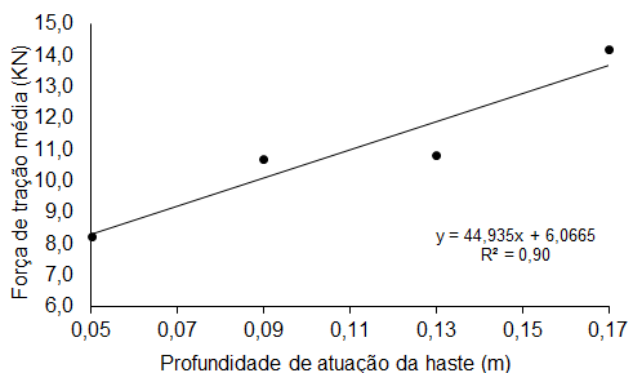


Figura 1 – Força de tração média requerida na barra de tração em função da profundidade de atuação das hastes sulcadoras de adubo.

Na **figura 2** observa-se comportamento linear das linhas de tendência entre a ASM e a interação ente os fatores de variação (profundidade de atuação da haste sulcadora de adubo e plantas de cobertura).

Verifica-se que para cada unidade centesimal de aumento de profundidade de atuação da haste ocorre um acréscimo de 4,5 e 5,7 cm² de ASM, nos locais cultivados com as plantas de cobertura nabo forrageiro e aveia preta, respectivamente. A variação do resultado da ASM entre as plantas de cobertura pode estar associada ao fato da aveia preta apresentar sistema radicular fasciculado em relação ao pivotante do nabo, o que pode gerar uma maior mobilização de solo pelo arraste das raízes no processo de semeadura.

Cepik et al. (2010) avaliando a força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras contataram que a ASM aumentou 27% quando comparadas as profundidades de atuação das hastes de 0,071 e 0,113 m.

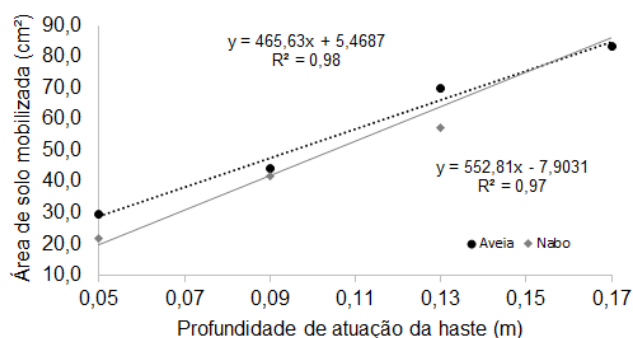


Figura 2 – Área de solo mobilizada em função da profundidade de atuação das hastes sulcadoras de adubo e plantas de cobertura de inverno (Nabo e aveia).

Na **Tabela 3** verifica-se que tanto a DS, como a DS2 não foram significativas em função das profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo e cultivo de plantas de cobertura de inverno, sendo que as densidades do solo foram de 1,10 e 1,16 kg.dm⁻³, nas camadas de 0,04-0,07 e 0,12-0,15 m, respectivamente.

Tabela 3 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio dos caracteres densidade do solo na camada (0,04-0,07 m) (DS) e densidade do solo na camada (0,12-0,15 m) (DS2) em função das profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo (Prof) e planta de cobertura de inverno (Cob).

FV	GI	DS	P	DS2	P
Bloco	3	0,003	0,46	0,002	0,51
Prof.	3	0,003	0,46	0,003	0,29
Erro (a)	9	0,003	0,11	0,002	0,65
Cob.	1	0,000	0,63	0,000	0,77
Erro (b)	3	0,000	0,90	0,002	0,42
Prof. x Cob.	3	0,001	0,52	0,002	0,55
Resíduo	9	0,001		0,002	
Média		1,099		1,158	
CV (%)		3,39		4,24	

*Significativo (P≤0,05). C.V.: Coeficiente de variação.

Esses resultados demonstram que as plantas de cobertura nabo forrageiro e aveia preta, apesar de apresentarem sistema radicular diferente, possuem capacidade similar de alterar a densidade do solo em áreas compactadas. E de fato, as maiores profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo, não apresentam a capacidade de alterar a densidade do solo nas entrelinhas de cultivo, pois em função das dimensões da haste sulcadora, limitam-se a mobilizar o solo na linha de semeadura.

A análise de variância, contida na **Tabela 4**, demonstra que as variáveis (profundidade de atuação da haste sulcadora e plantas de cobertura) não ocasionaram variação significativa na produtividade da cultura do milho, apresentado média de 10.580 kg ha⁻¹. Contudo, é importante salientar que a precipitação pluviométrica foi de 735 mm e bem distribuída, no período de desenvolvimento do milho, fato que pode ter suprimido possíveis

diferenças que poderiam surgir, frente a aplicação das variáveis independentes, caso ocorresse déficit hídrico.

Tabela 4 – Fontes de variação (FV), grau de liberdade (GL) e quadrado médio do caractere produtividade do milho (PM) em função das profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo (Prof) e planta de cobertura de inverno (Cob).

FV	GL	PM	P
Bloco	3	1,24	0,64
Prof.	3	3,54	0,24
Erro (a)	9	2,13	0,36
Cob.	1	2,79	0,29
Erro (b)	3	1,69	0,43
Prof. x Cob.	3	1,19	0,57
Resíduo	9	1,65	
Média		10,58	
CV (%)		12,16	

*Significativo ($P \leq 0,05$). C.V.: Coeficiente de variação.

Resultados semelhantes, aos obtidos na presente pesquisa, foram descritos por Conte et al. (2009) que avaliando o efeito do tráfego de máquinas, de doses de palhada em cobertura e de profundidade de mobilização do solo (6 e 12cm) constataram que a população de plantas e produtividade de milho não variaram em função da profundidade de atuação das hastes.

CONCLUSÕES

O aumento da profundidade de atuação das hastes gera acréscimo na força de tração média na barra de tração, bem como a interação entre os fatores proporciona aumento da área de solo mobilizada.

As profundidades de atuação das hastes sulcadoras de adubo e o cultivo de plantas de cobertura não ocasionam variação na densidade do solo e na produtividade da cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela disponibilização da estrutura para desenvolvimento da pesquisa e ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul pela concessão do afastamento para capacitação, mediante participação de edital.

REFERÊNCIAS

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Plantio direto no Sul do Brasil**: fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. Londrina: IAPAR, 2012. 77 p.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 561-566, 2010.

CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. Décimo segundo levantamento, agosto 2015. Brasília: Conab, 2015: safras 2014/2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2016.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; XAVIER, A. A. P.; DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 10, p.1254-1261, 2009.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; DEBIASI, H.; MAZURANA, M. Rendimento do milho em diferentes condições físicas de solo e quantidade de resíduo na ausência ou na presença de irrigação. **Ciência Rural** (UFSCar. Impresso), v. 39, n. 4, p. 1059-1066, 2009.

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 6, p. 603-612, 2010.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 247 f.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, jun. 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**.

Londrina: Embrapa Soja, nov. 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 31, n. 4, p. 627-636, 2007.

KAMIMURA, K. M.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Parâmetros solo-máquina em função de doses de resíduos vegetais e profundidades de deposição de adubo em semeadura direta. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 431-439, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Predição genômica ampla para produtividade de grãos de híbridos simples de milho utilizando modelo GBLUP.

Ewerton Lélys Resende⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽²⁾; Narjara Fonseca Cantelmo⁽³⁾; Rafaela Beiral Campos Borges⁽⁴⁾; Márcio Balestre⁽⁵⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; elresendeagro@outlook.com; ⁽²⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Doutora em genética e melhoramento de plantas; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Objetivou-se a partir deste trabalho comparar níveis de desbalanceamentos com diferentes densidades de marcas utilizando um conjunto de marcadores Darts e o modelo GBLUP com dominância para produtividade de grãos de híbridos simples de milho avaliados em diferentes safras e locais. O material genético utilizado consistiu em 447 linhagens, que foram utilizadas nos cruzamentos para gerar os híbridos simples. 838 híbridos simples avaliados na safra de inverno do ano de 2013 em 6 locais e 797 híbridos simples avaliados na safra de verão do ano de 2013/2014 em quatro locais. Os experimentos foram conduzidos utilizando o delineamento experimental de blocos incompletos com duas repetições por local. Foi avaliada a produção de grãos dos híbridos e estes dados foram submetidos à análise utilizando modelos mistos. Foi realizada a extração de DNA. O processo de predição dos valores genéticos dos híbridos simples foi realizado pelo modelo GBLUP com inclusão de efeitos aditivos e de dominância. Os resultados deste trabalho demonstram que as acurácias preditivas podem ser elevadas ou melhoradas aumentando-se o número de locais e híbridos testados, utilizando população de treinamento adequada e levando-se em consideração a interação genótipos x ambientes para a predição. Concluiu-se que o método GBLUP foi capaz de gerar elevadas correlações entre híbridos preditos e observados, mesmo em elevados níveis de desbalanceamento e em diferentes locais e safras.

Termos de indexação: *Zea mays*, predição genômica ampla, marcadores moleculares.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de milho buscam híbridos com alta produtividade, geralmente, melhores aos que já existem no mercado. Contudo, atingir esse objetivo não é algo simples. Com o avanço do uso de marcas moleculares, a seleção feita para caracteres de importância econômica como a produtividade de grãos, antes realizada somente a partir de dados fenotípicos, passou a se utilizar dados moleculares.

A predição genômica tem se mostrado uma ferramenta alternativa que utiliza a informação genômica, para seleção das melhores combinações visando aumentar a eficiência dos programas de melhoramento. Ao contrário de se utilizar somente as marcas moleculares que apresentam significância para o caráter em questão, a predição genômica ampla utiliza todas as marcas simultaneamente na construção do modelo (Windhausen et al., 2012).

Entre os modelos utilizados para a GWS está o GBLUP (Genomic Best Linear Unbiased Prediction), proposto por VanRaden (2008) e que vem sendo amplamente utilizado no melhoramento vegetal (Crossa et al., 2013). Contudo, a maioria dos trabalhos publicados utilizando GBLUP incluem somente efeitos aditivos (Calus, 2010). Número reduzido de pesquisas vem sendo realizado para expandir esse modelo para predizer o mérito genético levando em consideração os efeitos de dominância. Assim, mais recentemente o GBLUP, incluindo os efeitos de dominância, tem sido sugerido com a expectativa de melhorar a predição de híbridos, principalmente quando houver efeito de dominância pronunciado no caráter (Nishio; Satoh, 2014).

Neste sentido, objetivou-se a partir deste trabalho comparar níveis de desbalanceamentos com

diferentes densidades de marcas utilizando um conjunto de marcadores Darts e o modelo GBLUP com dominância para produtividade de grãos de híbridos simples de milho avaliados em diferentes safras e locais.

MATERIAL E MÉTODOS

O material genético utilizado consistiu em 447 linhagens de diferentes *backgrounds* de várias regiões do mundo, que foram utilizadas nos cruzamentos para gerar os híbridos simples.

Do cruzamento das linhagens foram obtidos 838 híbridos simples avaliados na safra de inverno do ano de 2013 e 797 híbridos simples avaliados na safra de verão do ano de 2013/2014. Na safra de inverno, os híbridos simples de milho foram avaliados em seis locais: Primavera do Leste - MT, Sorriso - MT, Rio Verde - GO, Lucas do Rio Verde - MT, Campo Novo do Parecis - MT e Sapezal - MT localizados na região Centro-Sul do Brasil. Na safra de verão, os híbridos foram avaliados em quatro locais, sendo eles Araguari, Nova Ponte, Presidente Olegário e Uberlândia, todos localizados no estado de Minas Gerais.

Os experimentos foram conduzidos utilizando o delineamento experimental de blocos incompletos com duas repetições por local e parcela composta de quatro fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,7 m entre fileiras.

Dados de produtividade de grãos de todos os híbridos em todos os experimentos foram submetidos à análise utilizando modelos mistos.

A extração de DNA foi realizada seguindo protocolo específico da empresa Diversity Arrays Technology (Darts, 2013).

O processo de predição dos valores genéticos dos híbridos simples avaliados nos ensaios de safra e safrinha foi realizado pelo modelo GBLUP com inclusão de efeitos aditivos e de dominância. Todo processo de análise foi executado na plataforma R (R Core Team, 2015).

O método de validação cruzada empregado foi o K-Fold. Os níveis de desbalanceamento utilizados foram 10, 20, 30 e 50%. A eficiência foi estimada pela correlação de Pearson entre os valores genéticos preditos do grupo de validação, com os valores genéticos estimados na análise considerando os grupos. Essa correlação foi utilizada como parâmetro de validação cruzada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na predição genômica ampla, utilizando validação cruzada, a correlação entre VGGs preditos e observados na safra de inverno variou de 0,89 a 0,82, com discreta diminuição da correlação com o aumento do nível de desbalanceamento. Vale ressaltar que mesmo com o desbalanceamento de 50% ocorreu correlações sempre acima de 0,80.

As variâncias aditivas (VA) e de dominância (VD) apresentaram a mesma magnitude. Tomando-se como base os componentes de variância obtidos pelo método REML, que utiliza os dados fenotípicos, o modelo com marcadores permitiu a recuperação da variância genética total por meio das somas das variâncias aditiva e de dominância estimadas a partir do modelo GBLUP.

Como a predição foi realizada com as médias ajustadas para os efeitos fixos no método REML e essas médias foram utilizadas no GBLUP para predição, a variância residual que este modelo estima é, em sua maior parte, composta pela variância da interação genótipos por ambientes (VE), que na safra de inverno foi da ordem de 2,22 - 2,23.

O decréscimo da densidade de marcas pela metade, no conjunto de dados da safra de inverno, não influenciou a capacidade preditiva do modelo. A correlação ficou estável quando da utilização de todo o conjunto de marcas ou quando foram utilizadas somente metade delas, mesmo nos maiores níveis de desbalanceamento.

Na safra de verão, foram observadas correlações inferiores às observadas na safra de inverno, variando de 0,73 a 0,56. A menor correlação e maior variação podem ser explicadas devido ao menor conjunto de dados e maior interação genótipos por ambientes estimados pelo modelo GBLUP. Pode-se observar também maior influência do grau de desbalanceamento nas mesmas, sendo que para o maior desbalanceamento (50%) houve forte queda da capacidade preditiva, o que não ocorreu na safra de inverno.

Observou-se comportamento diferente da VD no conjunto de dados da safra de verão, que apresentou maior magnitude do que a VA. Essa superioridade demonstra a predominância dos efeitos não aditivos para o caráter produtividade nesta safra. Pode-se observar também maior interação genótipos por ambientes quando comparada à safra de inverno.

Com relação à diminuição das marcas moleculares para a realização da predição, só foi possível observar influência da mesma no desbalanceamento de 50%, que apresentou maior correlação quando da diminuição do número de marcadores. Nos outros desbalanceamentos, a correlação se manteve constante para as duas situações.

Entre as duas safras utilizadas neste estudo, 395 híbridos eram comuns aos dois ambientes. Foi realizado o ranqueamento dos genótipos de acordo com seus VGGs observados nas duas safras e foi utilizada uma intensidade de seleção e também de descarte de 20%. Verificou-se que as estimativas seriam melhores no sentido de descarte dos genótipos não promissores do que para a seleção dos híbridos superiores. Assim, no descarte dos genótipos 20% menos produtivos, ocorreu um erro de somente 11%, ou seja, somente nove genótipos superiores seriam descartados erroneamente tomando-se como base o VGG observado na safra de inverno para seleção na safra de verão.

Na análise dos componentes de variância utilizando a metodologia REML, observou-se a variância genética diferente de zero nas duas safras. Tal fato permitiu o prosseguimento das análises devido à comprovação da existência de variabilidade entre os híbridos possibilitando assim, a seleção no conjunto de dados. As herdabilidades no sentido amplo dos híbridos nas duas safras estão de acordo com as que são observadas na literatura (WINDHAUSEN et al., 2012).

A capacidade preditiva do modelo GBLUP na safra de inverno foi elevada. Resultados obtidos em outros estudos evidenciam que com o aumento do tamanho da população de treinamento proporcional à população de validação, aumenta-se também a capacidade preditiva (ASORO et al., 2011; TECHNOW et al., 2013). Contudo, com esse conjunto de dados não foi possível observar tal fato. Uma explicação pode ser o alto nível de correlação já alcançado no desbalanceamento de 50%, não sendo possível o maior incremento com menores níveis de desbalanceamento (TECHOW et al., 2014).

As correlações observadas neste estudo, foram superiores às obtidas em estudos prévios utilizando BLUP, sem a utilização de marcadores para seleção genômica ampla, mas utilizando marcadores aleatórios para estimar o parentesco entre os indivíduos (BERNARDO, 1994). Este fato demonstra a aplicabilidade e superioridade do método.

Massman et al. (2013), utilizando validação cruzada, obtiveram acurácias variando de 0,75 a 0,87 para um desbalanceamento de 10%, utilizando RRBLUP e BLUP. Os resultados deste trabalho apresentaram correlações médias similares – 0,76 a 0,89 - para esse mesmo nível de perda.

Contudo, a integração da predição genômica nos programas de melhoramento comerciais ainda tem desafios pela frente, e não é tão direto e viável quanto tem sido reportado para os outros programas de melhoramento, como no

caso do melhoramento animal (JONAS; KONING, 2013; ALBRETCH et al., 2014). Os resultados deste trabalho demonstram que as acurácias preditivas podem ser elevadas ou melhoradas aumentando-se o número de locais e híbridos testados, utilizando população de treinamento adequada e levando-se em consideração a interação genótipos x ambientes para a predição. Mais estudos devem ser realizados a fim de se atestar a aplicabilidade da metodologia em diferentes safras, locais e conjunto de dados.

CONCLUSÕES

A magnitude das correlações entre híbridos preditos e observados tanto na safra de inverno quanto na de verão foram elevadas. Da mesma forma, essas correlações entre combinações testadas em diferentes safras e locais foram elevadas.

Concluiu-se que o método GBLUP foi capaz de gerar elevadas correlações entre híbridos preditos e observados, mesmo em elevados níveis de desbalanceamento e em diferentes locais e safras.

AGRADECIMENTOS

À CAPEs, FAPEMIG e CNPq pelas bolsas.

REFERÊNCIAS

As referências devem ser listadas respeitando a norma NBR 6023, da ABNT, seguindo o descrito na Revista Brasileira de Milho e Sorgo. Deverão ser redigidas em fonte Arial tamanho 9, com um espaço entre cada uma. A literatura citada, incluindo trabalhos citados no texto, quadro(s) ou figura(s), deve ser inserida em ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, da seguinte forma:

a. Artigos de periódicos:

BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

b. Livro:

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 235 p.

c. Capítulo de livro:

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

d. Trabalho em Anais:

BARCELOS, A. O.; VILELA L. Leguminosas forrageiras tropicais: Estado de arte e perspectivas futuras. In: Simpósio Internacional de Forragicultura, 1994, Maringá, **Anais...** Maringá: UEM/SBZ, 1994. p. 1-56.

e. CD-ROM:

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P. Índice de erosividade de chuva da região de Goiânia - GO. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. 13., 1996. **Anais...** Águas de Lindóia: Embrapa, 1996. CD-ROM

f. Internet:

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2007/2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em 4 de novembro de 2012.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

A influência da densidade de sementes para a produtividade de milho e qualidade do grão.

Ilson Ghellar Junior⁽¹⁾; Michael Ivan Leubet⁽²⁾; Daniel Palaver⁽³⁾; Luã Carlos Perini⁽⁴⁾; Nair Dahmer⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Estudante; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; Três de Maio, RS; ilsonghellar@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Estudante; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; mikaleubet@hotmail.com;

⁽³⁾ Estudante; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; danielpalaver@hotmail.com

⁽⁴⁾ Estudante; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; carlinhosperini@hotmail.com;

⁽⁵⁾ Professora Orientadora; Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM; nairdahmer@setrem.com.br.

RESUMO: Quando os fatores ambientais forem favoráveis as práticas culturais são de fundamental importância para se ter uma produtividade significativa, a densidade de plantas ha^{-1} é uma das práticas que vai determinar a produtividade da lavoura. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da densidade de plantas por área em função do rendimento e qualidade de grãos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. O qual foram utilizadas cinco densidades de semeadura, 50.000, 60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha^{-1} da cultivar de milho AS1572. As diferentes densidades de semeadura na cultura do milho obtiveram valores significativos de produção dando destaque a densidade de 80.000 plantas ha^{-1} que obteve o rendimento mais alto. Já sobre o peso de grãos estatisticamente não diferiu. No entanto densidade menores obtiveram grãos mais pesados.

Termos de indexação: Práticas culturais, semeadura e rendimento.

INTRODUÇÃO

As práticas de manejo são de suma importância para determinar um bom rendimento de grãos de milho. Quando os fatores ambientais forem favoráveis, uma dessas práticas é a densidade de plantas escolhida pelo produtor, podendo essa variar para mais ou para menos, principalmente em função da época de semeadura devido a disponibilidade hídrica e temperatura.

A produtividade vai se elevar com o aumento da população, até atingir uma determinada quantidade de plantas por ha^{-1} , que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por ha^{-1} (Amaral Filho et al., 2005).

Com o aumento da densidade populacional se

tem um melhor aproveitamento do ambiente. Entretanto, pode provocar maior competição entre plantas por nutrientes, água, luz e CO_2 , sendo a disponibilidade dos dois primeiros o que oferece maior limitação para o emprego de grandes populações (Pinho et al., 2008).

Os efeitos do perfilhamento sobre o desenvolvimento e o rendimento de grãos do milho são pouco estudados. Existe a preocupação de que os perfilhos atuem drenando fotoassimilados do colmo principal, limitando o desenvolvimento da espiga (Sangoi et al., 2012). Ou seja a densidade a ser escolhida irá afetar a arquitetura foliar da planta alterar seu crescimento e conseqüentemente a produção.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da densidade de plantas por área em função do rendimento e qualidade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na safra de 2015/2016, no município de Campina das Missões-RS, nas coordenadas geográficas de $27^\circ 58' 54,37''$ de latitude Sul e $54^\circ 50' 52,82''$ de longitude Oeste, com altitude de 175m.

As unidades experimentais foram semeadas com sucessão a cultura do trigo, no sistema de plantio direto. Foram utilizados, na base, 260 Kg ha^{-1} da fórmula NPK 08-16-24, e na cobertura, 120 Kg ha^{-1} de ureia 45 00 00, 29 dias após a semeadura.

A cultivar escolhida foi a variedade de milho AS1572 semeada com 50.000, 60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha^{-1} onde o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As unidades experimentais consistiram de 5 linhas de 5m cada, com espaçamento entre linhas de 0,45m, sendo considerado como área útil 4m das 3 linhas centrais, desconsiderando as linhas de fora e 0,50m do começo de cada linha.

Pelo fato da semeadura ter sido realizada logo após a colheita do trigo, a área estava livre de invasoras. Assim, somente foi necessária aplicação de pós-emergente 20 dias após a semeadura. Utilizou-se atrazine mais óleo mineral; inseticidas e fungicidas não foram utilizados.

A colheita das espigas foi realizada de forma manual e trilhada de forma mecânica, para obtenção de dados de rendimento de grãos. Posteriormente realizou-se a pesagem de mil grãos, para analisar a qualidade do mesmo. Outro fator importante é a umidade dos grãos que neste experimento foi de 13,8. Para o estudo estatístico, foram submetidas a análise de variância e as médias dos tratamentos foram avaliadas através do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados apresentados verificou-se que a densidade de 80.000 plantas ha⁻¹ obteve maior rendimento de grãos (9.423,54 Kg ha⁻¹) sendo superior aos tratamentos de 50.000, 70.000 e 90.000 plantas e não diferenciando estatisticamente do tratamento de 60.000 plantas (8.638,87 Kg/ha⁻¹). O tratamento de 60.000 plantas foi superior somente ao tratamento de 50.000 plantas não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Já o tratamento de 90.000 plantas foi superior ao de 50.000 plantas não diferindo estatisticamente dos tratamentos de 60.000 e 70.000 sendo inferior ao de 80.000 plantas (Tabela 1).

Tabela 1 – Produtividade (Kg/ha⁻¹) em função da densidade de plantas.

Densidade de Plantas ha ⁻¹	Kg/ha ⁻¹
50.000	6.790,71 cd
60.000	8.638,87 ab
70.000	8.004,90 bc
80.000	9.423,54 a
90.000	8.127,24 bc
Média	8.197,05

Coeficiente de variação = 6.80 %

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. Cada cultivar de milho contém características agrônômicas específicas. Os genótipos de milho tem maior sincronismo entre pendoamento e espigamento, estatura da planta e altura de inserção da espiga, com folhas de angulação mais ereta e maior potencial produtivo, que permitem reavaliar as práticas de manejo na cultura (Da Silva et al., 1999)

A partir dos resultados apresentados com relação ao peso de mil grãos, verificou-se que a densidade de 90.000 plantas (0,251 Kg) obteve peso menor em relação aos demais tratamentos, sendo inferior as densidades de 50.000, 60.000, 70.000 plantas não diferindo estatisticamente da densidade de 80.000 plantas (Tabela 2).

Tabela 2 – Peso de mil grãos (Kg) em função da densidade de plantas

Densidade de Plantas ha ⁻¹	Peso de mil grãos em Kg
50.000	0,286 A
60.000	0,285 A
70.000	0,281 A
80.000	0,268 AB
90.000	0,251 B
Média	0,274

Coeficiente de variação = 1,32 %

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

O peso de mil grãos é de fundamental importância para definir a qualidade da semente, bem como o controle genético e a quantidade de semente a ser utilizada por área. Como os fatores ambientais também afetam diretamente a produção, a garantia na qualidade da semente possibilita maior segurança para a semeadura e colheita, consequentemente.

CONCLUSÕES

A produção é significativamente influenciada de acordo com a densidade de sementes utilizada. Porém, em alguns casos essa diferença não ocorre de forma tão elevada. Nesses casos deve-se levar em conta o custo benefício em função do valor da semente a ser utilizada.

Em relação ao peso de grãos, observou-se que densidades menores obtiveram grãos mais pesados e de maior qualidade fator esse que pode estar relacionada a menor taxa de competição entre as plantas.

AGRADECIMENTOS

A família Leubet e Raquel Fernanda Ghellar Canova pelo apoio na realização ensaio.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, José Pedro Ribeiro; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, Rogerio; BARBOSA, José Carlos – Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000300017&lang=pt>. Acesso em 25 de maio de 2016. DA SILVA, Paulo Regis Ferreira;

ARGENTA, Gilber; REZERA, Fabiana – Resposta de Híbridos de milho irrigado á densidade de plantas em três épocas de semeadura. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000400009&lang=pt>. Acesso em 25 de maio de 2016.

PINHO, Renzo Garcia Von; GROSS, Martin Reinaldo; STEOLA, André Gustavo; MENDES, Marcelo Cruz - Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema de plantio direto na região sudeste do Tocantins. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000300023&lang=pt>. Acesso em 25 de maio de 2016.

SANGOI, Luís; SCHMITT, Amauri; VIEIRA, Jefferson; VARGAS, Vitor Paulo; GIRARDI, Daniéle; ZOLDAN, Sérgio Roberto – A remoção dos perfilhos não aumenta o rendimento de grãos do milho, independente da época de semeadura. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000800004&lang=pt>. Acesso em 25 de maio de 2016.

Análise da diversidade genética de linhagens de milho tropicais e temperadas por meio de marcadores microssatélites

Hayssa Vilela Santos⁽¹⁾; Vania Portes Kulka⁽²⁾; Omar Possatto Junior⁽³⁾; Mauricio Carlos Kuki⁽³⁾; Evandrei Santos Rossi⁽³⁾; Maria Fernanda de Souza Dias⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Mestrado; Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento - Universidade Estadual de Maringá; Maringá; hayssa.vilela@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador na empresa KWS SAAT AG; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado; Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento - Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná.

RESUMO: Os programas de melhoramento de milho baseiam-se no desenvolvimento de híbridos a partir de linhagens com elevado grau de homozigose, explorando assim, o efeito da heterose. Os marcadores moleculares SSR podem ser utilizados em programas de melhoramento como uma ferramenta para estimar a diversidade genética, identificar diferentes grupos heteróticos e alocar novas linhagens nesses grupos. O objetivo foi estimar a diversidade genética e identificar grupos heteróticos entre dois grupos de linhagens de milho por meio de marcadores moleculares (SSR). A extração do DNA das linhagens e as análises moleculares foram realizadas no laboratório de Genética Molecular da Universidade Estadual de Maringá. Com base na distância de Nei e na análise de agrupamentos pelo método UPGMA, as linhagens foram classificadas em sete grupos heteróticos distintos, sendo eles: Grupo 1 - Linhagens tropicais L4 (Sintético Pioneer 1), L5 (Sintético Pioneer 2), L7 (Sintético Embrapa 1) e a linhagem temperada L6 (PHG39). Grupo 2 - Linhagens tropicais L1, L2 e L3 (Sintético Cargill 1, 2 e 3 respectivamente). Grupo 3 - Linhagem tropical L6 (Sintético Pioneer) e a linhagem temperada L3 (LH82). Grupo 4 - Linhagem temperada L1 (B73). Grupo 5 - Linhagem temperada L4 (LH123) e L7 (PHV78). Grupo 6 - Linhagem L5 (PH207) e Grupo 7 - Linhagem L2 (Mo 17). O emprego de marcadores moleculares SSR foi eficiente para avaliar a diversidade genética e determinar grupos heteróticos.

Termos de indexação: *Zea mays* L., grupo heterótico, distância genética.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de milho são baseados no desenvolvimento e seleção de híbridos a partir de linhas puras. A heterose, conceito

introduzido após os estudos de Shull, é a base do melhoramento genético de milho híbrido (Melchinger et al., 1990). A identificação de grupos heteróticos é extremamente importante dentro de um programa de melhoramento de milho híbrido, pois identifica grupos de germoplasma e posiciona linhagens e populações em grupos que apresentam resposta heterótica similar (Orman & Smith, 1988).

Os grupos heteróticos tem um forte impacto no melhoramento das culturas, por determinar em grande parte o tipo de germoplasma usado nos programas de pesquisa durante um longo período de tempo (Reif et al., 2005). Como a divergência genética pode estar associada à heterose, as análises de divergência genética podem ser úteis para a predição preliminar de cruzamentos que otimizem a heterose.

Desde a década de 1980 os marcadores moleculares tornaram-se frequentes em estudos genéticos nos programas de melhoramento, havendo uma mudança na forma de seleção que era realizada apenas no fenótipo, para seleção feita também com base no genótipo (Simko, 2009). Os marcadores moleculares SSR podem ser utilizados como uma ferramenta útil para agrupar germoplasma, complementando os experimentos de campo na identificação de grupos geneticamente similares (Reif et al., 2003).

Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos utilizando materiais temperados com objetivo de estudar a diversidade genética existente e separá-los em grupos heteróticos por meio de marcadores moleculares (Liu et al., 2003; Mikel, 2006; Nelson et al., 2008), evidenciando a eficácia desta metodologia em programas de melhoramento.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a divergência genética, por meio de marcadores SSR, entre sete linhagens tropicais e sete linhagens temperadas, e com base nestas distâncias, agrupá-las em diferentes grupos heteróticos.

MATERIAL E MÉTODOS

As linhagens tropicais utilizadas no trabalho pertencem ao banco de germoplasma da KWS Melhoramento e Sementes Ltda. As linhagens temperadas são oriundas dos Estados Unidos, após a expiração de seus certificados de proteção. As linhagens utilizadas no trabalho estão descritas no quadro 1.

Quadro 1 – Características das 14 linhagens de milho pertencentes ao banco de germoplasma da KWS Melhoramento e Sementes Ltda.

Linhagem	Origem	Tipo de grão
Grupo I - Linhagens Tropicais		
L01	Sint. Cargill 1	Duro
L02	Sint. Cargill 2	Duro
L03	Sint. Cargill 3	Semi Duro
L04	Sint. Pioneer 1	Duro
L05	Sint. Pioneer 2	Semi Duro
L06	Sint. Pioneer 3	Semi Dentado
L07	Sint. Embrapa 1	Semi Duro
Grupo II - Linhagens Temperadas		
B73 (L1')	StiffStalkSintetic	Semi Dentado
MO17 (L2')	Lancaster	Dentado
LH82 (L3')	Derivado de híbrido comercial	Dentado/Semi Dentado
LH123 (L4')	Derivado de híbrido comercial	Semi Dentado
PH207 (L5')	Iodent	Dentado
PHG39 (L6')	Maiz Amargo	Semi Dentado
PHV78 (L7')	Oh07 – Midland	Dentado

Extração do DNA

Foram coletadas folhas jovens de 5 plantas de cada linhagem, sendo feitas as análises individuais de cada planta. O DNA genômico foi isolado de acordo com a metodologia de Hoisington et al., (1994), com pequenas modificações. O DNA extraído foi armazenado a 4°C.

Quantificação do DNA

A quantificação do DNA foi realizada utilizando-se o equipamento Picodrop Microliter UV/Vis Spectrophotometer. Após a quantificação em cada amostra, realizou-se a diluição, do DNA para a concentração de 10ng/μL (amostra de trabalho).

Amplificação do DNA

Para a escolha dos marcadores polimórficos, foram avaliados 74 microssatélites já mapeados em milho comum. Todos os microssatélites analisados foram obtidos a partir do site Maize DB acessado

em <http://www.maizegdb.org/ssr.php>.

A PCR (Polimerase Chain Reaction) foi preparada em microtubos de 0,2 mL, usando um termociclador Techne TC-512. Para a amplificação do DNA e seleção de primers, foram utilizados: 25 ng de DNA de três amostras, com 2,0 μl de tampão de reação 10X, 2,5 mM de MgCl₂, 0,8 μM de cada dNTP, 1 U de Taq-DNA Polimerase (Invitrogen), e 0,4 μM de primers Forward e Reverse específicos para volume final de 20 μl.

A seleção dos microssatélites foi feita utilizando-se quatro amostras de DNA, escolhidas ao acaso e analisadas em gel de agarose Metaphor ou MS-8 para verificar a complementaridade e reprodutibilidade dos primers. A amplificação dos microssatélites foi feita com o auxílio do programa Touchdown PCR. Os produtos das amplificações foram separados em gel de agarose 4%, usando 50% de agarose comum e 50% agarose Metaphor. A eletroforese foi realizada com uma diferença de potencial de 60 volts durante cerca de 4 horas. Após a eletroforese, os géis foram corados em solução com brometo de etídio, contendo 0,5 μg/mL ou SYBR® Safe DNA gel stain, e a imagem capturada com Ultraviolet Transiluminador High Performance – Edas 290, utilizando o programa Kodak 1D 3.5. Para definir o tamanho dos fragmentos, foi utilizado o marcador de peso molecular 100 pb DNA Ladder (Invitrogen).

Análise dos dados moleculares

Visando analisar a diversidade genética nas linhagens de milho, cada fragmento de DNA amplificado e identificado como uma banda no gel foi considerado um fenótipo distinto e independente dos demais, determinando os alelos de cada loco SSR.

A distância genética entre os acessos avaliados foi estimada pela distância de Nei (1972) e calculada com o auxílio do programa GenAlEx 6.1 (Peakall & Smouse, 2006)

A partir das distâncias genéticas de Nei, foi elaborado um dendrograma utilizando a análise de agrupamento (cluster) UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average), utilizando o programa Mega 5.05 (Tamura et al., 2011).

Para avaliar o uso do método de agrupamento, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (Rohlf & Sokal, 1981). Para obtenção deste coeficiente, calculou-se a correlação linear de Pearson entre os elementos da matriz de dissimilaridade (matriz de distâncias entre as cultivares, obtida a partir dos dados originais) e os elementos da matriz cofenética (matriz de distâncias

entre as cultivares, obtida a partir do dendrograma).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização molecular das linhagens

Dos 74 primers testados, 4 não amplificaram nos 14 genótipos de milho. Dos 70 pares de primers microssatélites, 27 foram considerados polimórficos para os 14 genótipos e, sendo utilizados 22 desses pares de primers para estudar a variabilidade genética. Os 22 primers analisados foram escolhidos aleatoriamente. No entanto, encontraram-se distribuídos nos dez cromossomos em 22 “bins” no genoma do milho. Destes 22 primers utilizados para a análise dos 22 locos SSR, nove apresentaram dois alelos, três apresentaram 6 alelos, seis apresentaram quatro alelos e apenas um apresentou 5 alelos.

Para a análise de agrupamento das linhagens foram utilizados os dados de diversidade genética obtidos por marcadores moleculares microssatélites (SSR). A análise das medidas de distância genética se encontra Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de distância de Nei (1972) obtida com dados da avaliação de microssatélites para os 14 genótipos de milho.

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L1'	L2'	L3'	L4'	L5'	L6'	L7'
L1	0.000													
L2	0.571	0.000												
L3	0.563	0.536	0.000											
L4	0.594	0.936	0.584	0.000										
L5	0.611	1.085	0.807	0.526	0.000									
L6	1.061	1.024	0.815	0.904	0.605	0.000								
L7	0.537	0.925	0.720	0.668	0.503	0.804	0.000							
L1'	1.060	1.344	0.631	0.746	0.766	0.882	0.842	0.000						
L2'	1.300	1.849	1.075	0.741	1.097	1.152	0.982	1.075	0.000					
L3'	0.897	0.939	0.884	1.002	1.040	0.622	0.638	0.808	1.242	0.000				
L4'	1.167	1.185	1.181	0.885	0.885	1.303	0.519	0.845	1.096	0.728	0.000			
L5'	1.347	0.885	0.989	0.894	1.299	0.794	1.649	1.123	0.964	1.002	1.236	0.000		
L6'	0.632	1.024	0.687	0.482	0.700	0.637	0.533	0.797	1.135	0.543	0.820	1.230	0.000	
L7'	0.918	1.086	0.965	0.693	0.894	1.333	0.761	0.708	0.741	1.290	0.511	0.788	0.672	0.000

Com base na matriz de distância obtida, detectaram-se maiores distâncias genéticas entre as linhagens L2 x L2' (1,849) e L7 x L5' (1,649) e as menores distâncias entre as linhagens L4 x L6' (0,482) e L7 x L4 (0,519), com distância média entre as linhagens de 0,957.

A partir das análises de agrupamento pelo método UPGMA foi possível a construção de um dendrograma, pode-se observar a divisão das linhagens em sete grupos (Figura 1).

No grupo 1 foram alocadas as linhagens tropicais L4 (Sintético Pioneer 1), L5 (Sintético Pioneer 2) e L7 (Sintético Embrapa 1) e a linhagem temperada L6' (PHG39). A linhagem PHG39, pertencente ao

grupo heterótico “Maiz Amargo Argentino”, foi introduzida no banco genético da Pioneer, nos Estados Unidos, em 1980, dando início à criação de um germoplasma exclusivo dentro da empresa (Smith et al., 2004). O provável uso deste germoplasma na composição de híbridos explorados comercialmente no Brasil explica o fato das linhagens L4, L5 e L6' terem sido alocadas dentro do mesmo grupo heterótico nesse estudo (Figura 1). No grupo 2 foram alocadas as linhagens tropicais L1, L2 e L3 (Sintético Cargill 1, 2 e 3, respectivamente). Neste estudo não foi associada nenhuma linhagem temperada no mesmo grupo. Indicando que tais linhagens formam um grupo heterótico específico dentro do germoplasma (Figura 1).

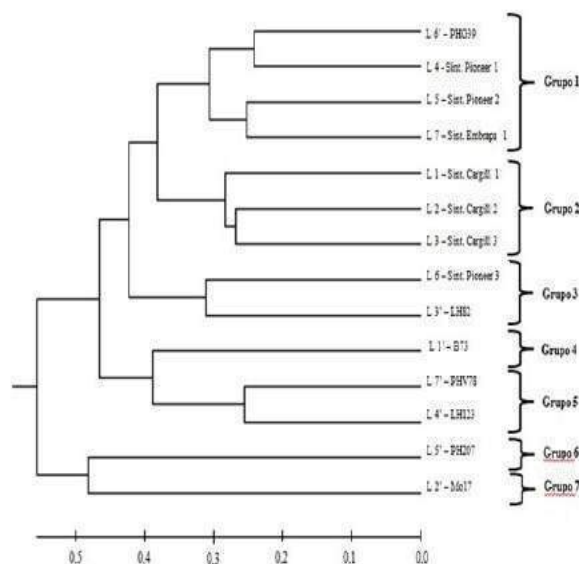


Figura 1 – Análise de agrupamento pelo método UPGMA de 14 linhagens de milho, com base na matriz de distância genética obtida a partir de dados moleculares.

No grupo 3 foi incluída a linhagem tropical L6 (Sintético Pioneer 3) e a linhagem temperada L3' (LH82). A linhagem LH82 foi obtida por meio de autofecundação do híbrido Pioneer 3558. Esta linhagem manteve sua integridade por recombinação dentro do próprio grupo, sendo considerada “uma família por si só”, dada a sua composição genética (Mikel & Dudley, 2006) (Figura 1).

No grupo 4 foi alocada apenas a linhagem temperada L1' (B73) A linhagem Stiff Stalk B73 desempenha papel dominante na composição genética do germoplasma comercial americano até os dias de hoje (Figura 1).

No grupo 5 foram alocadas apenas linhagens temperadas, sendo elas L4' (LH123) e L7' (PHV78) (Figura1). A linhagem LH123 também é considerada uma família por si só (Mikel & Dudley, 2006). Pertence ao grupo das linhagens Não Stiff Stalk (Mikel, 2006; 2008). A linhagem PHV78, pertence ao grupo Oh07-Midland, é derivada da linhagem Pioneer PH595 considerada como Não Stiff Stalk e Não Iodent, não havendo informações se a mesma contém alguma relação com o grupo Lancaster.

No grupo 6 foi incluída a linhagem temperada L5' (PH207), pertencente ao grupo das linhagens Não-Stiff Stalk (Mikel, 2006; 2008).

No grupo 7 foi incluída a linhagem temperada L2' (Mol 17), pertencente ao grupo Lancaster, sendo sua fundadora e maior representante até o momento (Mikel, 2006; 2008).

O coeficiente de correlação cofenética ($r = 0,64$) indicou concordância entre os valores de distância genética e, desta forma a confiabilidade do dendrograma. Resultado semelhante foi obtido por Xia et al. (2004), que estudando a diversidade genética de linhagens tropicais obteve valores de coeficiente de correlação cofenética de 0,63 para genótipos de grão branco e 0,67 para genótipos de grão amarelo.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram parcialmente com aqueles obtidos por Nelson et. al (2008), que estudando a diversidade genética de um grupo de 92 linhagens temperadas, incluindo as 7 linhagens presentes nesse estudo, por meio de marcadores moleculares SNP, separaram cada uma destas linhagens em um grupo distinto.

CONCLUSÕES

As linhagens tropicais e temperadas foram alocadas em sete possíveis grupos heteróticos.

REFERÊNCIAS

HOISINGTON, D.; KHAIRALLAH, M.; GONZÁLEZ-LÉON, D. Laboratory Protocols: CIMMYT. **Applied Molecular Genetics Laboratory**, Mexico, D.F.: CIMMYT, 1994. 50p

LIU, K.; GOODMAN, M.; MUSE, S.; SMITH, J. S.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. Genetic Structure and Diversity Among Maize Inbred Lines as Inferred From DNA Microsatellites. **Genetics**, 165: 2117-2128, 2003

MELCHINGER, A.E.; LEE, M.; LAMKEY, K.R. AND WOODMAN, W.L. Genetic diversity for restriction fragment length polymorphisms: relation to estimated genetic effects in maize inbreds. **Crop Science**, 30: 1033-1040, 1990.

MIKEL, M. A. Availability and Analysis of Proprietary Dent Corn Inbred Lines with Expired U.S. Plant Variety Protection. **Crop Science**, 46:2555–2560, 2006.

MIKEL, M.A. e DUDLEY, J. W. Evolution of North American Dent Corn from Public to Proprietary Germplasm. **Crop Science**, 46: 1193–1205, 2006.

MIKEL, A. Genetic Diversity and Improvement of Contemporary Proprietary North American Dent Corn. **Crop Science**, 48: 1686-1695, 2008.

NEI, M. Genetic distance between population. **The American Naturalist**, 106: 83-292, 1972.

NELSON, P. T.; COLES, N. D.; HOLLAND, J. B.; BUBECK, D. M.; SMITH, S.; GOODMAN, M. Molecular Characterization of Maize Inbreds With Expired U. S.. Plant Variety Protection. **Crop Science**, 48: 1673-1685, 2008.

ORMAN, B. A.; SMITH, J.S. C. Use of Biochemical Gene Markers for Measuring Maize Genetic Diversity. In: N. Russell and G. M. Listman (Eds.), **Recent advances in the conservation and utilization of genetic resources: Proceedings of the global maize germplasm workshop**. CYMMIT, El Batán, México. 6 a 12 de março de 1988.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology Notes**, 6: 288-295. 2006.

REIF, J. C.; MELCHINGER, A. E.; XIA, X. C.; WARBURTON, M. L., D. A.; HOISINGTON, S. K. VASAL; SRINIVASAN, G.; BOHN, M.; FRISCH, M. Genetic Distance Based on Simple Sequence Repeats and Heterosis in Tropical Maize Populations. **Crop Science**, 43: 1275-1282, 2003.

REIF, J.C.; HALLAUER, A.R; MELCHINGER A.E. Heterosis and heterotic patterns in maize. **Maydica**, 50: 215-223, 2005.

ROHLF, F.J.; SOKAL, R.R. Comparing numerical taxonomic studies. **Systematic Zoology**, 30:459-490, 1981.

SMITH, J. S. C.; DUVICK, D. N.; SMITH, O. S.; COOPER M.; FENG L. Changes in Pedigree Backgrounds of Pioneer Brand Maize Hybrids Widely Grown from 1930 to 1999. **Crop Science**, 44: 1935-1946, 2004.

SIMKO, I. Development of EST-SSR Markers for the Study of Population Structure in Lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Heredity**, 100(2): 256–262, 2009.

TAMURA, K.; PETERSON, D.; PETERSON, N.; STECHER, G.; NEI, M.; KUMAR, S. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum



Parsimony Methods. **Molecular Biology and Evolution**, 2011.

XIA, X. C.; REIF, J. C.; HOISINGTON, D. A.; MELCHINGER, A. E.; FRISCH, M.; WARBURTON, M. L. Genetic Diversity among CIMMYT Maize Inbred Lines Investigated with SSR Markers: I. Lowland Tropical Maize. **Crop Science**, 44: 2230-2237, 2004.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Análise da incidência de doenças foliares em genótipos de milho crioulo cultivados em Sertão/RS

Jéssica Argenta⁽¹⁾; Jefferson Acunha⁽²⁾; Noryam Bervian Bispo⁽³⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; Sertão, RS; je.argenta@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; ⁽³⁾ Professora Orientadora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão.

RESUMO: As doenças em milho vêm ganhando importância significativa com o passar dos anos, principalmente devido às mudanças em seu sistema de cultivo. Desse modo, fontes de resistência devem ser exploradas visando diminuição das perdas na lavoura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de 33 acessos de milho crioulo à incidência de doenças foliares. Os dados foram submetidos à análise de Tocher pela distância Euclideana e Distância Generalizada de Mahalanobis através do programa estatístico R. As doenças que mais ocorreram foi Mancha Branca e Ferrugem comum. Ambos métodos realizaram agrupamentos de forma similar. As análises demonstram potencial dos acessos avaliados na utilização em programas de melhoramento.

Termos de indexação: Resistência; Estresse biótico; variabilidade genética.

INTRODUÇÃO

A partir do final de década de 90, as doenças de milho tem ganhado mais importância, sobretudo pelas modificações no sistema de manejo da cultura como a expansão da fronteira agrícola, a ampliação das épocas de plantio (safra e safrinha), a adoção do sistema de plantio direto, o aumento do uso de sistemas de irrigação, a ausência de rotação de cultura e o uso de materiais suscetíveis, ocasionando com o decorrer das safras o aumento da incidência de doenças na cultura (COSTA, *et al.* 2009).

Dentre os germoplasmas existentes, as populações de milho crioulo são a parte da biodiversidade genética do milho mais útil aos programas de melhoramento, visto que estas foram formadas pelos cultivos de sucessivas gerações por agricultores familiares ou comunidades indígenas, sendo, portanto adaptados localmente.

Além disso, possuem adaptação a ambientes rústicos de cultivo (Paterniani *et al.*, 2000), tornando-se importantes também na capacidade

responsiva natural às mudanças climáticas e a estresses bióticos e abióticos. Nesse sentido, a conservação e o uso de variedades locais de milho são cruciais para evitar a perda de genes (TOLEDO *et al.*, 2008).

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de populações de milho crioulo à incidência de estresses bióticos causados por doenças foliares, visando sua utilização em programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do IFRS Campus Sertão na safra 2015/16, em um Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, trata-se de clima Mesotérmico úmido (Cfa). A altitude local é de 735 m, com chuvas bem distribuídas durante o ano, sendo a média anual de 1803.1 mm e a temperatura média anual de 17,7°C (EMBRAPA, 2016).

A semeadura foi realizada no dia 20 de outubro de 2015 em delineamento em blocos casualizados com três repetições, com parcelas constituídas de duas linhas de 8 metros de comprimento espaçadas a 0,80 m, com população final de 40.000 plantas/ha.

A adubação foi realizada conforme interpretação da análise de solo sendo 400 kg de adubo na base na fórmula 08-28-18. As aplicações de nitrogênio em cobertura foram realizadas em dois momentos V4 (4 folhas completamente expandidas) e V9 (9 folhas completamente expandidas) nas doses de 160 e 333 kg ha⁻¹. Estas maiores doses de N aplicadas em cobertura foram necessárias devido as plantas estarem apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio em função do excesso de precipitação ocorrente durante o ciclo da cultura.

Não foram realizadas aplicações de fungicida visando controle de doenças.

Tratamentos e amostragens

Foram analisados 33 populações de milho crioulo coletadas nas regiões nordeste e noroeste

do RS.

Os materiais foram avaliados segundo sua suscetibilidade à estresse biótico (doenças foliares), sendo codificadas em uma escala de 1 a 9 conforme IPGRI (2000) sendo: 1 Muito baixa, 3 Baixa, 5 Média, 7 Alta, 9 Muito alta.

Além disso, a severidade foi calculada conforme proposto por ANDRADE *et al.* (2002): 1- ausência de doença; 2- presença de doença em poucas plantas; 3- ocorrência da doença em mais de 50% das plantas, porém com baixa severidade; 4- ocorrência da doença em 100% das plantas, com até 25% da área foliar afetada; 5- doença severa, semelhante ao item 4, porém com mais de 25% da área foliar afetada.

Além disso, foram identificadas as doenças presentes durante o período de cultivo.

Delineamento e análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de Tocher pela distância Euclidiana e Distância Generalizada de Mahalanobis através do programa estatístico "R" (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os acessos avaliados apresentaram sintomas de doença. Possivelmente esse fato deve-se pelos índices pluviométricos ocorrentes na safra 2015/16, devido ao evento climático El Niño.

As doenças que mais ocorreram no experimento foram a Mancha branca em 100% dos acessos, seguido de Ferrugem Comum em 93,9% dos acessos. Somente o Acesso 15 e 25 não demonstraram sintoma de ferrugem.

Apesar de a Mancha Branca mostrar-se presente em todos os 33 acessos avaliados, os mesmos mostraram-se diferentes em relação ao grau de resposta e severidade à doença.

A mancha de Diplodia ocorreu em somente 18,18% dos acessos, mesmo índice encontrado para enfezamento, seguido de Carvão com 6,06% dos acessos.

Segundo Pereira *et al.* (2012), devido o milho ser uma cultura abrangente em diversos territórios, está condicionada a uma vasta gama de doenças.

A mancha Branca, doença que mais ocorreu no experimento, cujo agente etiológico é o fungo *Phaeosphaeria maydis*, em associação com a bactéria *Pantoea ananas*, é considerada uma das mais importantes moléstias do milho no Brasil (COSTA, *et al.* 2009). Segundo Fernandes & Oliveira (1997), os híbridos suscetíveis à Mancha Branca podem chegar a apresentar perdas de até 60% na produção.

A principal medida preventiva contra essas

doenças é o uso de variedades resistentes, o que torna a busca pela variabilidade em acessos uma ferramenta indispensável em programas de melhoramento.

Já a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), no Brasil, possui ampla distribuição, porém com maior severidade somente nos estados da região sul (COSTA *et al.*, 2009), a qual foi encontrada no experimento também com alta incidência.

Com relação à mancha de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*), esta encontra-se amplamente distribuída, porém sua severidade é baixa a moderada (COSTA *et al.*, 2009).

Em se tratando das análises realizadas, Cruz & Carneiro, (2003), relatam que estudos de dissimilaridade são utilizados de forma a atenderem objetivos dos melhoristas através da diferença entre os genótipos. Ainda afirmam que, às vezes, é incompreensível o reconhecimento de grupos homogêneos por um simples exame visual, sendo que desse modo métodos de agrupamento são os mais indicados.

Os acessos foram separados em quatro grupos segundo sua resposta ao estresse biótico. O Agrupamento I foi o mais abrangente com 28 dos 33 acessos. Já o agrupamento II permaneceu com 3 acessos. O grupo III e IV foram os mais divergentes ambos com um acesso cada (Tabela 1).

Tabela 1: Método de agrupamento Tocher baseado na Distância Euclidiana.

Grupo	Acessos									
I	1	3	4	5	12	16	17	21	22	25
	27	32	2	14	15	6	10	11	13	28
	33	7	8	24	9	30	18	19		
II	20	26	34							
III	29									
IV	31									

O método de agrupamento de Tocher baseado na distância generalizada de Mahalanobis dividiu os 33 acessos em dois grupos, sendo o grupo I o maior com 32 destes. O grupo II permaneceu isolado somente um acesso (Tabela 2).

Tabela 2: Método de agrupamento Tocher baseado na distância generalizada de Mahalanobis.

Grupo	Acessos									
I	1	3	4	5	12	16	17	21	22	25
	27	32	2	14	15	31	34	6	10	
	11	13	28	33	7	8	24	9	30	
	18	19	20	26						
II	29									

Percebe-se que o Agrupamento II do método da Distância generalizada de Mahalanobis é semelhante ao agrupamento III do Tocher através da Distância Euclideana (Tabela 1) o que demonstra que ambos os métodos formaram agrupamentos similares isolando o Acesso 29, diferindo apenas na quantidade de agrupamentos formados.

O acesso 29 caracterizou-se por notas mais brandas em relação à severidade e resposta ao estresse biótico ocasionado, o que o caracteriza como um acesso potencial para utilização em programas de melhoramento.

Para Filho, (2008), sob o ponto de vista do melhorista é necessária a análise por diferentes métodos de agrupamentos e desse modo considerar as particularidades de cada um de modo a realizar uma escolha adequada para compor os cruzamentos de um programa de melhoramento.

CONCLUSÕES

Houve diferentes níveis de resposta ao estresse biótico entre os acessos, indicando presença de variabilidade genética entre os genótipos, e conseqüentemente a viabilidade de utilização destes em programas de melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela concessão de bolsa ao primeiro autor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. V. Avaliação de Acesso de Milho Autóctones Coletados na Região Central do Brasil. **Anais XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo** - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis – SC. Disponível em: < https://floodm2305.files.1drv.com/y3mHgzuG_u36qjnGsEkuTq0TI8_1LaLN1fkckKH2h7Y1R1PGXGJoruAuyQM_kRwkYazAAQ325r17QWQGBu2R7tsLzVGcpNqv2s9OheRVXVXQ2fEZIKUTbnzTv6dl24R5P7pAUkOzfHAgTnq_JT0lmg/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20acessos%20de%20milho%20aut%C3%B3ctones.pdf?psid=1>. Acesso em 25 de maio de 2016.

COSTA, R. V. da; CASELA C. R; COTA L. V. Cultivo do milho – Doenças. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 5ª edição. Set. 2009 Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.

EMBRAPA. **Informações meteorológicas**. 2016. Disponível em: < <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/>>. Acesso em: 25 de mai. 2016.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 80p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/478849/principais-doencas-na-cultura-do-milho>>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

FILHO, A. C. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.8, nov, 2008. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p.2138-2145, nov, 2008 Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi436SuqYDNAhUMmJAKHXtVCfIQFggoMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.dex.ufla.br%2F53rbras%2Ftrabalhos%2F128.doc&usq=AFQjCNEkwCX4BsP_CVatdEWRsSarop6Qw&sig2=xm88XYS1PIQOSmtqM4w0mw&bvm=bv.123325700,d.Y2I>. Acesso em 22 de maio de 2016.

PATERNIANI, E. *et al.* O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. *In*: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília, 2000. Cap.1, p.11-42.

PEREIRA, J. L. A. R.; UZAN, J.; REZENDE, E. S. J.; UZAN B. Z. , ALEXANDRE, N. O.; E BATISTA, E. C. Controle Químico da Mancha Branca na Cultura do Milho. XXIX congresso nacional de milho e sorgo **Anais...** Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/03327.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2016.

R Core Team, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.



TOLEDO A.M. et al. Cruzamentos intervarietais de milho avaliados em esquema dialélico parcial. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.3, p. 291-304, 2008. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/255>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Análise da variabilidade em espigas de milho crioulo através da comparação de métodos de agrupamento

Noryam Bervian Bispo⁽¹⁾; Jéssica Argenta⁽²⁾; Bianca Oliveira Machado⁽³⁾; Ariel Rizzardo⁽⁴⁾; Jefferson G. Acunha⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Professora, Fitotecnia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; Sertão, RS; noryam.bispo@sertao.ifrs.edu.br; ^(2,3,4) Acadêmicos do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão. ⁽⁵⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão;

RESUMO: O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, e um de seus principais aspectos é sua ampla variabilidade genética. O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade genética de caracteres de espiga em acessos de milho crioulo coletados no estado do Rio Grande do Sul, a partir de métodos de dissimilaridade e de agrupamento distintos. Foram realizadas análises de dissimilaridade genética através dos métodos de distância generalizada de Mahalanobis (DGM) e distância euclidiana (DE). O método de agrupamento utilizado foi o simples (vizinho mais próximo - VMP). As análises foram executadas através do programa estatístico R. Houve presença de variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Os métodos de agrupamento utilizados para o estudo mostraram algumas diferenças, porém houve uma tendência de agrupamento entre alguns genótipos em ambos os métodos.

Termos de indexação: *Landraces; Zea mays*; distância genética.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, tendo como uma das suas principais características a sua ampla diversidade genética.

Com relação à variabilidade, as populações de milho crioulo são a parte mais útil da biodiversidade genética do milho aos programas de melhoramento da cultura, haja visto que estas foram formadas por cultivos sucessivos realizados por agricultores familiares ou comunidades indígenas, sendo, portanto, adaptados localmente. Estas populações são importantes por constituírem fonte de variabilidade genética que podem ser exploradas na

busca por genes de tolerância e/ou resistência a estresses bióticos e abióticos (ARAÚJO & NASS, 2002).

No entanto, com os avanços da agricultura, a preferência por cultivares modernas, geneticamente uniformes, em detrimento das variedades crioulas, é uma ameaça à manutenção da grande diversidade que caracteriza essas populações (BITOCCHI et al., 2009). Portanto, a conservação e o uso de variedades locais de milho são cruciais para se evitar a chamada “erosão genética”.

O estudo da dissimilaridade genética por meio de caracteres fenotípicos pode prover informações úteis à caracterização, à conservação e à utilização de recursos genéticos. A avaliação conjunta de caracteres fenotípicos, a partir da adoção de técnicas multivariadas de análise, tem sido amplamente utilizada na determinação da dissimilaridade genética (BERTAN et al. 2006).

Entre os procedimentos estatísticos mais utilizados para estimar a dissimilaridade genética, com base em caracteres morfológico-descritivos (qualitativos), destacam-se a distância generalizada de Mahalanobis e a distância Euclidiana (CRUZ & REGAZZI, 2001). Tendo-se calculado a distância entre diferentes genótipos, a partir dos seus valores fenotípicos, o agrupamento dos genótipos avaliados poderá ser feito mediante métodos como o do “vizinho mais próximo”, o método “completo” (“vizinho mais distante”), dentre outros.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade genética de caracteres de espiga em acessos de milho crioulo coletados no Rio Grande do Sul, a partir de métodos de dissimilaridade e de agrupamento distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos acessos foi realizada nas regiões noroeste e nordeste do Rio Grande do Sul, diretamente junto a agricultores e em eventos relacionados à conservação de sementes. Os acessos analisados provinham das seguintes cidades: Monte Alegre dos Campos, Ibiraiaras, Caseiros, e Santo Antônio do Palma.

Os 15 acessos de milho crioulo em estudo foram cultivados na área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus Sertão*, na safra 2015/16. A semeadura foi realizada no dia 20 de outubro de 2015, e tinha uma população final de 40.000 plantas por hectare. O experimento foi conduzido num delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. Ao final do ciclo, os acessos foram colhidos para posterior análise das espigas.

Tratamentos e amostragens

Para cada acesso, foram selecionadas 20 espigas aleatoriamente, a fim de se avaliar as seguintes variáveis: (a) coloração do grão e (b) tipo do grão.

Delineamento e análise estatística

Foram realizadas análises de dissimilaridade genética através dos métodos de distância generalizada de Mahalanobis (DGM) e distância euclidiana (DE). O método de agrupamento utilizado foi o simples (vizinho mais próximo - VMP). As análises foram realizadas através do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de agrupamentos é um procedimento de estatística multivariada que engloba técnicas que objetivam organizar em grupos os caracteres avaliados de acordo com a proximidade existente entre eles, contendo, um determinado grupo formado, os genótipos mais similares entre si e o mais divergente possível dos demais (MATTOS, et al. 2007).

Independente do método de cálculo de dissimilaridade (DGM e DE), pôde-se constatar que houve diferenças genéticas entre os acessos (Figuras 1 e 2).

Quando utilizado o método do VMP, calculando-se a dissimilaridade através da DGM, houve a formação de três grupos, sendo o maior com nove acessos e o segundo com cinco. O acesso 12 permaneceu isolado.

Por outro lado, calculando-se a dissimilaridade através da DE, houve a formação de quatro grupos, dos quais o maior continha nove acessos e o menor

três. Além destes, dois pequenos grupos foram formados: um contendo dois acessos e outro unitário.

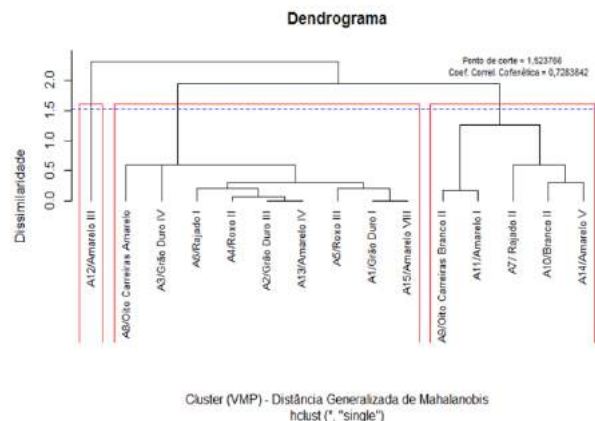


Figura 1. Agrupamentos obtidos pelo cruzamento dos métodos da Distância Generalizada de Mahalanobis e do Vizinjo Mais Próximo. Sertão/RS, 2016.

Nota-se que, independente do método de cálculo de dissimilaridade, agrupando-se os acessos pelo método do VMP, o acesso 12 sempre permaneceu isolado. Além disto, o maior dos grupos repetiu-se quando utilizados ambos os métodos, compondo-se dos acessos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 15. Quanto aos demais acessos (7, 9, 10, 11 e 14), foram separados em dois grupos pelo método da DE, formando um grupo apenas, pelo método da DGM. Pela análise dos coeficientes de correlação cofenética obtidos para cada método avaliado (Tabela 1), a melhor performance do método da DGM em agrupar os genótipos indicaria que os acessos 7, 9, 10, 11 e 14 deveriam ser reunidos em apenas um grupo.

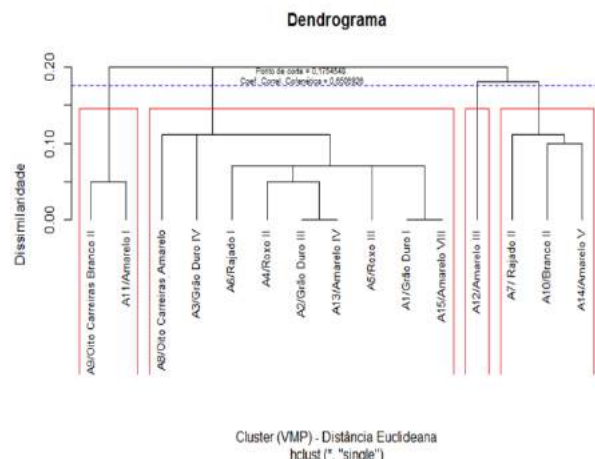


Figura 2. Agrupamentos obtidos pelo cruzamento dos métodos da Distância Euclideana e do Vizinheiro Mais Próximo. Sertão/RS, 2016.

Para Fernandes *et al.* (2013), na comparação de agrupamentos feitos com base nas distâncias euclídeana e generalizada de Mahalanobis, os resultados obtidos foram distintos, sendo a DGM de mais fácil determinação. Segundo Cargnelutti Filho *et al.* (2008), há possibilidade de ambos os tipos de cálculo formarem agrupamentos semelhantes. Relatam, ainda, que estes dois tipos de análises (DGM e DE) são amplamente utilizadas como medida de dissimilaridade para os métodos de agrupamento.

Do ponto de vista do melhorista de plantas, o processamento dos dados por diversos métodos de agrupamento e com base em diversas medidas de dissimilaridade, considerando-se as particularidades de cada um, é adequado para uma melhor tomada de decisão em relação à escolha de cultivares para os cruzamentos.

Para Cruz & Regazzi, (2001), a distância generalizada de Mahalanobis oferece a vantagens em relação à distância euclídeana, pois esta leva em consideração a existência de correlações entre os caracteres analisados, porém, necessita de ensaios experimentais com repetições. De fato, pela comparação dos coeficientes de correlação cofenética obtidos, pode-se concluir que, dentre os cruzamentos de métodos avaliados, os melhores agrupamentos foram obtidos quando se utilizaram a DGM, para o cálculo das distâncias entre os genótipos.

Tabela 1: Coeficientes de correlação cofenética. Sertão-RS, 2016.

DGM ¹	DE ²
0,73	0,65

¹Distância generalizada de Mahalanobis; ²Distância euclídeana.

CONCLUSÕES

Foi detectada presença de variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Os métodos de agrupamento utilizados para o estudo mostraram algumas diferenças, porém houve uma tendência de agrupamento entre alguns genótipos em ambos os métodos. Isto pode ser explicado pela similaridade genética entre alguns acessos analisados no presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela concessão de bolsa aos alunos deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia agrícola** Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, Set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01039016200200300027>.

BERTAN et al. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 279-286, jul-set, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/4554/3465>>. Acesso em 27 de jun. de 2016.

BITOCCHI, E. et al. Introgression from modern hybrid varieties into landrace populations of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.) in central Italy. **Molecular Ecology**, v. 18, p. 603-621, 2009.

CARGNELUTTI FILHO *et al.* Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.8, nov, 2008. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2138-2145, nov, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n8/a08v38n8.pdf>>. Acesso em 27 de jun. de 2016.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa-MG: UFV, 2001. 480 p

FERNANDES, F. R. B. *et al.* Medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em genótipos de feijão-caupi. Congresso Nacional de Feijão Caupi. Recife, Pernambuco, 2013. Disponível em: <http://www.conac2012.org/resumos/pdf/162f.pdf>>. Acesso em 27 de jun. de 2016.

MATTOS, R. A. de. **Comparação de metodologias aplicadas à análise de agrupamentos na presença de variáveis categóricas e contínuas**.



Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

R CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Análise de componentes de rendimento em populações de milho crioulo submetidas a dois níveis de manejo

Jéssica Argenta⁽¹⁾; Ariel Rizzardo⁽²⁾; Bianca Oliveira Machado⁽³⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽⁴⁾; Noryam Bervian Bispo⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*; Sertão, RS; Bolsista de Iniciação Científica e/ou Tecnológica no Ensino Superior (BICTES) do IFRS-*campus Sertão*; je.argenta@hotmail.com; ⁽²⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; IFRS – *Campus Sertão*; Bolsista BICTES do IFRS-*campus Sertão*; arielrizzardo@hotmail.com; ⁽³⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; IFRS – *Campus Sertão*; Bolsista BICTES do IFRS-*campus Sertão*; bioliveiramachado@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*; jefferson.acunha@sertao.ifrs.edu.br ⁽⁵⁾ Professora Orientadora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*; noryam.bispo@sertao.ifrs.edu.br.

RESUMO: As populações crioulas são menos produtivas que os cultivares comerciais. Com os avanços da agricultura, a preferência por cultivares modernas, ao invés de variedades crioulas tem sido uma ameaça à manutenção dessa diversidade genética. O objetivo deste trabalho foi avaliar a manifestação de caracteres de rendimento em genótipos de milho crioulo submetidos a dois níveis de manejo. Foram avaliados cinco acessos de milho crioulo, e os manejos adotados foram denominados de baixa e alta tecnologia. Os caracteres analisados foram altura de plantas, peso de mil grãos, rendimento de grão e espigas m^{-2} . Foi evidenciada a presença de variabilidade genética em ambos níveis de manejo estudados. As variedades crioulas analisadas apresentaram potencial de cultivo em baixos níveis de investimento, diminuindo assim os custos de produção.

Termos de indexação: variabilidade genética; produtividade; *Landraces*.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo e devido a sua grande importância econômica, é uma espécie amplamente estudada.

As populações crioulas são materiais importantes para o melhoramento pelo elevado potencial de adaptação que apresentam para condições ambientais específicas (Paterniani et al., 2000).

De maneira geral, as populações crioulas são menos produtivas que os cultivares comerciais.

Entretanto, essas populações são importantes por constituírem fonte de variabilidade genética que pode ser explorada na busca por genes tolerantes e/ou resistentes aos fatores bióticos e abióticos (Araújo & Nass, 2002).

Segundo Ferreira et al. (2009), a maioria dos estudos com milho crioulo refere-se a ensaios de competição e caracterização, que revelam o potencial das variedades crioulas em relação às variedades comerciais e híbridas, com desempenho semelhante ou até superior a estes últimos, principalmente, em condições rústicas de cultivo.

Entretanto, com os avanços da agricultura, a preferência por cultivares modernas, geneticamente uniformes em detrimento às variedades crioulas é uma ameaça à manutenção da grande diversidade que caracteriza essas populações (Bitocchi et al., 2009).

Desse modo, objetivo deste trabalho foi avaliar a manifestação de caracteres agrônômicos e de rendimento em genótipos de milho crioulo submetidos a dois níveis de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do IFRS-*Campus Sertão*, na safra 2015/16, em um Nitossolo Vermelho (Embrapa, 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, trata-se de clima mesotérmico úmido (Cfa). A altitude local é de 735 m, com chuvas bem distribuídas durante o ano, sendo a média anual de 1.803,1 mm e a temperatura média anual de 17,7°C (Embrapa, 2006).

A semeadura foi realizada no dia 20 de outubro de 2015 em delineamento em blocos casualizados

com três repetições, com parcelas subdivididas constituídas de duas linhas de 4 metros de comprimento cada, espaçadas a 0,80 m, com população final de 40.000 plantas ha⁻¹.

Tratamentos e amostragens

Foram analisados cinco acessos de milho crioulo coletados nas regiões nordeste e noroeste do Rio Grande do Sul. Os caracteres avaliados foram: (a) altura de plantas, b) peso de mil grãos, c) rendimento de grãos, e d) espigas m².

Para o nível 1 de manejo, denominado de baixa tecnologia, toda a adubação foi realizada na base, inclusive o nitrogênio total, sendo que a adubação foi de 200 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 08-20-18. Em relação aos tratamentos fitossanitários, foram realizadas uma aplicação de inseticida visando controle de percevejo marrom (*Euschistus heros*), e uma aplicação de herbicida para o controle de plantas daninhas.

Para o nível 2 de manejo, denominado de alta tecnologia, a adubação de base foi realizada com 400 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 08-20-18. Para a adubação nitrogenada, além da dose de 32 kg ha⁻¹ da base, realizou-se mais duas aplicações em cobertura, em dois estádios vegetativos, sendo eles V4 (4 folhas completamente expandidas) e V9 (9 folhas completamente expandidas). O nitrogênio em cobertura foi aplicado na forma de ureia na dose de 120 kg ha⁻¹, parceladas nos dois momentos descritos acima. Foram realizadas também três aplicações de inseticida visando o controle de percevejo marrom (*Euschistus heros*), e uma visando o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Não foram realizadas aplicações de inseticida para controle de lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) e nem de fungicidas para controle de doenças.

Delineamento e análise estatística

Para altura de planta foram realizadas 10 repetições por parcela e para rendimento foi colhida uma área útil da parcela referente a 3,2 m². As medidas foram realizadas com régua, e balança de precisão,

Foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa estatístico R (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No menor nível tecnológico, devido às plantas estarem apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio, foi necessária uma aplicação adicional em cobertura na dose de 160 kg ha⁻¹ de ureia (72 kg de N ha⁻¹) no estádio V6.

Ainda para o nível de maior tecnologia empregado, foi necessário um maior reforço de N na segunda parcela em cobertura (V9) sendo aplicados 110 kg de N a mais do previsto.

As deficiências de Nitrogênio presentes no experimento ocorreram em função do excesso de chuvas durante o ciclo da cultura e lixiviação do nutriente, decorrentes do evento climático El Niño que ocorreu no ano do experimento.

Houve diferenças significativas entre os fatores avaliados (acessos e manejo) para a maioria dos caracteres avaliados (**Tabela 1**, **Tabela 2**). Ainda, houve interação entre os fatores apenas para a variável altura de planta (**Tabela 3**).

Tabela 1: Análise de variância para o fator acessos de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

Acessos	Caracteres		
	PMG ¹	RG ²	EM ³
1	317.44 ab*	3.591,46 c	8.33 ns**
2	258.37 b	3.361,59 c	8.50
3	400.95 a	4.673,05 bc	8.33
4	387.49 a	5.516,24 ab	9.00
5	327.38 ab	6.931,06 a	8.00

¹PMG: Peso de mil grãos; ²RG: Rendimento de grãos; ³EM: Espigas por metro quadrado. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. **ns = não significativo.

Para peso de mil grãos, 4 dos 5 acessos avaliados não apresentaram diferença significativa entre si. O acesso que apresentou o maior peso de mil grãos foi o acesso 3 com 400,95 g. Balbinot Jr. et al. (2005) afirmam que o peso de mil grãos é um componente de rendimento de grande importância no milho, e, constataram uma correlação positiva entre esta variável e a produtividade.

Ainda, para a variável rendimento de grãos, o acesso que mais se destacou na análise foi o acesso 5 com 6.931,06 kg ha⁻¹. Rambo et al. (2012) trazem que o rendimento de grãos está relacionado principalmente à resposta do milho ao manejo utilizado, especialmente o aumento da adubação nitrogenada.

A variável espigas por metro quadrado não apresentou diferença significativa entre os acessos.

Tabela 2: Análise de variância para o fator manejo de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

Manejo	Caracteres		
	PMG ¹	RG ²	EM ³
1	339.43 ns**	4.078.36 b*	7,2 b
2	337.23 ns	5.551.00 a	9,6 a

¹PMG: Peso de mil grãos; ²RG: Rendimento de grãos; ³EM: Espigas por metro quadrado. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. **ns = não significativo.

Para o fator manejo, o peso de mil grãos não apresentou diferença significativa entre os dois níveis. Já para Rendimento de grãos, o manejo 2 obteve os maiores valores em relação ao manejo 1 (**Tabela 2**). Estes dados são semelhantes aos encontrados por Matchula et al. (2012) que constataram um aumento no rendimento de grãos na maior dose de nitrogênio. Ainda, Imran et al. (2015) afirmam que a adubação nitrogenada tem papel fundamental no aumento da produtividade do milho.

O mesmo ocorre para a variável espigas por metro quadrado (**Tabela 2**). Este dado está de acordo com o encontrado por Inamullah et al. (2011), onde o número de espigas por metro quadrado diferiu estatisticamente nos dois manejos utilizados no experimento.

Tabela 3: Altura de planta de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

Acessos	Manejo	
	1 ¹	2 ²
1	2.13 ab*	2.36 a
2	2.19 a	2.246 ab
3	1.80 b	2.203 ab
4	1.89 ab	1.92 b
5	2.21 a	2.18 ab

¹Baixo nível tecnológico; ²Alto nível tecnológico; *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para o caráter altura de plantas houve interação significativa entre os dois fatores analisados. Para o manejo 1, o acesso que se destacou em relação ao baixo manejo foi o 5, porém não diferiu dos acessos 2, 1 e 4 respectivamente.

Já para o manejo 2, os acessos que se destacaram foram os acessos 1, seguido do 2, 3 e 5, que não diferiram estatisticamente entre si. Este resultado demonstra que estes acessos respondem melhor em relação ao investimento de maior tecnologia.

Sandri e Tofanelli (2008) afirmam que devido a baixa rentabilidade do milho, talvez a solução para este fato seja uma agricultura embasada em princípios agrônômicos tradicionais, ou seja menores investimentos.

Ademais, o uso de variedades locais possui diversas vantagens ligadas à sustentabilidade da produção, como resistência a pragas, doenças, e desequilíbrios climáticos e ainda, e podem ter as sementes armazenadas para as safras seguintes, diminuindo o custo de produção. Ainda, apesar de serem consideradas como menos produtivas que as variedades comerciais, apresentaram elevado potencial de produção em condições de cultivo de

baixa tecnologia, superior em muitos casos às variedades comerciais.

Devido a estes inúmeros fatores, as populações de milho crioulo tornam-se importantes tanto do ponto de vista econômico quanto em relação à disponibilidade de genes para programas de melhoramento.

CONCLUSÕES

Foi evidenciada a presença de variabilidade genética em relação aos caracteres avaliados nos dois níveis de manejo empregados no estudo.

Variedades crioulas apresentaram potencial de cultivo em baixos níveis de investimento, diminuindo assim os custos de produção.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela concessão de bolsa ao primeiro, segundo e terceiro autor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 03, p. 589-593, 2002.
- BALBINOT JR, A.; BACKES, R.; ALVES, A.; OGLIARI, J.; FONSECA, J. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 2, 2005.
- BITOCCHI, E.; NANNI, L.; ROSSI, M.; RAU, D.; BELLUCCI, E.; GIARDINI, A.; BUONAMICI, A.; VENDRAMIN, G. G.; Papa, R. Introgression from modern hybrid varieties into landrace populations of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.) in central Italy. **Molecular Ecology**, v. 18, p. 603-621, 2009.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.
- FERREIRA, J.M.; MOREIRA, R.M.P.; HIDALGO, J.A.F. Combining ability and heterosis in maize landraces. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.39, n.2, p.332-339, mar-abr, 2009
- IMRAN, S.; ARIF, M.; KHAN, A.; KHAN, M. A.; SHAH, W.; LATIF, A. Effect of nitrogen levels and plant population on yield and yield components of maize. **Advances in Crop Science and Technology**, v. 2015, 2015.
- INAMULLAH, R. N.; SHAH, N. H.; ARIF, M.; SIDDIQ, M.; MIAN, I. Correlations among grain yield and yield attributes in maize hybrids at various nitrogen levels. **Sarhad J. Agric**, v. 27, n. 4, p. 532-538, 2011.

MATCHULA, P. H. et al. Comparação de Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada em Cobertura e a Associação com Densidades Populacionais em Híbridos de Milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: 2012.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2016

RAMBO, L.; SILVA, P. D.; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. D.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M. Índices nutricionais de N e produtividade de milho em diferentes níveis de manejo e de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 390-397, 2011.

SANDRI, C.A.; TOFANELLI, M.B.D. Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59-61, 2008.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Análise dialélica entre genótipos comerciais de milho verde para características relacionadas à produtividade

Filipe Augusto Bengosi Bertagna⁽¹⁾; Maurício Carlos Kuki⁽²⁾; Marcelo Akira Saito⁽³⁾; Amanda Tami Kuroda⁽⁴⁾; Hayssa Vilela Santos⁽⁵⁾; Alex Viana Alves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento - UEM; Maringá, Paraná; E-mail: filipeabbertagna@gmail.com; ⁽²⁾ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá ⁽⁴⁾ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia; ⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento.

RESUMO: O milho verde representa uma excelente alternativa de produção para pequenos e médios produtores, contudo, a falta de genótipos destinados à produção *in natura* representa um entrave dentro do sistema produtivo da cultura. Este trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, a capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) de nove genitores, para as principais características relacionadas à produção de milho verde. Foram avaliados, por meio do método 3 proposto por Griffing (1956), 36 híbridos F1's e 36 cruzamentos recíprocos, juntamente com duas testemunhas comerciais. Os 74 tratamentos foram delineados em blocos incompletos tipo alfa látice, nas localidades de Maringá e Sabáudia, na safra verão de 2014/15. A análise de variância conjunta demonstrou significância de tratamentos para todas as características avaliadas, contudo, a interação entre genótipos e ambientes foi não significativa para produtividade de espigas empalhadas. O resultado da análise dialélica permitiu identificar diferenças entre os genitores para efeitos aditivos e não aditivos para as características altura de plantas (AP) e produtividade de espigas despalhadas (PE). Com base nos efeitos aditivos, o genitor AM811 foi selecionado para AP e PE. Os cruzamentos específicos AM811 x CD316 e AM811 x AG1051 apresentaram as melhores CEC e deverão ser utilizados para o melhoramento interpopulacional de milho verde.

Termos de indexação: Milho *in natura*, capacidade geral e específica de combinação, efeitos gênicos.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, ocupando um cenário de destaque dentro do agronegócio brasileiro e

forneendo produtos amplamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria prima para a indústria. Devido ao fato de ser um produto de boa aceitação e alto valor agregado, o milho verde atinge melhores preços de mercado que o milho grão. É uma excelente alternativa para o cultivo comercial, principalmente para os pequenos produtores, pois além de permitir a liberação da área para outros plantios, há um maior retorno de capital por área semeada (Albuquerque et al., 2008).

Em relação ao grão seco, a colheita do milho verde é mais precoce, com cerca de 70% a 80% de umidade, no estágio morfofisiológico conhecido como R3, ou “grãos leitosos”, obtida 19 a 25 dias após a polinização. Segundo Pereira Filho et al. (2003), uma cultivar destinada à produção de milho verde deve reunir alguns atributos, tais como produtividade de espigas empalhadas acima de 12 t.ha⁻¹, maior período útil de colheita, porte médio de plantas, precocidade e alta porcentagem de espigas comerciais. A falta de genótipos destinados à produção *in natura*, que reúnam características produtivas e de qualidade, representa o principal desafio dentro do nicho de produção do milho verde.

O sucesso de um programa de melhoramento de milho depende de seu germoplasma (Hallauer, 1990). As populações a serem utilizadas nos programas de melhoramento podem variar desde variedades de polinização livre até as derivadas de híbridos comerciais. A utilização de híbridos comerciais é uma boa alternativa para a obtenção de linhagens promissoras, pois além de serem materiais adaptados, possuem maior quantidade de alelos favoráveis fixados, graças a uma intensa pressão de seleção durante o longo processo de melhoramento (Oliboni et al., 2013).

Este trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, a capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de

combinação (CEC) de nove genótipos, sendo sete híbridos de linhagem e duas variedades comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os híbridos foram obtidos por meio de um dialelo completo na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá – PR, no ano agrícola 2013/2014. Foram utilizados nove genitores (Tabela 1) para obter 36 híbridos F₁'s e 36 recíprocos. Como testemunhas, foram utilizados um híbrido simples (tipo de grão *flint*) disponibilizado pela Balu Sementes e um híbrido triplo da EMBRAPA (tipo de grão *dent*), ambos destinados à produção de milho verde.

Tabela 1 - Características das cultivares utilizadas no dialelo, quanto a base genética, ciclo, empresa, textura de grão, cor do grão e aptidão de produção

Genótipo	B.G.	Ciclo	Tipo grão	Aptidão
AG 1051	HD ¹	SMP ⁴	Dentado	G ⁶ /S ⁷ /MV ⁸
AG 4051	HT ²	SMP	Dentado	G/S/MV
AL Pirat.	V ³	SMP	Semident.	G/S/MV
Cativ. 02	V	SMP	Dentado	S/MV
CD 316	HS	SP ⁵	Semiduro	G
CD 393	HS	SP	Duro	G
AM 606	HS	SP	Semiduro	G/S/MV
AM 811	HS	SP	Semident.	G/S/MV
HTMV1	HT	SMP	Semident.	G/S/MV

¹ HD: híbrido duplo, ² HT: híbrido triplo, ³ V: variedade de polinização aberta, ⁴ SP: Super precoce, ⁵ SMP: Semi precoce, ⁶ G: uso como grão, ⁷ S: uso como silagem, ⁸ MV: uso como milho verde.

A instalação do experimento ocorreu nos municípios de Maringá-PR e Sabáudia-PR, no ano agrícola 2014/2015. Cada parcela foi constituída por duas fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,9 m entre fileiras e 0,2 entre plantas. Foram semeadas duas plantas por cova, e após 40 dias de emergência foi realizado o desbaste.

O delineamento utilizado foi o alfa látice. O conjunto de 74 tratamentos foi constituído por dois grupos formados por 2 Testemunhas e 72

genótipos. Esse último grupo pode ser dividido em dois subgrupos, formados por 36 F₁'s e 36 recíprocos.

Aos 25 dias após o florescimento feminino foram coletadas as variáveis respostas nos experimentos. Os caracteres agrônômicos estudados foram: florescimento feminino (FF, dias após plantio), altura média das plantas (AP, cm), altura de inserção da espiga (AE, cm), número de espigas (NE) e produtividade de espigas empalhadas (PE, kg.ha⁻¹).

Primeiramente, foram realizadas as análises intrablocos com recuperação da informação interblocos dos dados dos caracteres avaliados.

As análises dialélicas foram obtidas a partir das médias de cada local, segundo os modelos estatísticos de Griffing (1956), método 3, o qual considera o efeito das F₁'s e recíprocos.

Para as análises de variância, simples e conjunta, foi utilizado o software SAS 9.3. Para os respectivos desdobramentos das somas de quadrados, foi utilizado o software Excel. Para a análise dialélica, foi utilizado o programa GENES (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre os maiores e os menores quadrados médios dos erros médios efetivos foram inferiores que 7:1, possibilitando a realização da análise conjunta dos dados coletados nos dois experimentos (Banzatto & Kronka, 2006). Na Tabela 2 são apresentados os quadrados médios das análises de variância conjuntas para os caracteres altura de plantas (AP) e produtividade de espigas empalhadas (PE).

Verificou-se significância, em nível de 5% para a fonte de variação *Dialelo*, para os desdobramentos F₁ e RC, e também para o contraste *entre* grupos, em todas as variáveis estudadas. Os resultados da análise conjunta indicaram ainda diferenças significantes entre as testemunhas para a variável AP. Tais resultados permitem concluir que há diferenças significantes entre os efeitos genéticos dos genitores. Estas diferenças permitem a seleção dos melhores genitores, com base nos efeitos genéticos, com o objetivo de ganhos futuros na extração de linhagens em programas de melhoramento de milho verde.

A significância da interação entre tratamentos e locais entre híbridos comerciais de milho verde foi também observada por Oliboni et al. (2013).

Para a altura de plantas, ocorreram diferenças significantes, a $p < 0.05$, para as interações *Dialelos* com *Locais*, *RC* com *Locais*, e *Entre Grupos* com *Locais*.

Para produtividade de espigas empalhadas (PE), não houve uma interação entre os genótipos e os ambientes avaliados, considerando assim para esta característica, um comportamento médio dos genótipos dentro dos ambientes. A similaridade entre os ambientes avaliados, principalmente no que se refere à precipitação e temperatura média, é uma das explicações para o comportamento médio dos genótipos nos locais. Rodrigues (2009) obteve resultados similares avaliando híbridos simples de linhagens destinados à produção de milho verde, avaliados em Lavras e Ijaci – MG.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis altura de plantas (AP) e produtividade de espigas empalhadas (PE)

FV	GL	QM	
		AP	PE
Rep/Loc	4	431,13	8619120
Bl/Rep/Loc	48	315,06	7909715
Loc	1	22305227,54 [*]	119051494094 [*]
Trat (aj.)	73	306178,31 [*]	1644597151,13 [*]
<i>Dialelo</i>	71	761,47 [*]	13894543,23 [*]
<i>F1</i>	35	736,02 [*]	14333747,52 [*]
<i>RC</i>	35	794,35 [*]	13129229,86 [*]
<i>F1 vs RC</i>	1	501,55 ^{ns}	25308360,75 ^{ns}
<i>Test</i>	1	525,10 [*]	2454360,75 ^{ns}
<i>E. G.</i>	1	22296426,73 [*]	119066625102 [*]
T x Loc	73	252,59[*]	3929993^{ns}
<i>Dialelo x Loc</i>	71	134,85 [*]	3953415 ^{ns}
<i>F1 x Loc</i>	35	80,30 ^{ns}	3410057 ^{ns}
<i>RC x Loc</i>	35	192,89 [*]	4591394 ^{ns}
<i>F1vsRCxLoc</i>	1	12,69 ^{ns}	641718 ^{ns}
<i>Test x Loc</i>	1	326,25 ^{ns}	1590251 ^{ns}
<i>E. G. x Loc</i>	1	8538,91 [*]	4606765 ^{ns}
Erro Ef. Médio	244	86,60	3496486

CV(%)	-	4,15	11,42
Média	-	224,08	16.372,02
Efic. Látice (%)	-	143,37	120,74

*Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

É possível observar na Tabela 3 os quadrados médios da análise de variância dialélica de Griffing (1956) conjunta para os caracteres de AP e PE. Dessa forma, observou-se a variabilidade genética entre os 72 genótipos, obtidos a partir do cruzamento de nove genitores comerciais, bem como suas interações com os ambientes para praticamente todas as características avaliadas.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância dialélica de Griffing (1956) conjunta dos caracteres altura média de plantas (AP) e produtividade de espigas empalhadas (PE) de 72 combinações híbridas

FV	GL	QM	
		AP	PE
Dialelo	71	761,47 [*]	13.894.543,22 [*]
CGC	8	4.936,71 [*]	42.797.287,55 [*]
CEC	27	313,20 [*]	16.049.531,54 [*]
ER	36	169,85 ^{ns}	5.855.469,92 ^{ns}
Loc	1	8.391,52 [*]	4.116.065,33 [*]
Dialelo x Loc	71	134,85 [*]	3.953.415,94 ^{ns}
CGC x Loc	8	197,51 [*]	3.729.908,82 ^{ns}
CEC x Loc	27	98,56 ^{ns}	39.859.063,08 ^{ns}
ER x Loc	36	148,13 [*]	3.978.716,58 ^{ns}
Resíduo	244	86,60	34.96.486,00

A significância das CGC indica que os híbridos comerciais e as variedades utilizadas como genitores diferenciaram-se na contribuição de alelos favoráveis com efeitos aditivos às suas progênies. Por outro lado, a variabilidade das CEC indica combinações híbridas com desempenho diferente do esperado com base apenas nos efeitos da CGC.

No entanto, a significância da interação dos cruzamentos com os locais mostra uma redução na correlação entre o fenótipo e o genótipo, limitando as inferências sobre o comportamento genético de um determinado material.

É possível observar, a partir dos desdobramentos da fonte de variação dialélica em capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) o comportamento dos híbridos em relação aos caracteres estudados. Em relação à CGC e a CEC, houve diferenças significativas para as variáveis altura de planta (AP) e produtividade de espigas empalhadas (PE).

Os efeitos de CEC significativos indicam a presença de efeitos gênicos não aditivos nos loci relacionados, pois, na ausência de dominância a CEC não acusa significância (Vencovsky & Barriga, 1992).

Tabela 4 - Estimativas dos efeitos de \hat{g}_i , entre nove genitores, para as características AP e PE para os municípios de Sabáudia (Sab) e Maringá (Mga), ou para o Ambiente Médio (Média)

Genitores	AP		PE
	Sab	Mga	Média
AM606	-13,75	-8,868	94,167
AM811	-4,845	-10,413	1.729,952
HTMV1	-3,092	-5,248	-235,798
AL PR.	8,871	5,572	-29,833
CAT 02	10,664	12,995	117,381
CD316	-5,975	-5,071	-457,905
CD393	-1,161	-0,428	4,06
AG1051	3,622	5,317	-765,44
AG4051	4,99	6,146	-456,583

À medida que se analisa a interação Dialélica x Locais, há evidências de diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, para todas as variáveis respostas, exceto para produtividade de espigas empalhadas (PE). Portanto, as interações

significantes dos desdobramentos dos graus de liberdade de tratamentos com os locais sugerem a presença de interações complexas entre os híbridos e os locais (Pinto et al., 2007). De acordo com os resultados obtidos, o genitor AM811 apresenta potencial para uso em programas de melhoramento, dados os efeitos de capacidade geral de combinação, uma vez que possui alelos favoráveis à redução do fenótipo assumido dentro de um determinado caráter frente aos dois ambientes. Além disso, apresentou valores negativos de \hat{g}_i 's para caracteres como AP e valores elevados par PE (Tabela 4). Isto é desejado nos programas de melhoramento, pois todas as características esperadas estão em um único material.

A combinação AM811 x CD316 (-5,453) foi selecionada para a variável AP por apresentar as menores estimativas de CEC. Por outro lado, a combinação AM811 x AG1051 (1.073,571) apresentou CEC superior às demais para PE.

CONCLUSÕES

Em termos individuais, o grande destaque do trabalho foi o parental AM811, por seus valores adequados de \hat{g}_i em caracteres importantes aos programas de melhoramento de milho verde, por seu potencial como fonte de linhagens superiores e por participar das principais combinações híbridas avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 69-75, abr./jun. 2008.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**, 4 ed., Jaboticabal: Funep, 237p., 2006.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, Melbourne, 9: 463-493, 1956.
- OLIBONI, R.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J. T. V.; BATTISTELLI, G. M.; TEGONI, R. G.; OLIBONI, D. F. Análise dialélica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n. 1, p. 7-18. 2013.



PEREIRA FILHO, I. A. (Ed. Tec.). O cultivo do milho verde. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. 204 p.

PINTO, R. J. B.; KVITSCHAL, M. V.; SCAPIM, C. A.; FRACARO, M.; BIGNOTTO, L. S.; SOUZA NETO, I. L.. Análise dialélica parcial de linhagens de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.3, p. 325-337. 2007.

RODRIGUES, F.; PINHO, R. G. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FARIA FILHO, E. M.; GOULART, G. DE C. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.75-84, 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 496p. 1992.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Associação entre caracteres morfo-agronômicos em variedades de milho crioulo

Airton Rosa da Silva⁽¹⁾; Lílian Moreira Barros⁽²⁾; Daiane Prochnow⁽³⁾; Rodrigo Danielowski⁽⁴⁾; Antonio Costa de Oliveira⁽⁵⁾; Luciano Carlos da Maia⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas/UFPEL; Pelotas, RS; rosairton@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia; Bolsista CNPq; UFPEL; lilianmbarros@gmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia; Bolsista Capes; UFPEL; daia.prochnow@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Doutorando em Agronomia; Bolsista Capes; UFPEL; rodrigodanielrs@gmail.com; ⁽⁵⁾ Professor Titular do departamento de Fitotecnia; UFPEL; acostol@terra.com.br; ⁽⁶⁾ Professor Adjunto do departamento de Fitotecnia; UFPEL; lucianoc.maia@gmail.com

RESUMO: O entendimento dos padrões agronômicos de populações crioulas é escasso, uma ação descritiva desses padrões pode ser feita por estudos de correlações entre caracteres. O objetivo do trabalho foi verificar o grau de associação entre os caracteres morfológicos estruturais em variedades de milho crioulo. Foram utilizadas cinco populações de milho, das quais quatro crioulas: Cateto Amarelo, Argentino Amarelo, Dente de Ouro e Sete Sanga e uma variedade sintética: BRS Planalto. Foram avaliadas quinze plantas em cada população selecionadas aleatoriamente. As características avaliadas foram: Altura de planta (AP), área foliar (AF), ângulo de inclinação da lâmina foliar (ALC), número de folhas acima da espiga (NFAE), número de folhas abaixo da espiga (NFABE), massa de grãos por espiga (MGE) e diâmetro do colmo (DC). Os dados foram submetidos à análise de correlação linear simples de Pearson através do programa estatístico SAS. No geral foram encontrados coeficientes de fraca e média magnitude para os pares de caracteres correlacionados, com exceção do par AF x MGE que apresentou correlação positiva forte, indicando elevada associação entre tais caracteres.

Termos de indexação: correlação, seleção indireta.

INTRODUÇÃO

As populações de milho, também conhecidas como variedades locais ou *landraces* assumem importante papel na composição do germoplasma do milho, uma vez que são responsáveis por grande parte da variabilidade existente na espécie (Silveira

et al., 2015). Em geral, populações crioulas tendem a serem menos produtivas comparadas a híbridos comerciais, todavia, sua utilização é uma alternativa viável para produtores com pequenas extensões de terra e/ou baixo nível tecnológico, por apresentarem ampla adaptação a ambientes diversificados (Machado et al., 2008).

Ainda que possuam grande importância na busca de genes favoráveis em programas de melhoramento, a utilização de populações crioulas é limitada pela escassez de informações agronômicas e genéticas (Barros et al., 2010). Segundo Cecchin et al. (2015), esta limitação pode ser reduzida por meio da caracterização de populações, realizada através de caracteres morfológicos e/ou genéticos.

A caracterização requer a obtenção de informações sobre o maior número de caracteres da planta (Vencovsky & Barriga, 1992).

A correlação mede o grau de associação existente entre pares de caracteres e pode ser utilizada na seleção indireta de genótipos (Ramalho et al., 2012), desde que um dos caracteres apresente alta herdabilidade.

Segundo Furtado et al. (2002) o uso da correlação linear é aplicado apenas para quantificar a associação entre caracteres através de coeficientes de correlação, não sendo capaz de identificar a causa e efeito, o que impossibilita o conhecimento de qual tipo de associação controla o par de caracteres, podendo ser de origem fenotípica, genética ou ambiental.

Diante do exposto o trabalho teve por objetivo verificar o grau de associação entre os caracteres morfo-agronômicos em variedades de milho crioulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (Santos et al., 2006), na área experimental da Fazenda Agropecuária da Palma, no município Capão do Leão, RS, durante o período entre dezembro de 2014 e abril de 2015.

Foram utilizadas cinco populações de milho, das quais, quatro crioulas: Cateto Amarelo, Argentino Amarelo, Dente de Ouro; e Sete Sanga e uma variedade sintética: BRS Planalto. Cada população é correspondente a uma linha de cultivo de 20 metros de comprimento, contendo aproximadamente cem plantas, onde cada planta representou uma unidade experimental. Para as avaliações foram utilizadas quinze plantas de cada população selecionadas aleatoriamente. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado.

A semeadura foi realizada de forma manual em linhas de cultivos espaçadas a 0,70 metros, com espaçamento entre plantas de 0,17 metros. A adubação de base foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-20 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura na forma de ureia aplicada em duas parcelas de 150 kg ha⁻¹ cada.

As plantas foram identificadas e suas espigas colhidas individualmente de forma manual. Até o momento da avaliação os grãos foram mantidos em espiga e armazenados em câmara fria a uma temperatura de 16°C.

As avaliações realizadas foram: altura de planta (AP) em centímetros, mensurada da base da planta rente ao solo até o pendão com auxílio de trena graduada; área foliar (AF) expressa em cm², obtida multiplicando o comprimento pela largura da lâmina foliar e coeficiente de correção, de acordo com a equação: $C \times L \times 0,75$, descrita por Tollenaar (1992); ângulo de inclinação da lâmina foliar em relação ao colmo médio (ALC) expresso em graus, aferida com auxílio de transferidor métrico; número de folhas acima da espiga (NFAE), em unidades obtidas por contagem; número de folhas abaixo da espiga (NFABE), em unidades aferidas por contagem; massa de grãos por espiga (MGE), em gramas, obtida por meio de pesagem em balança digital e diâmetro do colmo (DC), em milímetros, mensurado com auxílio de paquímetro digital.

Os dados foram submetidos à análise da variância para verificação da existência de variação das características. Posteriormente foi realizada a análise de correlação simples de Pearson (CARVALHO et al., 2004). As análises foram executadas no programa estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.3, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da variância, para a fonte de variação de genótipos houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para as variáveis em estudo, com exceção do número de folhas acima da espiga (NFAE), a qual não apresentou diferença estatística significativa entre os genótipos avaliados (**Tabela 1**).

Segundo a classificação de coeficiente de variação (CV%) proposta por Gomes (1985), as variáveis altura de planta e número de folhas abaixo e acima da espiga, apresentaram médio CV%. Um alto CV% foi encontrado para os caracteres área foliar e ângulo de inclinação da lâmina foliar em relação ao colmo médio. Para a variável massa de grãos por espiga, o CV% foi de 45,60%, sendo classificado como muito alto. Acredita-se que além da variação atribuída ao ambiente, os elevados valores de coeficiente de variação encontrados possam ser devidos à ampla variação existente entre os genótipos, ou até mesmo decorrentes da variabilidade existente em cada população (**Tabela 1**).

A análise de correlação linear realizada de forma conjunta para as populações demonstrou que a variável altura de planta apresentou correlação significativa negativa com as variáveis área foliar (-0,2546), número de folhas abaixo da espiga (-0,2769) e massa de grãos por espiga (-0,2740), indicando que quanto maior a estatura da planta, planta, menor serão os valores destas características. Já para o número de folhas acima da espiga a correlação com a altura de plantas foi positiva de fraca magnitude (0,2788) (**Tabela 2**). Estes resultados concordam com os encontrados por Silva et al. (2013), em que foram avaliadas progênies parcialmente endogâmicas em milho safrinha.

A área foliar foi correlacionada de forma positiva com a massa de grãos por espiga e com o diâmetro do colmo com magnitudes forte (0,6339) e média (0,3553), respectivamente (**Tabela 2**). Valores similares foram encontrados por Almeida et al. (2003).

O ângulo de inclinação da lâmina foliar apresentou correlação negativa de fraca magnitude com o número de folhas acima da espiga, sugerindo que quanto menor o número, mais inclinadas serão as folhas tendendo a absorver mais radiação solar (**Tabela 2**).

O número de folhas acima da espiga apresentou correlação negativa fraca com o número de folhas abaixo da espiga (-0,2457). O número de folhas abaixo da espiga obteve correlação positiva de fraca magnitude com a massa de grãos por espiga (0,3276) (**Tabela 2**). Segundo Balbinot et al. (2005), o número de folhas afeta o número de fileiras de grãos por espiga, o qual é formado quando a planta

apresenta de oito a doze folhas expandidas, podendo interferir indiretamente no rendimento de grãos.

O colmo atua como uma estrutura de reserva na planta de milho, acumulando sólidos solúveis que serão convertidos em energia para a produção de grãos (Cruz et al., 2008). Para as populações avaliadas o diâmetro do colmo apresentou correlação positiva de forte magnitude com a massa de grãos por espiga (0,4694) (**Tabela 2**).

As correlações não significativas encontradas para os demais pares de caracteres não sugerem falta de correlação, apenas indicam que não se enquadraram na reta linear da correlação de Pearson.

CONCLUSÕES

Diversos caracteres avaliados apresentam correlações de diferentes magnitudes, sendo que o par AF x MGE apresenta a maior associação entre as variáveis em estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES -, pela concessão das bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M.; SANGOI, L.; NAVA, I. C.; GALIO, J.; TRENTIN, P. S.; RAMPAZZO, C. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 23, n. 2, p. 189 – 194, 2003.

BALBINOT, A. A.; BACKES, R. L.; ALVES, A. C.; OGLIARI, J. B. FONSECA, A. da. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas/RS, v.11, n. 2, p. 161-166, 2005.

BARROS, L. B.; MOREIRA, R. M. P.; FERREIRA, J. M. Phenotypic, additive genetic and environment correlations of maize landraces populations in family farm systems. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.), v.67, n.6, p.685-691, 2010.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas, 2004. p. 142.

CECCHIN, D. S.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região Noroeste do Rio

Grande do Sul. **Rev. Ciência e Tecnologia**, Rio Grande do Sul, v.1, n.1, p 01-11, 2015.

FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A.D.F.; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS v. 32, p. 217 - 220, 2002.

GOMES, P. Curso de estatística experimental, Piracicaba/SP, ESALQ/USP, 1985.

MACHADO, A. T.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. A Agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2008.

MAPA – Descritores mínimos do milho (*Zea mays* L.), 1997. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/upload/ax4_1102200832684000_decreto2366milho.pdf>, acessado em 16 de maio de 2016.

RAMALHO, M.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na Agropecuária**. 5 ed. Lavras: UFLA, 565p, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 2006. 306p.

SAS LEARNING EDITION. Sas Program. **Getting started with the SAS Learning Editon**. North Carolina: Cary, SAS Publishing, 2002. 200 p.

SILVA, L. E.; MIURA, J. M.; CARVALHO, P.; OLIVEIRA, A.; DAVIDE, L. M. C.; CÂNDIDO, L. S. SANTOS, A. dos. Estimativas de correlação entre caracteres morfológicos de progênies parcialmente endogâmicas de milho safrinha. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 12, 2013. **Anais**, Dourados, MS: Embrapa, 2013.

SILVEIRA, D. C.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2015.

TOLLENAAR, M. Is low density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v. 37, n. 2, p. 305-311, 1992.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

Tabela 1. Resumo da análise da variância para caracteres morfo-agronômicos avaliados em cinco variedades de milho, Capão do Leão/RS, 2015.

FV	GL	Quadrado Médio						
		AP ¹	AF	ALC	DC	NFAE	NFABE	MGE
Genótipo	4	157.033,92*	77.611,22*	230,54*	52,86*	1,48 ^{ns}	10,97*	14.394,38*
Resíduo	68	590,22	26.781,23	60,75	16,34	0,82	1,53	2.351,87
Média		208,64	711,24	32,00	20,99	7,05	9,16	106,34
CV%		11,64	23,00	24,35	19,85	12,84	13,53	45,60

¹ Altura de planta (AP); área foliar (AF); ângulo de inclinação da lâmina foliar (ALC); número de folhas acima da espiga (NFAE); número de folhas abaixo da espiga (NFABE); massa de grãos por espiga (MGE); diâmetro do colmo (DC).

*: Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

ns: Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples para sete caracteres agrônômicos avaliados em cinco variedades de milho, Capão do Leão/RS, 2015.

	AP ¹	AF	ALC	NFAE	NFABE	MGE	DC
AP	1	-0.2546*	-0.1669	0.2788*	-0.2769*	-0.2740*	0.0209
AF	-0.2546*	1	0.0231	-0.0620	0.1984	0.6339*	0.3553*
ALC	-0.1669	0.0231	1	-0.2347*	0.0217	-0.1130	0.1034
NFAE	0.2788*	-0.0620	-0.2347*	1	-0.2457*	0.9984	-0.0328
NFABE	-0.2769*	0.1984	0.0217	-0.2457*	1	0.3276*	-0.0015
MGE	-0.2740*	0.6339*	-0.1130	0.9984	0.3276*	1	0.4694*
DC	0.0209	0.3553*	0.1034	-0.0328	-0.0015	0.4694*	1

n = 15

¹ Altura de planta (AP); área foliar (AF); ângulo de inclinação da lâmina foliar (ALC); número de folhas acima da espiga (NFAE); número de folhas abaixo da espiga (NFABE); massa de grãos por espiga (MGE); diâmetro do colmo (DC).

*: Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade de erro.

n: número de repetições em cada população.

Associação genética entre linhagens de milho.

Narjara Fonseca Cantelmo⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽²⁾; Márcio Balestre⁽³⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁴⁾; Rafaela Beiral Campos Borges⁽⁵⁾; Renato Barbosa Camargos⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutora em genética e melhoramento de plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; nacantelmo@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁶⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Objetivou-se a partir deste trabalho a exploração das informações obtidas a partir da genotipagem de um banco de germoplasma proveniente do programa de melhoramento de milho da UFLA para investigar o potencial da coleção como fonte para estudo da arquitetura genética do caráter peso de espigas. Para isto, foi utilizada, como fonte de material genético, uma coleção de linhagens de milho. As amostras para extração de DNA foram coletadas de um experimento instalado na fazenda experimental da UFLA, sediada no município de Lavras - MG. Foi realizado a análise de associação genômica. Para isto, o caráter peso de espigas foi avaliado em 238 linhagens de milho, as mesmas foram avaliadas no ano agrícola de 2012/2013 nos municípios de Lavras e Uberlândia, ambos localizados no estado de Minas Gerais. Para a análise de associação genômica, foram utilizados os modelos Mistos e Stochastic Search Variable. a população utilizada para o estudo de associação não foi adequada para a identificação de marcas de efeitos significativos para o caráter peso de espigas.

Termos de indexação: *Zea Mays*. Melhoramento Vegetal. Associação Genômica. Peso de Espigas.

INTRODUÇÃO

Mais recentemente surgiram os marcadores SNPs e Diversity Arrays Technology (Darts). Devido ao baixo custo por marca, alta abundância no genoma, especificidade de locos, potencial de alta densidade de marcas, baixos níveis de erros (CHAGNE et al., 2007) e facilidade de automação (VAN INGHELANDT et al., 2010) esses marcadores têm emergido como poderosas ferramentas para várias aplicações dentro da genética, incluindo estudos de associação genômica.

Os marcadores Darts apresentam a vantagem de detecção da variação em milhares de

locos gênicos sem a necessidade de sequenciamento prévio (WENZL et al., 2006). O polimorfismo detectado nos Darts incluem SNPs, inserções-deleções (InDels) e modificações de metilação herdáveis (JACCOUD et al., 2001). Características essas que têm feito com que esses marcadores se tornem ferramentas interessantes em estudos de diversidade e também de associação.

Os estudos de associação genômica são metodologias recentes para identificação de marcas correlacionadas a caracteres. Em contraste com o mapeamento baseado em populações biparentais segregantes, que explora a diferença alélica entre apenas dois parentais, a associação genômica utiliza a variação genética entre um vasto número de genótipos. Essencialmente, a associação genômica explora a recombinação histórica e evolutiva em nível populacional (THORNSBERRY et al., 2001). Assim, espera-se que a variação desta característica ocorra entre os diferentes genótipos em contraposição à variação advinda de apenas dois parentais tendo a expectativa que possa ser mais bem mapeada (MATTHIES et al., 2012). Assim, objetivou-se a partir deste estudo investigar o potencial da coleção como fonte para estudo da arquitetura genética do caráter peso de espigas.

MATERIAL E MÉTODOS

O peso de espigas foi avaliado em 238 linhagens de milho e em quatro testemunhas. As linhagens e as testemunhas foram avaliadas no ano agrícola 2012/2013 em dois locais: no município de Lavras (910 m, 21°14'S e 45°00'W) e de Uberlândia (863 m, 18°55'S e 48°16') ambos localizados no estado de Minas Gerais, Brasil. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos incompletos com testemunhas comuns. Cada bloco foi formado por dez tratamentos (oito regulares e dois comuns) e três repetições com parcelas experimentais

compostas por uma fileira de três metros de comprimento com espaçamento de 0,7 m entre fileiras.

A metodologia de modelos mistos foi utilizada para ajuste das médias, via máxima verossimilhança restrita (REML), utilizando o algoritmo EM (expectation-maximization) (PATTERSON; THOMPSON, 1971). As médias foram corrigidas considerando os efeitos de repetições, ambientes, interação genótipos x ambientes e resíduo.

O modelo GWAS (YU et al., 2006) foi utilizado para análise de associação genômica. A análise foi realizada com a função GWAS do pacote rrBLUP (ENDELMAN, 2011) do software R. A matriz de parentesco de Vitezica et al., (2013) foi utilizada como estruturadora populacional. O threshold para significância foi dado pela correção de FDR a 5% utilizando o algoritmo de Benjamini e Hochberg (1995).

Modelo Bayesian Stochastic Search Variable (BSSV); Dentre os modelos bayesianos propostos na literatura, o Bayesian Stochastic Search Variable (BSSV) foi empregado neste trabalho devido à sua grande capacidade de selecionar marcas de grande efeito em modelos com múltiplas marcas.

A aceitação de um efeito de marca depende de uma mistura de prioris condicionadas a um conjunto de variáveis latentes ou indicadoras. A distribuição a priori para os efeitos da média populacional foi assumida como constante e para a variância residual.

A integração das distribuições de condicionais posteriores foi realizada utilizando algoritmo Monte Carlo Cadeias de Markov via amostragem de Gibbs (CASELLA; GEORGE, 1992).

Testes de significância dos efeitos dos marcadores foram executados pelo Teste de Wald. A estatística desse teste, em condições de hipótese de nulidade, segue uma distribuição assintótica com um grau de liberdade. O nível de significância mínimo para uma marca apresentar valor diferente de zero foi dado como de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo também foi realizada a associação genômica ampla para o caráter peso de espigas. Foram utilizados dois modelos para a análise de associação genômica: Bayesian Stochastic Search Variable (SSV), que é uma metodologia bayesiana, que considera variâncias individuais por marcas e o RR-BLUP que considera variâncias homogêneas das marcas. Quando se utilizou o modelo RRBLUP nenhuma marca

significativa para o caráter peso de espigas foi identificada. Duas considerações importantes devem ser ressaltadas: a primeira é o efeito de encolhimento que é inerente ao método RRBLUP, visto a adoção de uma única variância para todas as marcas utilizando assim, esta variância comum, para realizar o teste de Wald. Outro fato a ser considerado é a estrutura do caráter estudado. A produtividade é considerada uma característica poligênica infinitesimal com poucos genes de grandes efeitos e muitos genes de pequenos efeitos (LYNCH; WALSH, 1998). O modelo utilizado para a identificação de QTLs foi o aditivo, contudo é sabido que a dominância tem forte impacto na produtividade de espigas. Considerando a estrutura de população utilizada no estudo, o número de marcas e o modelo aditivo, não foi possível a identificação de marcas de grandes efeitos.

Já quando se utilizou o modelo SSV para o estudo de associação genômica, foi possível a identificação de uma marca significativa, localizada no cromossomo 5, na posição 17227941pb. O efeito dessa marca foi de aproximadamente -190g/espiga. A identificação de somente uma marca de efeito significativo de acordo com o teste de Wald pode ter sido devido a várias razões. Uma delas é que o teste utilizado em conjunto com a estrutura da população (linhagens) pode ter tido poder suficiente para a identificação de somente uma marca com grande ligação com o caráter, considerando mais uma vez o efeito poligênico infinitesimal do mesmo. Outro motivo pode ser devido à utilização do teste de Wald para verificar a significância da marca. O teste de Wald é conservativo e, por vezes, dificulta a identificação de marcas significativas. Outra questão é o tamanho da população utilizada para análise, apenas 232 linhagens. Por fim, pode-se também levantar a hipótese da presença de “outlier” que fez com que somente uma marca apresentasse significância.

A conclusão inevitável das últimas duas décadas de estudo de associação são que QTLs de grandes efeitos são raros e que a variação genética dos caracteres quantitativos é devido a muitos locos com efeitos individualizados ou agregados (com QTLs de efeitos opostos) muito pequenos para serem detectados (MACKAY et al., 2009). Os bancos de germoplasma com seus acessos e informações genotípicas podem ser melhores explorados, com caracterização mais profunda e utilização da associação genômica ampla para, assim, adquirir melhor entendimento dos genótipos presentes para que eles possam ser mais bem explorados nos programas de melhoramento (ROMAY et al., 2013).

CONCLUSÕES

O conjunto de dados utilizado para o estudo de associação não foi adequado para a identificação de marcas de efeitos significativos para o caráter peso de espigas de milho.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

- BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. **Journal of the Royal Statistical Society - Series B (Methodological)**, London, v. 57, n. 1, p. 289-300, 1995.
- CASELLA, G.; GEORGE, E. I. Explaining the Gibbs Sampler. **The American Statistician**, Washington, v. 46, n. 3, p. 167-174, Aug. 1992.
- CHAGNE, D. et al. Single nucleotide polymorphisms genotyping in plants. In: ORAGUZIE, N. C. et al. (Ed.). **Association Mapping in Plants**. New York: Springer, 2007. cap. 5, p. 77-94.
- ENDELMAN, J. B. Ridge Regression and Other Kernels for Genomic Selection with R Package rrBLUP. **The Plant Genome**, Madison v. 4, n. 3, p. 250-255, Nov. 2011.
- JACCOUD, D. et al. Diversity arrays: a solid state technology for sequence information independent genotyping. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 29, n. 4, p. e25, Feb. 2001.
- LYNCH, M.; WALSH, B. **Genetics and Analysis of Quantitative Traits**. Sunderland: Sinauer Associates, 1998.
- MACKAY, T. F.; STONE, E. A.; AYROLES, J. F. The genetics of quantitative traits: challenges and prospects. **Nature Reviews Genetics**, London, v. 10, n. 8, p. 565-577, Aug. 2009.
- MATTHIES, I. E. et al. Population structure revealed by different marker types (SSR or DArT) has an impact on the results of genome-wide association mapping in European barley cultivars. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 30, n. 2, p. 951-966, Aug. 2012.
- PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, London, v. 58, n. 3, p. 545-554, 1971.
- ROMAY, M. C. et al. Comprehensive genotyping of the USA national maize inbred seed bank. **Genome Biology**, London, v. 14, n. 6, p. 1-18, June 2013.
- THORNSBERRY, J. M. et al. Dwarf polymorphisms associate with variation in flowering time. **Nature Genetics**, New York, v. 28, n. 3, p. 286-289, July 2001.
- VAN INGHELANDT, D. et al. Population structure and genetic diversity in a commercial maize breeding program assessed with SSR and SNP markers. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 120, n. 7, p. 1289-1299, May 2010.
- VITEZICA, Z. G.; VARONA, L.; LEGARRA, A. On the Additive and Dominant Variance and Covariance of Individuals within the Genomic Selection Scope. **Genetics**, Bethesda, v. 195, n. 4, p. 1223-1230, Dec. 2013.
- YU, J.; BUCKLER, E. S. Genetic association mapping and genome organization of maize. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 17, n. 2, p. 155-160, Apr. 2006.
- WENZL P. et al. A high-density consensus map of barley linking DArT markers to SSR, RFLP and STS loci and agricultural traits. **BMC Genomics**, Chichester, v. 7, p. 206, Aug. 2006.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação agrônômica de acessos de milho da coleção núcleo com grãos dentados e semidentados de milho

Flavia França Teixeira⁽¹⁾; Arley Figueredo Portugal⁽²⁾; Bruna Torres Dias⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; flavia.teixeira@embrapa.br; ⁽²⁾ Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estudante; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas

RESUMO: O desenvolvimento de cultivares de milho com grãos com o padrão dentado é favorável para atender as demandas de mercado do milho-forrageiro e do milho-verde. Por outro lado, os padrões heteróticos baseados no tipo de grão duro e dentado vêm sendo usados com sucesso no melhoramento de milho no Brasil, o que resulta em cultivares de alta performance agrônômica. O objetivo deste estudo foi avaliar, em cruzamento com linhagens-elite, acessos do banco de germoplasma de milho (BAGMilho) com grãos dos tipos dentado ou semidentado quanto à produtividade e a caracteres de importância agrônômica, com o intuito de selecionar acessos com melhor performance para o melhoramento visando uso como milho-verde ou forrageiro. Para tanto, foram avaliados 160 acessos do BAGMilho com grãos do tipo dentado ou semidentado em cruzamento com duas linhagens-elite. As avaliações foram conduzidas em Sete Lagoas e em Janaúba em 2015, sendo considerados caracteres de importância agrônômica e de produtividade. Os resultados permitiram selecionar 96 genótipos de melhor desempenho para os caracteres avaliados. Foi possível selecionar 22 genótipos de bom desempenho em cruzamentos com ambas as linhagens. A proporção de genótipos selecionados em cruzamentos com cada linhagem testadora foi similar. Assim, os acessos do BAG Milho com grãos dos tipos dentado e semidentado, cruzados com linhagens-elite, apresentaram bom potencial para o desenvolvimento de genótipos promissores para o uso como forrageiro ou como milho-verde por meio de ações em pré-melhoramento.

Termos de indexação: recursos genéticos, melhoramento, milhos especiais.

INTRODUÇÃO

O banco ativo de germoplasma de milho (BAG Milho) vem sendo mantido na Embrapa Milho e

Sorgo não apenas com o objetivo de preservar a variabilidade genética da cultura do milho, mas, também, com o intuito de agregar valor a essa coleção por meio da avaliação de seus acessos e de promover o uso da diversidade genética mantida no BAG Milho.

O BAG Milho preserva atualmente cerca de 4.000 acessos que em sua maioria são originários de coletas em território brasileiro, mas também são mantidos nessa coleção acessos introduzidos no país e variedades melhoradas. O banco conta com uma coleção núcleo composta por 300 acessos que foram selecionados com base em estratificações na coleção. O primeiro nível dessa estratificação é a origem dos acessos, ou seja, os grupos: coletas no Brasil, introduzidos e melhorados e, dentro de cada grupo, foram usados outros critérios para os demais níveis de estratificação, dentre estes critérios está o tipo de endosperma (ABADIE et al., 2000).

A identificação de grupos heteróticos em programa de melhoramento de milho passou a ser uma das prioridades para o desenvolvimento de híbridos e sintéticos. Este processo é baseado na exploração da heterose entre linhagens classificadas nos grupos heteróticos duro e dentado (GAMA et al., 2003). Por essa razão, o padrão comercial dos grãos de milho no Brasil tem endosperma dos tipos semiduro ou semidentado. Entretanto, cultivares com endosperma do tipo dentado podem ser mais favoráveis para alguns usos especiais, tais como milho-verde e milho-forrageiro.

O objetivo do presente estudo foi avaliar, em cruzamento com linhagens-elite, acessos da coleção núcleo de milho com grãos dos tipos dentado ou semidentado quanto à produtividade e a caracteres de importância agrônômica, com o intuito de selecionar acessos com melhor performance para o melhoramento visando uso como milho-verde ou forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos avaliados no presente trabalho foram 160 acessos do BAG Milho com grãos dos tipos dentado ou semidentados e integrantes da coleção núcleo (ABADIE et al., 2000). Esses genótipos foram avaliados em cruzamentos com duas linhagens integrantes da coleção-elite do programa de melhoramento de milho. Essas linhagens serão denominadas de LA e LB e possuem endosperma dos tipos dentado e semidentado, respectivamente.

Os 320 tratamentos obtidos pelo cruzamento dos 160 acessos do BAG milho com 2 linhagens foram avaliados em um delineamento de blocos aumentados por local com 10 blocos com 32 tratamentos regulares e 4 tratamentos comuns por bloco que foram a variedade de polinização aberta BRS Caimbé, o híbrido triplo BRS 3040 e os híbridos simples BRS 1060 e BRS 1055. Os ensaios foram implantados em Sete Lagoas e em Janaúba em janeiro de 2015. A parcela experimental constou de uma linha de 5 m lineares com espaçamento entre linhas de 0,80 m. Na condução dos experimentos foram realizados os tratos culturais usuais da cultura do milho.

As seguintes características foram avaliadas em ambos os ensaios: número de dias para florescimento masculino (FM), tomado em dias desde a germinação a emissão de pólen por 50% das plantas da parcela; número de dias para florescimento feminino (FF), tomado em dias desde a germinação a emissão de estilo-estigma em 50% de plantas da parcela; altura de planta (AP) em m; altura de espiga (AE) em m, índice de acamamento ou quebramento (IAQ), tomada pela razão entre o número de plantas acamadas ou quebradas e o número de plantas total da parcela; prolificidade (PROL), obtido pela divisão do número de espigas pelo número de plantas da parcela; peso de espigas (PESP), em t/ha, obtido pela pesagem das espigas produzidas na parcela com a padronização da umidade para 13% e; de peso de grãos (PG), em t/ha, obtido pela pesagem dos grãos produzidos na parcela com a padronização da umidade para 13% e com a correção do estande pelo método do covariância estande ideal de 5 plantas por metro linear (SCHMILDT et al., 2001).

As análises estatísticas e teste de médias foram realizados com o emprego do programa GENES (CRUZ, 2006). O teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade foi empregado para comparar as médias dos tratamentos (dados não apresentados), visando selecionar os 96 genótipos de melhor performance para prosseguir nas demais etapas do programa de melhoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância conjuntas são apresentados na Tabela 1, onde é possível verificar a presença da diferença significativa entre os genótipos avaliados para FM, FF, AE, IAQ, PROL e PESP e ainda a interação genótipos por local para FM, FF, IAQ, PROL e PESP. Esses resultados indicam a presença de diversidade entre acessos do BAG Milho com grãos dos tipos dentado e semidentado para diversos caracteres de importância econômica.

Tabela 1. Síntese das análises de variância para o desempenho de acessos da coleção núcleo de milho avaliados em cruzamentos com linhagens-elite em Sete Lagoas e Janaúba em 2015 quanto aos caracteres FM, FF, AP, AE, IAQ, PROL, PESP e PG.

FV	GL	FM		FF	
		QM	F	QM	F
Local	1	63,53	7,67 **	7,56	0,92
Genót.	323	17,40	2,10 **	17,86	2,18 **
G x L	323	12,86	1,55 *	13,87	1,70 **
Erro Md.	54	8,28		8,18	
CV (%)		4,89		4,78	

FV	GL	AP		AE	
		QM	F	QM	F
Local	1	56,12	431,6 **	14,73	491,0 **
Genót.	323	0,17	1,31	0,08	2,67 **
G x L	323	0,13	1,00	0,04	1,33
Erro Md.	54	0,13		0,03	
CV (%)		12,56		12,19	

FV	GL	IAQ		PROL	
		QM	F	QM	F
Local	1	9,266	1203	0,001	0,03
Genót.	323	0,030	3,95 **	0,070	1,93 **
G x L	323	0,030	3,93 **	0,061	1,69 *
Erro Md.	54	0,008		0,036	
CV (%)		37,20		19,82	

FV	GL	PESP		PG	
		QM	F	QM	F
Local	1	575,34	214,7 **	1166,4	455,6 **
Genót.	323	5,57	2,08 **	2,68	1,05
G x L	323	4,73	1,76 **	2,52	0,98
Erro Md.	54	2,68		2,56	
CV (%)		29,6		25,25	

**, significância do teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Com base nos resultados das análises de variância e resultados do teste de Tukey (não apresentados), as médias dos genótipos para os diversos caracteres avaliados foram comparadas, com o objetivo de selecionar 96 genótipos para a

etapas seguintes de avaliação. Os genótipos que, de acordo com o teste de médias, foram identificados como superiores para mais de um caráter e que não foram classificados como desfavoráveis para outros caracteres foram selecionados para as demais etapas de avaliação. Desta forma, procurou-se selecionar genótipos que reúnam desempenho favorável para diversos aspectos de importância agrônômica. Devido ao grande número de genótipos avaliados, serão apresentadas apenas as médias de grupos de genótipos e traçadas algumas informações sobre os materiais selecionados (Tabela 2).

Tabela 2. Médias geral (G) e dos tratamentos de selecionados (S), cruzados com LA (LA), cruzados com LB (LB) e testemunhas (T) para os caracteres FM, FF, AP, AE, IAQ, PROL, PESP e PG avaliados em Sete Lagoas e Janaúba em 2015.

	Média				
	G	S	LA	LB	T
FM	58,80	57,48	58,93	58,72	57,21
FF	59,86	58,47	60,28	59,49	57,90
AP	2,87	2,88	2,92	2,83	2,65
AE	1,43	1,36	1,44	1,41	1,21
IAQ	11,64	10,32	10,90	12,44	9,72
PROL	0,959	0,989	0,968	0,949	0,968
PESP	5,52	5,81	6,01	5,03	5,45
PG	6,34	6,47	6,13	6,54	6,74

A comparação das médias obtidas no grupo das testemunhas com as dos demais grupos e as médias gerais, indica que, em geral, o grupo testemunhas apresentou desempenho superior a maioria dos grupos avaliados, o que era esperado uma vez que o grupo das testemunhas é composto por materiais comerciais. Mesmo com apenas 50% de alelos de germoplasma-élite, o grupo dos genótipos selecionados apresentou em média comportamento similar aos das testemunhas. Esses resultados mostram o potencial de desenvolvimento de genótipos a partir de acessos derivados do banco ativo de germoplasma por meio de atividades de ações em pré-melhoramento (TEIXEIRA et al., 2011).

Quando comparadas as médias dos tratamentos que foram cruzados com a linhagem LA (Dentada) com aqueles cruzados com a linhagem LB (Semidentada), foi possível notar que em média o grupo dos cruzamentos com LA apresentou desempenho superior para IAQ e PESP, enquanto que os tratamentos em que a LB foi usada apresentaram melhor desempenho para FM, FF e AE. O melhoramento de milho emprega a combinação heterótica do cruzamento entre genótipos dos grupos duro e dentado para obter

combinações que maximizem a heterose (PARENTONI et al., 2001; GAMA et al., 2003). Assim, era esperado que os tratamentos obtidos pelo cruzamento dos acessos com a LB, que possui grãos semidentados, apresentassem desempenho superior ao grupo que envolve os cruzamentos com a LA. Entretanto, foi possível notar desempenho superior em ambos os grupos de cruzamentos, o que é vantajoso para o desenvolvimento de genótipos melhorados com grãos de padrão dentado, mais desejáveis para uso como milhos forrageiro e verde.

Do total dos 160 acessos da coleção núcleo que foram avaliados, 22 (13,75% do total avaliado e 45,83% dos tratamentos selecionados) foram selecionados tanto cruzados com a linhagem LA quanto cruzados com a linhagem LB, o que mostra o potencial da identificação de genótipos de potencial para ampla capacidade combinatória na coleção núcleo.

Outra observação que merece destaque é a equilibrada proporção de tratamentos selecionados com cruzamentos com cada linhagem, 50 materiais selecionados tinham como um dos genitores a linhagem LA e 46, a linhagem LB. Esses resultados indicam que o potencial de ambas as linhagens na obtenção de bons cruzamentos com acessos dos BAG Milho com grãos do tipo dentado e semidentado.

CONCLUSÕES

Os acessos do BAG Milho com grãos dos tipos dentado e semidentado hibridizados com linhagens-élite apresentam potencial para o desenvolvimento de genótipos de bom potencial produtivo por meio de ações em pré-melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio a execução do trabalho e à Fapemig pela bolsa BIC Jr.

REFERÊNCIAS

ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M. T.; ANDRADE, R. V.; PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. R. **A coleção nuclear de milho para o Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 37 p.

(Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa, 8).

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 285 p.

GAMA, E. E. G.; SANTOS, M. X.; FERRÃO, R. G.; MEIRELES, W. F.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; GUIMARÃES, P. E. O. Potencial genético de um sintético de milho de grãos duros para a formação de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 615-619, 2003.

PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. V.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; ABADIE, T.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; MEIRELLES, W. F.; LOPES, M. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; PAIVA, E. Heterotic groups based on yield-specific combining ability data and phylogenetic relationship by RAPD markers for 28 tropical maize open pollinated varieties. **Euphytica**, Wageningen, v. 121, p. 197-208, 2001.

SCHMILDT, E. R.; CRUZ, C. D.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, P. R. G.; FERRÃO, R. G. Avaliação de métodos de correção de estande para estimar a produtividade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, p. 1011-1018, 2001.

TEIXEIRA, F. F.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; SILVA, A. R. Pré-melhoramento do milho. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. **Pré-melhoramento de plantas**: estado da arte e experiências de sucesso. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. p. 573-614.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação de acessos de milho crioulo quanto a caracteres de interesse para silagem

Jéssica Argenta⁽¹⁾; Bianca Oliveira Machado⁽²⁾; Ariel Rizzardo⁽³⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽⁴⁾; Noryam Bervian Bispo⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; Sertão, RS; je.argenta@hotmail.com; ^(2,3) Acadêmicos do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão. ⁽⁴⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; ⁽⁵⁾ Professora Orientadora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão.

RESUMO: O milho é a cultura padrão para produção de silagem. Atualmente, estudos de qualidade baseados somente em teores de massa verde e seca devem ser reavaliados devido ao fato de haver grande variabilidade entre os materiais disponíveis no mercado e em relação aos locais de cultivo. Devido a isso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a variabilidade genética de acessos de milho crioulo, segundo caracteres de interesse para milho silagem. Foram avaliados oito acessos de milho crioulo e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância multivariada (MANOVA). Foi evidenciada a presença de variabilidade genética em relação altura de planta, comprimento da lâmina foliar, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, folhas por planta e diâmetro do colmo entre os acessos avaliados.

Termos de indexação: *Zea mays*; variabilidade genética; Landraces.

INTRODUÇÃO

A utilização de silagem na alimentação animal tem sido realizada como instrumento de forma a auxiliar a manutenção da produção animal, principalmente durante o período de entressafra, com a escassez de alimento para o gado (Melo et al., 1999).

O milho é a cultura padrão para ensilagem, pela tradição no cultivo, pela elevada produtividade e pelo bom valor nutritivo (Paziani et al., 2009), além da boa aceitação pelos animais.

Além da produção de massa verde e seca, é importante destacar que a qualidade da silagem é influenciada pelos componentes da planta (Paziani et al., 2009). Zopollatto & Reco (2009) relatam que a

planta de milho apresenta dois componentes distintos: a fração vegetativa, composta basicamente de carboidratos estruturais, e a fração granífera, representada principalmente pelo amido do endosperma.

Entretanto, para obtermos uma silagem com boa qualidade nutritiva, a escolha de híbridos para produção de silagem baseada principalmente na produção de matéria seca deve ser reavaliada, principalmente em função da diversidade de potencial de produção dos materiais disponíveis atualmente no mercado. (Nussio et al., 2001).

Ainda, pode-se destacar que a adaptabilidade local do material utilizado para ensilagem, pode influenciar muito na produção de massa (Paziani et al., 2009).

Outro fato a se considerar é o grande número de genótipos de milho disponíveis no mercado e a rápida taxa de substituição (Cruz & Carneiro, 2003). Desse modo a identificação das características dos genótipos é importante para verificar a influência destas na qualidade da silagem, direcionando o sistema produtivo e buscando melhores resultados (Carvalho et al., 2015).

Devido a isso, o objetivo deste trabalho foi a caracterização e avaliação da variabilidade genética de acessos de milho crioulo, segundo caracteres de interesse para milho silagem

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do IFRS Campus Sertão, na safra 2015/16, em um Nitossolo Vermelho (Embrapa, 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, trata-se de clima Mesotérmico úmido

(Cfa). A altitude local é de 735 m, com chuvas bem distribuídas durante o ano, sendo a média anual de 1.803,1 mm e a temperatura média anual de 17,7°C (Embrapa, 2016).

A semeadura foi realizada no dia 20 de outubro de 2015 em delineamento em blocos casualizados com três repetições, com parcelas constituídas de duas linhas de 8 metros de comprimento espaçadas a 0,80 m, com população final de 40.000 plantas/ha.

A adubação foi realizada conforme interpretação da análise de solo sendo 400 kg de adubo na base na fórmula 08-28-18. As aplicações de nitrogênio em cobertura foram realizadas na forma de ureia em dois momentos V4 (4 folhas completamente expandidas) e V9 (9 folhas completamente expandidas) nas doses de 160 e 333 kg ha⁻¹. Estas maiores doses de N aplicadas em cobertura foram necessárias devido as plantas estarem apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio em função do excesso de precipitação ocorrente durante o ciclo da cultura

Tratamentos e amostragens

Foram analisados oito acessos de milho crioulo coletados nas regiões nordeste e noroeste do RS. Os caracteres avaliados foram: (a) altura de plantas, b) comprimento da lâmina foliar, c) peso de mil grãos, d) rendimento de grãos, e) comprimento da espiga, f) espigas/m² g) diâmetro da espiga, h) n° de folhas/planta, i) prolificidade, j) diâmetro do colmo e l) peso da espiga.

Delineamento e análise estatística

Para altura de planta foram realizadas 10 repetições por parcela e para rendimento foi colhida uma área útil da parcela referente a 3,2 m². As medidas foram realizadas com régua, paquímetro digital e balança de precisão,

Foi realizada análise de variância multivariada (MANOVA) e após aplicado teste de médias LSD Test. Ambas análises foram realizadas através do programa estatístico "R" (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para as variáveis altura de planta, comprimento da lâmina foliar, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, folhas por planta e diâmetro do colmo. Os resultados podem ser analisados nas tabelas 1 e 2.

O acesso 1 foi o que obteve o maior valor médio de altura (2,36 m), porém não diferindo estatisticamente de outros acessos avaliados. O

acesso 6 destacou-se com o menor tamanho médio de planta (2,00 m).

Para comprimento da lâmina foliar, houve diferença entre 3 dos 8 acessos avaliados, com destaque para o Acesso 2 (1,08 m), 1 (1,08m) e 5 (0,89 m).

Conforme Silva (2015) um menor índice de área foliar durante o ciclo de desenvolvimento acarreta em uma área fotossinteticamente ativa inferior, o que resulta em menor produtividade de grãos e silagem. Porém vale destacar que este índice também depende do arranjo e densidade populacional das plantas.

Para comprimento da espiga, 7 dos 8 acessos não diferiram estatisticamente entre si, demonstrando pouca variabilidade para este caráter entre os genótipos avaliados no estudo. O acesso 5 foi o que apresentou o menor comprimento de espiga 160,62 mm.

Para Paziani et al. (2009), em seu estudo, a altura de planta e de espigas, foi o que mais obteve correlação com produção de massa verde, massa seca, grãos, e matéria seca digestível. Desse modo ressalta-se a importância desses caracteres para seleção de genótipos cujo objetivo seja a produção de silagem. Ainda, estes mesmos autores destacam uma correlação positiva entre altura de planta e digestibilidade do colmo.

Tabela 1. Altura de planta (AP), comprimento da lâmina foliar (CL) e comprimento da espiga (CE) de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

Acessos	Caracteres		
	AP	CL	CE
1	2,36 a*	1,08 a	189,47 a
2	2,34 ab	1,08 a	188,31 a
3	2,17 abcd	0,79 b	180,37 a
4	2,24 abc	0,86 b	184,08 a
5	2,03 cd	0,89 ab	160,62 b
6	2,00 d	0,86 b	176,17 ab
7	2,13 cd	0,76 b	189,95 a
8	2,18 abcd	0,83 b	191,29 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si através do LSD Test a 5%.

Para diâmetro da espiga não houve grande variabilidade. Destaca-se como maiores valores o acesso 4 (50,15 mm), o acesso 2 (49,92 mm) e o acesso 6 (49,88 mm).

Para o caráter folhas por planta, houve diferenças entre quase todos os acessos. Destaca-se o acesso 2 com 14,4 folhas/planta, seguido do acesso 7 e 8 com 13,66 e 13,53 folhas/planta respectivamente.

Um maior número de folhas por planta no momento do processo de ensilagem é desejável, pois segundo Beleze (2003), estas resultam em

aumento da matéria seca com maior valor energético.

Já para diâmetro do colmo os maiores valores obtidos foram dos acessos 2 (20,09 mm) 8 (21,54 mm) e 4 (20,31 mm). Argenta et al. (2016) (dados não publicados) encontraram uma correlação positiva entre diâmetro da espiga e fileiras por espiga (0,69), ressaltado que quanto maior o diâmetro, maior será o número de fileiras e consequentemente maior o número de grãos por espiga

Ainda, segundo Paziani et al. (2009) a digestibilidade da planta depende principalmente da digestibilidade do colmo, podendo-se inferir que um menor diâmetro do colmo, propiciaria uma maior digestibilidade.

Tabela 2. Diâmetro da espiga (DE), folhas por planta (FP) e diâmetro do colmo (DC) de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016

Acessos	Caracteres		
	DE	FP	DC
1	43,58 b*	12,8 d	17,12 cd
2	49,92 a	14,4 a	22,09 a
3	44,04 b	13,00 cd	17,55 cd
4	50,15 a	13,33 bcd	20,31 abc
5	48,99 a	13,40 bc	19,65 abcd
6	49,88 a	12,20 e	18,34 bcd
7	45,51 ab	13,66 b	16,56 d
8	47,09 ab	13,53 bc	21,54 ab

*Médias seguidas pela mesma letra si não diferem entre si através do LSD Test a 5%.

Para Paziani (2009), a importância em conhecer os valores de produtividade juntamente com participação das frações da planta, qualidade dessas frações, e cultivares mais adaptados pela expressão de seu potencial produtivo, permite estabelecer correlações entre estas variáveis e a produtividade e qualidade do milho para silagem.

CONCLUSÕES

Foi evidenciada a presença de variabilidade genética em relação altura de planta, comprimento da lâmina foliar, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, folhas por planta e diâmetro do colmo entre os acessos avaliados.

Estudos adicionais em relação a análises bromatológicas dos acessos devem ser realizados a fim de avaliar a composição nutricional dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela concessão

de bolsa ao primeiro, segundo e terceiro autor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BELEZE, J. R. F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 529-537, 2003.

CARVALHO, A. F. G; et al. Perfil agrônomo e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 114 (2): 149-159 2015

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.

MELO, W. M. C. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 31-39, 1999.

NUSSIO, L. G; CAMPOS, F. P de; DIAS, F. N. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho**. Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

PAZIANI, S. F et al. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n3/a02v38n3>>. Acesso em 25 de jun. de 2016.

R CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.

SILVA, M. R. et al. Estimativas da necessidade de nitrogênio para produção de grãos e silagem de milho. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 12-24, 2015.

ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.411-417, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação de adaptabilidade de milhos de polinização aberta, Independência, RS, 2015/16

Marcos Caraffa⁽¹⁾; Cinei Teresinha Riffel⁽²⁾; Jane Rodrigues de Assis Machado⁽³⁾; Emerson Antunes Carneiro⁽⁴⁾; Marlon Eduardo Zawacki⁽⁴⁾; Felipe Tamiozzo⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor; Sociedade Educacional Três de Maio; Três de Maio, RS; garrafa@setrem.com.br; ⁽²⁾ Professora; Sociedade Educacional Três de Maio; ⁽³⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Acadêmico; Sociedade Educacional Três de Maio.

RESUMO: As variedades de milho de polinização aberta (VPA), pelo baixo custo das sementes e possibilidade de alcance de rendimento de grãos próximo ao obtido em muitas das propriedades da agricultura familiar, se constituem interessante alternativa a este segmento rural. O presente estudo objetivou analisar a adaptabilidade de dezesseis variedades de milho de polinização aberta nas condições de clima e solo do município de Independência, RS, na safra 2015/2016. Para tanto, foi utilizada abordagem quantitativa, procedimento laboratorial e estatístico, sendo os dados coletados por observação direta intensiva e testes de aferição de pesos para posterior tratamento utilizando médias e teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. O volume pluviométrico ocorrido durante o ciclo da cultura (1.177 mm) foi excelente. No entanto, houve baixa radiação solar decorrente de muitos dias nublados, sobretudo no período crítico à cultura (antes e após a floração). Em termos de rendimento de grãos, o destaque coube ao genótipo Sintético SP (3.235 kg ha⁻¹), sem, no entanto, se diferenciar estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade de erro dos demais materiais estudados, à exceção do Sintético PF 7031. O resultado final do ensaio apresentou média geral (2.532 kg ha⁻¹) muito aquém (42,2%) da expectativa gerada pelo nível tecnológico utilizado (6.000 kg ha⁻¹). Considerando como referência a safra 2012/2013, mesmo o genótipo de melhor desempenho no presente estudo apresentou rendimento 37,3 % abaixo da média do estado e 25,1 % abaixo da média regional. Desta forma, cabe sugerir a repetição do ensaio em anos próximos, buscando o estabelecimento do mesmo em período mais ajustado ao de cultivo usual na região, ou seja, no mês de agosto.

Termos de indexação: *Zea mays*, variedades, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

Os cultivares de milho de polinização aberta, também chamados de milho variedade, têm apresentado rendimentos significativos, inclusive quando comparados com o desempenho de milhos híbridos, em cultivos com utilização de níveis de manejo baixo e médios (Silva et al., 2003). Esta forma de cultivo é uma característica que ocorre principalmente em pequenas propriedades rurais. Os milhos de polinização aberta têm apresentado boa estabilidade, sobretudo devido aos processos de melhoramento genético efetuar seleção a estresses abióticos (Emygdio & Pereira, 2006) e ao fato de apresentarem base genética de grande abrangência e, por conseguinte, “maior heterogeneidade morfológica e fenológica” (Emygdio et al., 2003).

A região fronteira noroeste do estado do Rio Grande do Sul tem área rural preponderantemente composta de minifúndios, onde atuam agricultores familiares. Nestas propriedades é muito comum o uso de baixos níveis de manejo na cultura do milho. Outra característica predominante nestas unidades de produção é a utilização do milho para a alimentação animal, uma vez que a região apresenta uma das maiores bacias leiteira do país. A condição atual de expansão da atividade leiteira remete à maior demanda em milho, seja na condição de grãos ou de silagem.

A média de rendimento de grãos da cultura do milho no Rio Grande do Sul na safra 2012/2013 ficou em 5.161 kg ha⁻¹, enquanto que a região onde foi desenvolvida a presente pesquisa apresentou rendimento médio de 4.318 kg ha⁻¹ (Reunião

Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo, 2014).

Conhecer, portanto, o comportamento dos milhos de polinização aberta nas condições da região do estudo pode gerar indicativo interessante aos agricultores familiares, daí o interesse em se conhecer o potencial de rendimento dos mesmos, o que pode possibilitar o cultivo de materiais genéticos de baixo custo sem interferir nos rendimentos atualmente alcançados.

O presente estudo objetivou analisar o desempenho e, por conseguinte, a adaptabilidade, de dezesseis variedades de milho de polinização aberta nas condições de clima e solo do município de Independência, RS, na safra 2015/2016.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de adaptação de cultivares de milho de Variedade de Polinização aberta (VPA) às condições edafoclimáticas da região de Independência, RS, foi estabelecido na Escola-Fazenda da SETREM (altitude de 249 metros), no município de Independência, RS, safra 2015/16, contando com dezesseis genótipos, conforme **Tabela 2**.

A pesquisa teve caráter quantitativo, com procedimento laboratorial e estatístico (Lima, 2004). A coleta de dados foi efetuada por observação direta intensiva e testes de aferição de pesos (Lakatos & Marconi, 2006), sendo que o tratamento dos mesmos foi articulado utilizando médias e teste de Tukey (Lima, 2004).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas representadas pelos cultivares, em três repetições cada. As parcelas foram instaladas em cinco linhas de dez metros de comprimento, espaçadas em 0,80 m, com espaçamento entre plantas de 0,25 m, perfazendo uma densidade de 50.000 plantas por hectare. Das parcelas semeadas foram colhidos cinco metros das três linhas internas, totalizando uma área útil de 12 m². O sistema de cultivo utilizado foi o sistema de semeadura direta sobre palhada de canola, sendo as parcelas estabelecidas a campo no dia 21 de outubro, utilizando na adubação de base, para uma expectativa de produção de 6000 kg ha⁻¹ (Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC, 2004): 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 120 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 80 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O).

A operação de adubação foi efetuada de maneira mecanizada e a semeadura com semeadura manual, colocando três sementes por cova, com desbaste em 20 de novembro, tendo ocorrido a emergência plena em 30 de outubro. O ensaio foi conduzido em acordo com as tecnologias

preconizadas por Reunião Técnica Anual do Milho (2014).

A área em que foi estabelecido o ensaio foi dessecada em 13 de outubro com uso de glyphosate (Roundup Transorb – 1,5 L ha⁻¹) + 2,4 D (2,4 D Amina 72 Atanor – 1,5 L ha⁻¹) e em 28 de outubro foi efetuada aplicação de atrazina + simazina (Primatop SC – 7,0 L ha⁻¹) visando controle das plantas indesejáveis. Em 14 de novembro foi efetuada a primeira adubação de cobertura, utilizando 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia, sendo efetuada uma segunda aplicação do produto, 45 kg ha⁻¹, em 19 de novembro. Foi efetuada aplicação de inseticida para controle de *Spodoptera frugiperda* em 10 de dezembro com uso de tiametoxan + lambda-cialotrina (Engeo Pleno – 0,2 L ha⁻¹). A colheita ocorreu em 29 de fevereiro de 2016 e rendimentos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos significativos comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (**Tabela 2**), por intermédio do programa estatístico XLStat (Adinsoft, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume pluviométrico ocorrido durante o ciclo da cultura, da semeadura até a colheita, foi de 1.177 milímetros. No entanto, o período crítico do milho quanto à umidade do solo se concentra "entre 15 antes e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina" (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

Tabela 1 – Pluviosidade ocorrida na Escola - Fazenda da SETREM

Mês	Ano / dias	Precipitação (mm)			
		1 a 10	11 a 20	21 a 31	Total
Out.	2015	78	42	45	165
Nov.	2015	118	72	50	240
Dez.	2015	170	210	162	542
Jan.	2016	36	0	146	182
Fev.	2016	66	50	52	168
Total					1297

A emissão da inflorescência masculina ocorreu no terceiro decêndio do mês de dezembro, período em que a disponibilidade hídrica foi excessiva, gerando pouca radiação solar em função dos muitos dias nublados (considerando os 30 dias próximos da floração masculina média, pelo menos em 15 dias choveu), o que, certamente afetou a geração de fotoassimilados. Se somarmos a isso o fato de não

ter chovido no segundo decêndio de janeiro (foram 16 dias sem chuva e com calor intenso), é notória a influência na produção de grãos.

A **Tabela 2** apresenta os resultados de rendimento obtidos pelas variedades estudadas no ensaio instalado na Escola-Fazenda da SETREM, em Independência, RS, comparando-os estatisticamente.

A média geral do ensaio (2.532 kg ha⁻¹) situou-se muito aquém (42,2 %) da expectativa gerada pelo nível tecnológico utilizado, decorrência dos problemas pontuais já apontados.

Analisando os rendimentos médios obtidos pelos materiais estudados é possível observar que se destacou o cultivar Sintético SP (3.235 kg ha⁻¹), se diferenciando estatisticamente ao nível de 5 % de probabilidade de erro apenas do genótipo Sintético PF 7031, material de pior desempenho (1.613 kg ha⁻¹).

Tabela 2 - Rendimento de grãos de variedades de milho na Escola-Fazenda da SETREM, em In - dependência, RS, safra 2015/2016.

Genótipos	RG (kg ha ⁻¹)	
Sintético SP	3235	A
Sintético 10 707	3089	A B
Sintético 1x	2944	A B
Gorotuba	2765	A B
Sintético PF 7008	2657	A B
Sintético 10771	2621	A B
BRS Planalto	2526	A B
Sintético PF 7021	2520	A B
Sintético 10 717	2491	A B
Sintético PF 7078	2475	A B
BRS 4103	2471	A B
BRS Missões	2380	A B
BRS 4104	2361	A B
BRS Caimbé	2341	A B
Sintético 104 reciclado	2027	A B
Sintético PF 7031	1613	B
Média	2532	
C. V. (%)	19,64	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Yukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados na **Tabela 2** é notório o baixo rendimento dos materiais estudados quando comparado com a expectativa de produção. Em que pese o excelente volume de

chuvas durante o ciclo dos genótipos estudados, o excesso das mesmas e de dias sem insolação efetiva acabou afetando significativamente os resultados, o que remete à necessidade de se repetir o ensaio em anos próximos, buscando o estabelecimento do mesmo em período mais ajustado ao de cultivo usual na região, ou seja, no mês de agosto.

Considerando, em acordo com a Reunião Técnica Anual do Milho (2014), o rendimento médio da cultura do milho no Rio Grande do Sul na safra 2012/2013 (5.161 kg ha⁻¹) e o rendimento médio da cultura na região do ensaio na mesma safra (4.318 kg ha⁻¹), mesmo o genótipo de melhor desempenho no presente estudo apresentou rendimento aquém destes resultados: 37,3 % abaixo da média do estado e 25,1 % abaixo da média regional.

REFERÊNCIAS

ADDINSOFT. **XLStat your data analysis solution**. Lausanne: Addinsoft, 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 404 p.

EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R. de A.; GUADAGNIN, J. P.; MEIRELLES, W.; PEREIRA, F. R.; BACKES, R. L.; OLIVEIRA, A. C. B. de; RODRIGUES, L. R. Recomendação de variedades de milho para o sul do Brasil para a safra 2011/12. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 7-13, 2011.

EMYGDIO, B. M.; PEREIRA L. R. Novas Cultivares BRS Missões: nova cultivar de milho para a região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 545-547, 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, A. 2004. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária. 360 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. 2006. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 315 p.

LIMA, M. 2004. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Saraiva. 210 p.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 58, 41. 2014. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado. 124 p.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V.; RAMBO, L.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E.; STRIEDER, M. L.



Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: Reunião Técnica Anual do Milho, 48, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER-RS, FEPAGRO, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação de genótipos de milho híbrido, Três de Maio, RS, 2015/16

Marcos Caraffa⁽¹⁾; Cinei Teresinha Riffel⁽²⁾; Emerson Antunes Carneiro⁽³⁾; Thiago Monteiro Giesen⁽³⁾; Marlon Eduardo Zawacki⁽³⁾; Gilson Preussler Witzak⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor; Sociedade Educacional Três de Maio; Três de Maio, RS; garrafa@setrem.com.br; ⁽²⁾ Professora; Sociedade Educacional Três de Maio; ⁽³⁾ Acadêmico; Sociedade Educacional Três de Maio.

RESUMO: A redução da área de cultivo de milho no Rio Grande do Sul foi acompanhada por crescentes aumentos de rendimento de grãos. A região fronteira noroeste do estado, com alta demanda de milho em função de constituir uma das maiores bacias leiteiras do país, tradicionalmente tem apresentado produtividades médias muito abaixo das médias brasileira e do estado. O presente estudo objetivou avaliar a adaptabilidade de cultivares híbridos de milho às condições edafoclimáticas do município de Três de Maio, RS, na safra 2015/2016. Parta tanto, foi utilizada abordagem quantitativa e procedimento laboratorial e estatístico, com dados coletados por observação direta intensiva e aferição de pesos, sendo sua análise efetuada a partir de análise de variância, com comparação das médias pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%. O ensaio foi instalado por delineamento experimental de blocos ao acaso, contando com trinta e cinco materiais genéticos e quatro repetições. A precipitação pluviométrica ocorrida no período favoreceu o desenvolvimento da cultura e a média geral do ensaio ($12.119 \text{ kg ha}^{-1}$) situou-se 0,99 % acima da expectativa gerada pelo nível tecnológico utilizado ($12.000 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo que 25 genótipos atingiram este patamar. A média geral atingida demonstra claramente a necessidade de qualificação no manejo da cultura na região do estudo, uma vez que os resultados alcançados apontam potencial significativamente superior aos atingidos na região na safra 2012/2013, 4.398 kg ha^{-1} , ou seja, a média do experimento posicionou-se 276 % acima da média regional da safra considerada para parâmetro de análise.

Termos de indexação: *Zea mays*, cultivares híbridos, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho, em função do potencial de rendimento que apresenta aliado ao significativo valor nutritivo, é um dos cereais de maior utilização mundial, não sendo diferente no Brasil, cumprindo essencial papel socioeconômico (Fancelli & Dourado Neto, 2004). Os mesmos autores enfatizam também que o milho se constitui “matéria-prima impulsionadora de diversificados complexos agroindustriais”.

Em que pese ser essa gramínea um dos principais cultivos agrícolas do estado, o Rio Grande do Sul apresenta rendimentos médios aquém do potencial possível, mesmo que apresentando os rendimentos de grãos da cultura substanciais aumentos nos últimos anos. Comparando o rendimento de grãos de milho no estado na safra 2012/2013, média de 5.161 kg ha^{-1} , com a média brasileira no mesmo período, 5.130 kg ha^{-1} (Reunião Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo, 2014), comprova-se esta melhoria, já que em anos anteriores os resultados eram muito inferiores aos da safra brasileira. Cabe salientar, no entanto, que no mesmo ano agrícola, segundo o mesmo autor, o rendimento de grãos de milho na região do município de Santa Rosa impactou negativamente o resultado do estado, com rendimento de 4.398 kg ha^{-1} .

Assim sendo, a região necessita de ampliação de uso das tecnologias disponíveis para o aumento de rendimento da cultura. Uma dessas tecnologias é o potencial genético dos cultivares, ofertados aos agricultores, com novidades a cada ano. As empresas obtentoras desenvolvem esses cultivares, colocando-os no mercado, o qual é muito amplo, com expressivas variações em relação a clima e solo, sobretudo. Dessa forma, há necessidade de se conhecer a adaptabilidade desses materiais em diversas condições edafoclimáticas a fim de selecionar os genótipos com maior potencial produtivo a cada região, subsidiando assistentes técnicos na indicação e produtores rurais na escolha

de cultivares a serem semeados nas lavouras, além de permitir aos pesquisadores da área informações a respeito da interação desses genótipos com o ambiente.

Com esse intuito, anualmente, desde 2006, é estabelecido ensaio de competição de genótipos de milho no município de Três de Maio, em ação de cooperação envolvendo a Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), a Cooperativa Agro-Pecuária Alto Uruguai Ltda (COTRIMAIO), a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e de Extensão Rural (ASCAR – EMATER/RS) e o Sistema de Crédito Cooperativo (SICREDI NOROESTE).

Posteriormente à instalação e condução do ensaio, o mesmo serve de contexto para uma das estações apresentadas aos produtores rurais da região e estudantes em Dia de Campo de Milho e Girassol, atividade de extensão que visa promover o desenvolvimento do conhecimento nesse segmento alvo da atividade, realizada, na safra passada, em 06 de janeiro de 2016.

Face ao já acima exposto e considerando que o município de Três de Maio encontra-se em região que apresenta uma das principais bacias leiteiras do país, atualmente em condição de expansão, a demanda por milho, seja na condição de grãos ou silagem, tem aumentado consideravelmente.

Todos os anos, com o intuito de ampliar ainda mais os rendimentos das culturas agrícolas comerciais, pesquisadores desenvolvem novos genótipos, lançados no mercado pelas empresas patrocinadoras dessas pesquisas. Uma vez no mercado, esses novos materiais devem ser testados em diversas condições edafoclimáticas do país, visando conhecimento de suas adaptabilidades locais. Essa ação, focando a região do município de Três de Maio, é o objetivo do presente estudo, considerando os materiais de milho participantes do ensaio já frisado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de adaptação de cultivares de milho às condições edafoclimáticas da região de Três de Maio, RS, foi estabelecido na Área Experimental da SETREM (altitude de 344 metros), no município de Três de Maio, RS, safra 2015/16, contando com trinta e cinco híbridos, conforme **tabela 2**.

Para definição dos genótipos participantes do ensaio, inicialmente foram contatadas as empresas obtentoras com significativa participação no mercado, solicitando que cada uma delas indicasse e disponibilizasse as sementes de seus três principais materiais. Assim, onze empresas participaram do ensaio, sendo que oito indicaram

três materiais genéticos, uma cedeu dois, uma disponibilizou quatro genótipos e outra, cinco, perfazendo um total de trinta e cinco cultivares híbridos de milho (**Tabela 2**).

A pesquisa teve caráter quantitativo, com procedimento laboratorial e estatístico (Lima, 2004). A coleta de dados foi efetuada por observação direta intensiva e testes de aferição de pesos (Lakatos & Marconi, 2006), sendo que os mesmos foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro (Lima, 2004) por intermédio do programa estatístico XLStat (Adinsoft, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas representadas pelos cultivares, em quatro repetições cada. As parcelas foram instaladas em quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,50 m, com espaçamento entre plantas de 0,28 m, perfazendo uma densidade de 72.000 plantas por hectare. Das parcelas semeadas foram colhidos quatro metros de duas linhas centrais, totalizando uma área útil de 4,0 m². O sistema de cultivo utilizado foi o sistema de semeadura direta sobre palhaça de nabo forrageiro, sendo as parcelas estabelecidas a campo nos dias 31 de agosto e 01 de setembro, utilizando na adubação de base para uma expectativa de produção de 12.000 kg ha⁻¹ (Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC, 2004): 48 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 120 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 80 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O).

A operação de adubação foi efetuada de maneira mecanizada e a semeadura com semeadoura manual, colocando três sementes por cova, com desbaste em 28 de setembro, ocorrendo emergência plena em 11 de setembro. O ensaio foi conduzido em acordo com as tecnologias preconizadas por Reunião Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo (2014).

A área em que foi estabelecido o ensaio foi dessecada em três de agosto com uso de glyphosate (Roundup WG - 1,5 kg ha⁻¹) + 2,4 D (2,4 D Nortox - 1,5 L ha⁻¹) e em 28 de setembro foi efetuada aplicação de atrazine + simazina (Primatop SC - 6,0 L ha⁻¹) visando controle das ervas indesejáveis. Em 04 de outubro foi efetuada a primeira adubação de cobertura, utilizando 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, sendo efetuada uma segunda aplicação do produto, também 45 kg ha⁻¹, em 01 de novembro. Em 22 de setembro foi aplicado o inseticida, tiametoxan + lambda-cialotrina (Engeo Pleno - 0,2 L ha⁻¹) para controle de *Spodoptera frugiperda*. A colheita ocorreu no dia 18 de fevereiro de 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume pluviométrico ocorrido durante o ciclo da cultura, da sementeira até a colheita, foi de 1.459,5 milímetros. No entanto, o período crítico do milho quanto à umidade do solo se concentra "entre 15 antes e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina" (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

Estudo conduzido no mesmo local e período do presente ensaio (Ensaio Estadual de Avaliação de Cultivares de Milho), contemplando 26 materiais genéticos, apontou um período médio de 67 dias entre a emergência e a emissão da inflorescência masculina e 69 dias até a emissão da inflorescência feminina (Caraffa et al., 2015). Assim, pode-se afirmar que a emissão da inflorescência masculina ocorreu no dia 17 de novembro, data que, observando os dados pluviométricos apresentados na **tabela 1**, permite afirmar não ter ocorrido escassez de umidade capaz de afetar negativamente o rendimento de grãos.

Tabela 1 – Pluviosidade ocorrida na Área de Pesquisa da SETREM

Mês	Ano / dias	Precipitação (mm)			
		1 a 10	11 a 20	21 a 31	Total
Set.	2015	34	120	41	195
Out.	2015	33	80	39	152
Nov.	2015	126	71	48	245
Dez.	2015	162	207	185,5	554,5
Jan.	2016	58	0	192,5	250,5
Fev.	2016	47	62,5	17,5	127
Total					1524

A **tabela 2** apresenta os resultados de rendimento de grãos além de características agrônomicas dos genótipos estudados.

A média geral do ensaio situou-se 0,99 % acima da expectativa gerada pelo nível tecnológico utilizado.

Analisando os rendimentos médios obtidos pelos genótipos estudados é possível observar que se destacou o cultivar AS 1666 (13.766 kg ha⁻¹), sem, no entanto, se diferenciar significativamente ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey de outros 26 híbridos. Por outro lado, se destacaram negativamente dois cultivares, quais sejam, 22S18 TOP (7.201 kg ha⁻¹) e 22T10 TOP (7.625 kg ha⁻¹), se diferenciando significativamente de todos os demais.

Considerando a média do ensaio (12.119 kg ha⁻¹) como referência, vinte e três genótipos apresentaram resultado superior e doze apresentaram resultado inferior.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados na **tabela 2** é possível afirmar que, ao atingirem a expectativa de produção, 25 materiais estudados apresentam boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas do município de Três de Maio, RS, sendo passíveis de recomendação para sementeira nessas condições. Os demais cultivares estudados também merecem recomendação de cultivo na região (à exceção dos dois que apresentaram rendimento de grãos significativamente inferior), em que pese não terem atingido a expectativa de produção. Cabe salientar que o genótipo de pior desempenho deste grupo (MG 300 PW – 10.922 kg ha⁻¹) apresentou rendimento de grãos extremamente superior à média do país, do estado e da região quando considerada a safra 2012/13 (Reunião Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo, 2014).

Outro aspecto passível de conclusão é a necessidade de qualificação no manejo da cultura na região do estudo, uma vez que os resultados alcançados apontam potencial significativamente superior aos atingidos comparativamente na região na safra 2012/2013, 4.398 kg ha⁻¹ (Reunião Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo, 2014), ou seja, a média do experimento posicionou-se 276 % acima da média regional da safra considerada para parâmetro de análise.

REFERÊNCIAS

- ADDINSOFT. **XLStat your data analysis solution**. Lausanne: Addinssoft, 2013.
- CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; PIZZANI, R.; DECKER, V. A.; CARNEIRO, E. A. Ensaio estadual de avaliação de cultivares de milho em Três de Maio, RS, na safra 2014/15. In: Reunião Técnica Anual do Milho e Reunião Técnica Anual do Sorgo, 60, 43, 2015, Getúlio Vargas. **Anais...** Getúlio Vargas: IDEAU, 2015. No prelo.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBRS/Núcleo Regional Sul, 2004. 404 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, A. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.



LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 315 p.

LIMA, M. **Monografia**: a engenharia da produção acadêmica. São Paulo: Saraiva, 2004. 210 p.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 58, 41. 2014. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado. 124 p.

Tabela 2 - Genótipos de milho: ciclo, tipo de hibridação, rendimento e comparação à média de produção, Três de Maio, RS, safra 2015/2016.

Cultivar	Ciclo cultivares	Tipo híbrido	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Comparação à média (%)
AS 1666	Super Precoce	Simples	13766 a	114
30F53 YH	Precoce	Simples	13449 ab	111
3M51	Precoce	Triplo	13258 abc	109
P2530	Super Precoce	Simples	13234 abc	109
DKB 290 PRO 3	Precoce	Simples	13225 abcd	109
DKB 230 PRO 3	Hiper Precoce	Simples	13175 abcd	109
DKB 240 PRO 3	Precoce	Simples	12922 abcde	107
NS 92 PRO 2	Precoce	Simples	12806 abcde	106
P3456 H	Super Precoce	Simples	12794 abcde	106
NS 56 PRO	Precoce	Simples	12766 abcde	105
CD 3410	Super Precoce	Duplo modif.	12750 abcde	105
LG 6033	Super Precoce	Simples	12703 abcde	105
SUPREMO VIP	Precoce	Simples	12675 abcde	105
NS 50 PRO 2	Precoce	Simples	12669 abcde	105
MG 580 PW	Precoce	Simples	12659 abcde	104
P1630 H	Hiper Precoce	Simples	12659 abcde	104
2B433 PW	Super Precoce	Triplo	12613 abcde	104
LG 6050 PRO	Precoce	Simples	12575 abcde	104
2B688 PW	Precoce	Triplo	12528 abcde	103
2A401 PW	Super Precoce	Simples	12376 abcde	102
32R48 YH	Super Precoce	Simples	12321 abcde	102
30A37 PW	Super Precoce	Simples	12245 abcde	101
20A78 PW	Super Precoce	Triplo	12178 abcde	100
AS 1677	Hiper Precoce	Simples	12103 abcde	100
CD 3560	Precoce	Simples	12078 abcde	100
LG 6030 PRO	Precoce	Simples	11813 abcde	97
FORMULA VIP	Super Precoce	Simples	11765 abcde	97
4M50	Precoce	Duplo	11700 bcde	97
2M95 VIP III	Precoce	Simples	11347 cde	94
DEFENDER VIP	Precoce	Duplo	11193 de	92
CD 384 PW	Precoce	Triplo	11103 e	92
22S11 TOP	Super Precoce	Simples	10966 e	90
MG 300 PW	Super Precoce	Simples modif.	10922 e	90
22T10 TOP	Super Precoce	Triplo	7625 f	63
22S18 TOP	Super Precoce	Simples	7201 f	59
Média			12119	
C.V (%)			6,05	

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.



Avaliação de híbridos de milho em ambientes com e sem restrição hídrica via Fator Analítico.

Rafaela Beiral Campos Borges⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽²⁾; Álvaro de Oliveira Santos⁽³⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁴⁾; Lauro José Guimarães⁽⁵⁾; Luiz Antonio Yanes Bernardo Júnior⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; rbeiralborges@gmail.com; ⁽²⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Pesquisador associado; Syngenta; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: O déficit hídrico é talvez o principal fator limitante na busca por altas produtividades, independente da cultura vegetal. Objetivou-se com este trabalho avaliar a estabilidade fenotípica de híbridos de milho em ambientes com e sem restrição hídrica por meio da abordagem fator analítico (FA). Avaliou-se 171 híbridos de milho, em 14 ambientes, sendo ambientes com (A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7) e sem restrição hídrica (A8, A9, A10, A11, A12, A13 e A14), durante sete anos de avaliação. Foi utilizado o delineamento látice quadrado (6x6), com 2 repetições. Foram avaliadas as características de produtividade de grãos (PG), florescimento masculino (FM) e feminino (FF). A adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos híbridos também foi verificada. Os híbridos G1, G18 e G35 são os mais estáveis e apresentam potencial para serem utilizados em ambientes com e sem restrição hídrica. Os modelos FA são úteis para avaliação de híbridos avaliados ao longo de vários anos, pois permitem selecionar os melhores híbridos com adaptabilidade e estabilidade específica e ampla e relacionar os híbridos aos seus componentes de produção, além de permitir a identificação de mega ambientes.

Termos de indexação: *Zea mays*, estresse hídrico, análise de fatores.

INTRODUÇÃO

O déficit hídrico é um dos principais fatores limitantes na busca por altas produtividades. Portanto, a utilização de genótipos tolerantes ao déficit hídrico é uma estratégia eficiente para o aumento da produtividade e redução dos riscos de produção em áreas sujeitas a longos períodos sem ocorrência de chuvas. Porém, a tolerância ao déficit

hídrico das culturas é provavelmente a característica que apresenta a maior dificuldade de ser identificada com alta precisão.

Piepho (1998) propôs um modelo misto multiplicativo fator analítico que considera efeitos aleatórios de genótipos e da interação GA. No mesmo contexto, Smith et al. (2001) propuseram uma classe geral de modelos fator analítico (FA) que abrangeu a abordagem de Piepho (1998) e incluiu erros espaciais para cada ensaio, conforme comentado por Figueiredo et al. (2014). Com isso, os autores buscaram o desenvolvimento de modelos que pudessem realizar considerações fidedignas com dados de vários ambientes de avaliação.

A metodologia FA pode ser utilizada com eficiência no estudo da interação GE em programas de melhoramento de milho. A utilização da metodologia FA relacionadas à pesquisas da interação GE em híbridos de milho submetidos a ambientes de déficit hídrico ainda é escassa e a metodologia corresponde a uma ferramenta promissora.

Desta maneira, o objetivo com este trabalho foi avaliar a estabilidade fenotípica de híbridos de milho em ambientes contrastantes por meio da abordagem fator analítico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados em área da Estação Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Nova Porteirinha, no estado de Minas Gerais, entre os anos de 2007 a 2013.

A semeadura foi realizada nos meses de maio e junho, dependendo do ano considerado, sob sistema de irrigação por gotejamento. O estresse hídrico foi imposto através da suspensão da

irrigação nas parcelas dos ambientes com restrição hídrica (A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7) 45 dias após a semeadura (45 DAE), permanecendo até a colheita. Nos ambientes sem restrição hídrica (A8, A9, A10, A11, A12, A13 e A14), a irrigação foi realizada regularmente até o estágio R3, mantendo a capacidade de campo do solo.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado 6x6, com duas repetições nos ambientes A1, A2, A8 e A9 e quatro repetições nos demais ambientes. As parcelas foram constituídas de uma linha de 4 metros de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,8 metros, sendo a área útil da parcela de 3,2 m². A população final de plantas foi de 60 mil plantas/ha.

No total, foram avaliados 171 híbridos de milho, dentre os quais foram obtidos do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo juntamente com híbridos comerciais de diferentes empresas. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: Florescimento masculino (FM); florescimento feminino (FF) e produtividade de grãos (PG), obtida em gramas por parcela e posteriormente transformada em ton.ha⁻¹, a 13% de umidade.

A análise foi efetuada em dois estágios: no primeiro foi utilizada a abordagem de modelos mistos para o ajuste dos efeitos fixos (de ambientes confundidos com locais), efeitos aleatórios (de genótipos) e a matriz de variância residual usando o procedimento REML/BLUP via algoritmo EM. O segundo estágio consistiu em ajustar o modelo de análise de fatores para se obter os (EBLUPS) escores fatoriais e cargas fatoriais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias variaram entre 60 dias (A1) e 68 dias (A2, A11) para a característica FM; entre 59 dias (A1) e 67 dias (A2, A11), para FF e para PG, as médias variaram de 3,53 ton/ha⁻¹ (A6) a 8,85 ton/ha⁻¹ (A10). Banziger et al. (2000) verificaram que, para que os ambientes de avaliação de híbridos de milho sejam contrastantes e, portanto, ideais para este tipo de pesquisa, a redução na PG deve ser de 40%, corroborando com os resultados observados nesse trabalho.

Para FM, o híbrido G54 foi o que apresentou maior estabilidade (**Figura 1**). Nos ambientes A3, A4, A10 e A11 foi onde apresentou a maior concentração dos melhores híbridos identificados. Os híbridos G41 e G42 apresentaram boa adaptabilidade aos ambientes A1, A2, A8 e A9.

Observou-se que houve um agrupamento dos ambientes A6 e A13. Uma observação importante para essa característica é que, ao considerar o agrupamento de ambientes, ficou evidenciado que houve um comportamento semelhante em função dos anos de avaliação. Por exemplo, os ambientes A6 e A13 dizem respeito ao ano de avaliação 2012 e, nesse sentido, os híbridos apresentaram desempenho similar nos ambientes para esse período.

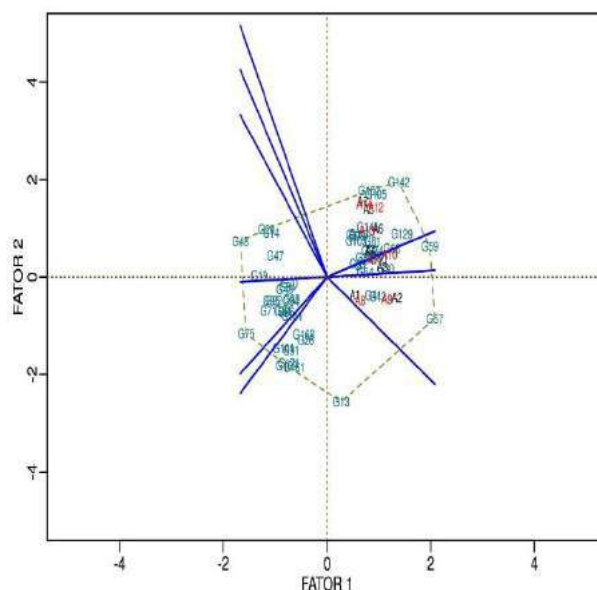


Figura 1. Cargas e escores fatoriais obtidos na análise multiambientes para os ambientes com e sem restrição hídrica com 15% dos híbridos com maiores e menores FM de acordo com o Fator 1.

Para a característica FF, os híbridos G32, G57, G58 e G59 apresentaram maior adaptabilidade nos ambientes A1, A2, A8 e A9. Nos ambientes A6 e 13, os melhores híbridos foram o G135, G153 e G162 (**Figura 2**).

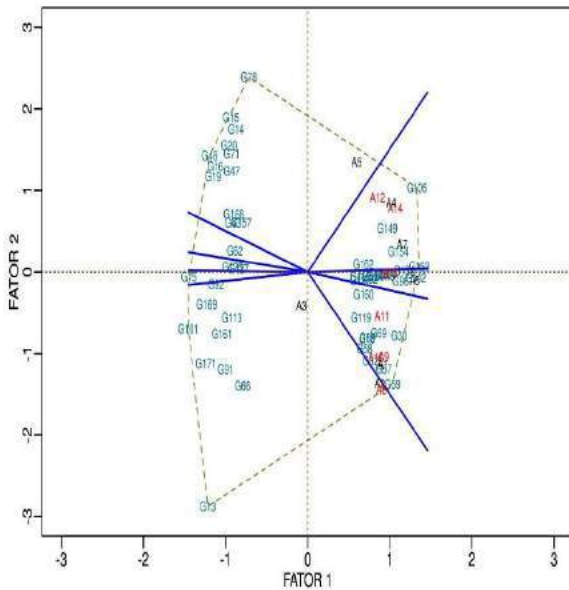


Figura 2. Cargas e escores fatoriais obtidos na análise multiambiental para os ambientes com e sem restrição hídrica para 15% dos híbridos com maiores e menores FF de acordo com o Fator 1.

Para PG, os ambientes que menos contribuíram para a interação GA foram os ambientes A1, A2, A7 e A8 (**Figura 3**). Destes, apenas o A8 pertence ao grupo sem restrição hídrica, indicando que os ambientes com restrição hídrica podem permitir uma avaliação mais fiel do genótipo. No ambiente A4, o híbrido G66 apresentou uma boa PG. Os híbridos G42, G60 e G65 tiveram um bom desempenho nos ambientes A3, A11 e A12.

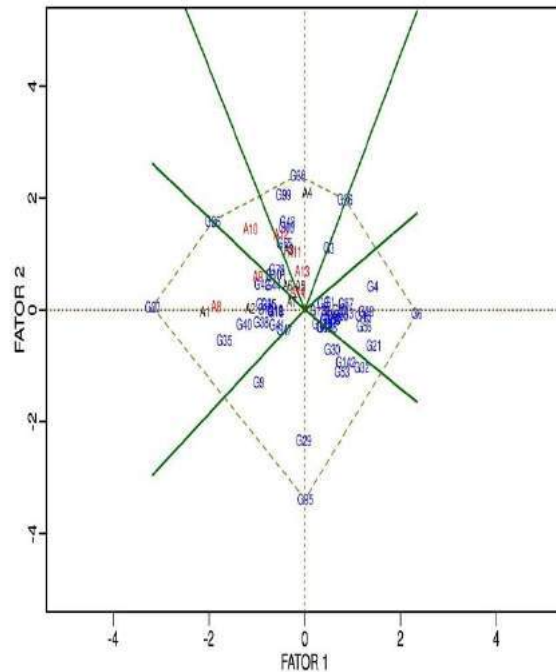


Figura 3. Cargas e escores fatoriais obtidos na análise multiambiental para os ambientes com e sem restrição hídrica para 15% dos híbridos com maiores e menores PG de acordo com o Fator 1.

Para essa característica, tem sido relatado que a interação GE é do tipo complexa, sendo altamente influenciada pelo ambiente (LOPES et al., 2011). Além disso, um alelo associado a um determinado gene ou QTL tem diferentes efeitos dependendo da condição ambiental em que se encontra (CHENU et al., 2009). De maneira geral, houve alteração no ranqueamento dos híbridos nos ambientes com e sem restrição hídrica. A coincidência entre os ambientes foi de 49,12% para os híbridos com maiores PG e de 41,87% para os híbridos com menores PG.

CONCLUSÕES

Os híbridos G1, G18 e G35 são os mais estáveis e apresentam potencial para serem utilizados em ambientes com e sem restrição hídrica.

Os modelos FA são úteis para avaliação de híbridos avaliados ao longo de vários anos, pois permitem selecionar os melhores híbridos com adaptabilidade e estabilidade específica e ampla e relacionar os híbridos aos seus componentes de produção, além de permitir a identificação de mega ambientes.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG, CNPq, e à todos os membros do Grupo do Milho - UFLA.

REFERÊNCIAS

BÄNZIGER, M. et al. **Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice.** México, DF: CIMMYT, 2000. 68 p. 2014.

CHENU, K. et al. Simulating the yield impacts of organ-level quantitative trait loci associated with drought response in maize: a ‘gene-to-phenotype’ modeling approach. **Genetics**, v.183, p.1507-1523. 2009.

FIGUEIREDO, A.G. et al. Application of mixed models for evaluating stability and adaptability of maize using unbalanced data. **Euphytica**, p.1-17, 2014.

LOPES, M. S. et al. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 3135–3153. 2011.

PIEPHO, H.R.; Empirical best linear unbiased prediction in cultivar trials using factor-analytic variance-covariance structures. **Theoretical Applied Genetics**, v.97, p.195–201, 1998.

SMITH, A.B.; CULLIS, B.R.; GILMOUR, A. The analysis of crop variety evaluation data in Australia. **Australian & New Zealand Journal of Statistics**, v. 43, p.129–145, 2001.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Avaliação de híbridos de milho na Região Sul do Brasil, na safra 2015/2016.

Karoline Maria Melara⁽¹⁾; Jane Rodrigues de Assis Machado⁽²⁾; Grazielle Ferreira Posser⁽¹⁾; Marcos Caraffa⁽³⁾; Cinei Terezinha Riffel⁽³⁾; Walter Fernandes Meireles⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante: Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária: Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul; Bolsista Embrapa Trigo; karolmelara@hotmail.com.br; ⁽²⁾ Pesquisadora: Embrapa Milho e Sorgo: Passo Fundo, RS; ⁽³⁾ Professor –pesquisador: Sociedade Educacional de Três de Maio (SETREM), Três de Maio, RS; ⁽⁴⁾ Pesquisador: Embrapa Milho e Sorgo, Londrina, PR.

RESUMO: O milho (*Zea mays*) é um cereal importante economicamente, sendo insumo para a produção de vários produtos agroindustriais. O objetivo foi avaliar híbridos de milho para região subtropical na safra 2015/16 em quatro diferentes locais. Os ensaios foram conduzidos em Passo Fundo (RS), Vacaria (RS), Londrina (PR) e Três de Maio (RS) em delineamento látice 5X5 com duas repetições, contendo 25 híbridos em cada local, sendo cinco testemunhas e 20 híbridos experimentais. As parcelas foram constituídas por duas linhas de cinco metros e espaçamento de 0,80 m entre linhas. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) pelo teste F para todas as fontes de variação (híbridos, locais e interação híbrido x local). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, em que o híbrido 1K1301 apresentou a melhor média, porém não diferindo dos híbridos 1M1754, Status Vip Tera, 1K1294, 1L1477, 1M1757, 1L1487, AG 9045 PRO2 e 1M1631 e o híbrido 1N1859 apresentou a menor média de produtividade de grãos, não diferindo do híbrido 1M1515. Dentre os nove híbridos mais produtivos setes são híbridos experimentais, esses híbridos serão avaliados por mais dois anos em maior número de locais da região subtropical.

Termos de indexação: *Zea mays*, melhoramento de milho, IGE.

O milho (*Zea mays*) é um cereal importante economicamente, sendo insumo para a produção de vários produtos agroindustriais, em que, cerca de 70% da produção nacional de milho é consumida na indústria de ração para aves e suínos. Por isso, desempenha importante papel na economia brasileira.

A produção brasileira de milho de primeira safra em 2015/16 foi de cerca de 27 milhões de toneladas. Considerando a Região Sul brasileira, o Rio Grande do Sul produziu em torno de 6 milhões de toneladas com produtividade média de 7,5 t ha⁻¹ (Conab, 2016).

Para obter híbridos mais produtivos os programas de melhoramento buscam aumentar variabilidade genética e reduzir a influência do ambiente na expressão de seu potencial produtivo, sendo assim, os híbridos com bom desempenho são avaliados por vários anos em vários locais que sejam representativos da região em que serão cultivados.

A importância de avaliar híbridos em diferentes locais se dá pela possibilidade de estimar a magnitude da interação genótipo x local, que pode afetar o desempenho do híbrido quando submetido a condições ambientais diferentes (Machado et al., 2011).

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de híbridos de milho em quatro locais na Região Sul do Brasil, na safra de 2015/16.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em quatro locais que representam diferentes condições edafoclimáticas da região Sul, sendo eles: Passo

INTRODUÇÃO

Fundo, RS (PF), Vacaria, RS (VC), Londrina, PR (LD) e Três de Maio, RS (TM) e semeados respectivamente, em 23 de setembro, 10 de novembro, 13 de dezembro e 29 de outubro de 2015. Nos meses de março (PF e TM) e maio (VC e LD) aconteceram as colheitas.

Foram avaliados 25 híbridos do ensaio elite sul safra 2015/16, oriundos do programa de melhoramento de milho da Embrapa para a região subtropical, contendo 20 híbridos experimentais e cinco testemunhas.

O delineamento experimental foi Látice 5x5 com duas repetições e parcelas de duas linhas de cinco metros e espaçamento de 0,80m entre linhas, mantendo população de aproximadamente 65.000 plantas ha⁻¹. As adubações de semeadura e cobertura seguiram as indicações para a cultura, de acordo com as análises de solo (Fepagro e Emater, 2011) e o controle químico de pragas realizado quando necessário.

A característica avaliada foi produtividade de grãos t ha⁻¹, com umidade corrigida para 13%.

Para estimar a interação híbrido x local realizou-se análise de variância individual por local e a análise conjunta dos locais. As médias, dos locais, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para obtenção das análises utilizou-se o aplicativo computacional GENES (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta (**Tabela 1**) demonstrou diferença significativa entre híbridos, locais e interação local x híbrido ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Indicando que há variabilidade entre os híbridos avaliados, mas que existe também a influência da interação híbrido x local.

Os coeficientes de variação por local variaram de 11,2 % a 23,2 % sendo este último encontrado em Três de Maio, onde as condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura, nesta safra, foram muito diferentes, com elevada pluviosidade e baixa radiação solar, o que pode ter interferido no ensaio e propiciado esse valor mais elevado para o coeficiente de variação.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância conjunta, média geral e coeficiente de variação para a característica produtividade de grãos, safra 2015/16.

FV	GL	QM
Híbridos	24	36440417 **
Locais	3	413083743 **

Híbrido x Local	72	3732975 **
Resíduo	64	1127358
Média Geral (t.ha ⁻¹)	6,82	
CV (%)	15,57	

** significativo ao nível de 1 % pelo teste de F.

As médias dos híbridos dos quatro locais variaram de 9,94 t ha⁻¹ a 5,89 t ha⁻¹, em que o híbrido experimental (EXP) 1K1301, apresentou maior média, não diferindo dos híbridos 1M1754 (EXP), Status Vip Tera (TEST), 1K1294 (EXP), 1L1477 (EXP), 1M1757 (EXP), 1L1487 (EXP), AG 9045 PRO2 (TEST) e 1M1631 (EXP). O híbrido 1N1859 (EXP) apresentou a menor média de produtividade de grãos na colheita, não diferindo significativamente do híbrido 1M1515 (**Tabela 2**).

As avaliações de híbridos em vários locais por vários anos são de fundamental importância para estimar a magnitude da interação genótipo x ambiente e a partir dessa estimativa identificar híbridos que apresentam maior adaptação específica e os de adaptação geral, possibilitando uma recomendação mais segura (Machado et al., 2002).

Tabela 2 – Médias de quatro locais da região subtropical para a característica peso de grãos (t ha⁻¹) na safra 2015/16.

Híbridos	Peso de Grãos (t ha ⁻¹)	
1K1301	9,94	a
1M1754	9,65	ab
Status VipTera	9,00	abc
1K1294	8,97	abc
1L1477	8,92	abc
1M1757	8,85	abcd
1L1487	8,71	abcde
AG 9045 PRO2	8,10	abcdef
1M1631	7,92	abcdefg
P30F53HY	7,70	bcdefg
1M1642	7,58	cdefg
1M1595	7,26	cdefgh
1M1636	6,83	defghi
P 2530H	6,80	efghi
P1630 H	6,79	efghi
2N1864	6,71	efghi
1N1846	6,18	fghij
2N1866	5,89	ghijk

1M1582	5,41	hijk
1N1854	5,30	hijk
1N1844	4,96	ijkl
1N1849	4,44	jkl
1N1839	3,94	kl
1M1515	3,00	lm
1N1859	1,51	m

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Dentre os nove híbridos com maior produtividade de grãos, sete são experimentais.

Os híbridos com maior potencial produtivo serão avaliados por mais dois anos e em maior número de locais que represente a região subtropical.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pela concessão do estágio, ao CNPq, ao SETREM pela parceria.

REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016 Disponível em <<http://WWW.conab.gov.br/conteúdos.php?a=1253&>> Acesso em 05 de junho de 2016.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa: UFV, 2006.382p.

FEPAGRO., EMATER-ASCAR. **Indicações técnicas do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2011/12 e 2012/13**. Porto Alegre, 2011.140p.

MACHADO, J. R. de A.; GUIMARAES, P. E. O.; GUIMARAES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; SILVA, A. R. da; MEIRELLES, W. F.; EMYGDIO, B. M. Comportamento de Híbridos de Milho no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS - Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. 6., 2011, **Anais...** Búzios: SBMP,2011. CD_ROM.

MACHADO, J.R. de A. PENNA, J.C.V.; FALLIERE, J.; SANTOS, P.G.; LANZA, M.A, Stability and adaptability of seed cotton yields of upland cotton genotypes in the state of Minas Gerais, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n.3, p. 401-410, 2002.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação de Progênes de Meios-Irmãos do Primeiro Ciclo de Seleção Recorrente Intrapopulacional em Milho.

Mayara Cardoso do Prado⁽¹⁾; Ramon Vinícius de Almeida⁽²⁾; Jeferson Carlos de Oliveira⁽³⁾.

⁽¹⁾Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberaba; Uberaba, MG; mayaraprado1995@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberaba; ⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberaba;

RESUMO: O milho é um dos principais cereais comercializados no mundo, devido a sua ampla utilização. Uma das formas de se aumentar a produtividade é o uso de cultivares melhoradas. Dentre os métodos de melhoramento de populações alógamas, destaca-se a seleção recorrente de progênes de meios-irmãos. Portanto, o objetivo foi avaliar o primeiro ciclo de seleção recorrente intrapopulacional de progênes de meios-irmãos do programa de melhoramento que se inicia no Instituto Federal do Triângulo Mineiro. O experimento foi conduzido em Uberaba. Em agosto de 2015 foram obtidas 36 famílias de meios-irmãos, a partir da polinização cruzada de dez cultivares. Em dezembro de 2015 foram dispostas estas famílias em delineamento blocos casualizados, em três blocos, sendo cada um composto por 36 parcelas. Avaliou-se altura de planta e espiga, massa de 100 grãos, massa da espiga despalhada e produtividade. O programa usado para análises dos dados foi o GENES. Após as análises preliminares, foram selecionados 11 progênes de meios-irmãos, para estimar o ganho genético direto predito. Detectou-se diferenças significativas, pelo teste F à 1% de probabilidade, em todas as características mensuradas, evidenciando a existência de variabilidade genética. Todos os coeficientes de variação (CV%) permaneceram abaixo de 17%. A massa da espiga despalhada apresentou maior herdabilidade do que produtividade, que pode ser explicado pelas condições ambientais. Com relação aos ganhos diretos preditos, verificou-se que a produtividade obteve a maior magnitude. As estimativas de CVg/CVe foram em geral altas, indicando suficiente variabilidade genética para os caracteres agrônômicos avaliados, com destaque para massa de espiga despalhada.

Termos de indexação: genética quantitativa, melhoramento genético, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais comercializados no mundo, devido a sua ampla utilização. Uma das formas de se aumentar a produtividade é o uso de cultivares melhoradas. Dentre os métodos de melhoramento de populações alógamas, destaca-se a seleção recorrente de progênes de meios-irmãos.

Louis de Vilmorin, na França, em 1840, foi o primeiro a utilizar, com sucesso, progênes de meios-irmãos para aumentar o conteúdo de açúcar nas beterrabas. Dudley et al. (1974), relatam progressos expressivos obtidos, desde 1896, com relação ao conteúdo de óleo e de proteína no milho.

Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos é o método de melhoramento intrapopulacional mais utilizado para a cultura do milho, em razão de sua simplicidade e eficiência (Matta & Vianna, 2003) e, também pela possibilidade da realização de um ciclo de seleção por ano, nos casos em que a seleção é efetuada apenas para um sexo.

Um ciclo de seleção recorrente entre famílias de meios-irmãos é constituído de quatro etapas (Araújo & Paterniani, 1999). A primeira consta da obtenção das famílias de meios-irmãos que constituirão a unidade de seleção e a unidade de recombinação. A segunda etapa corresponde à avaliação das famílias a partir de testes experimentais, com as devidas repetições dos tratamentos. A terceira etapa compreende a seleção das melhores famílias para as características de interesse. A quarta e última etapa corresponde à recombinação das famílias selecionadas, para terminar o ciclo de seleção.

A seleção recorrente intrapopulacional é amplamente utilizada no melhoramento de populações de polinização aberta de milho (Carvalho et al., 2003a; Carvalho et al., 2003b;

Cepeda et al., 2000; Machado & Fernandes, 2001; Matta & Viana, 2003; Souza Jr & Miranda Filho, 1989).

Diante do exposto, o objetivo foi avaliar o primeiro ciclo de seleção recorrente de progênies de meios-irmãos do programa de melhoramento que se inicia no Instituto Federal do Triângulo Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro *Campus* – Uberaba. O clima do local, segundo Koppen, é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 21°C, respectivamente.

Em agosto de 2015, foram obtidas 36 famílias de meios-irmãos de um composto sintetizado a partir do intercruzamento das cultivares DOW 2B710; RB 9108; DOW 2A106; BR 206; RB 9210; BRS 1060; PL 1315; DOW 2B707; Bx 1280 e 30A68. Em dezembro de 2015, foram semeadas estas famílias. O delineamento foi em blocos casualizados, com três blocos, sendo cada um constituído por 36 parcelas. Cada família foi semeada numa linha de 10 m, empregando-se a densidade de 62.500 plantas/ha. O modelo estatístico para esta análise foi: $Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + e_{ij}$ onde Y_{ij} - valor da variável resposta do tratamento i na repetição j ; μ - média geral; t_i - efeito tratamento i ; B_j - efeito do bloco j ; e e_{ij} - erro da parcela ij .

Foi realizada a adubação de plantio com NPK (4-20-16) em 51 g/m. Com 30 dias do plantio, foi realizada a adubação de cobertura, aplicando 15 g/m de ureia. Os demais tratamentos culturais foram aqueles recomendados para a cultura.

Avaliou-se: altura da planta (AP), altura de espiga (AE), massa de 100 grãos (MCG), massa de espiga despilhada (MED) e produtividade de grãos (PROD), corrigida em 13% de umidade. Utilizou-se a seguinte fórmula para a correção da umidade: $P_{13\%} = P_c (1 - U)/0,87$ onde $P_{13\%}$ - peso corrigido para 13% de umidade; P_c - peso de campo observado do caráter por parcela; e U - umidade dos grãos observada em cada parcela, expressa em decimais.

Inicialmente, realizou-se a análise de variância para as características supracitadas. A partir dos quadrados médios foram realizadas as estimativas dos parâmetros genéticos segundo Cruz et al. (2004). Após estas análises, foram selecionadas 11 progênies de meios-irmãos, o que equivale a uma intensidade de seleção de 30%, para estimar o ganho direto predito que foi estimado por: $GS = (X_s - X_o)h^2 = DS h^2$ em que X_s - média das famílias

selecionadas para a característica; X_o - média da população original; DS - diferencial de seleção praticado na população; e h^2 - é a herdabilidade da característica, em nível de família de meios-irmãos.

O programa utilizado para as análises foi o Genética e Estatística – GENES (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram diferenças significativas, pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade, entre as famílias para todas as características analisadas (**Tabela 1**). Evidenciando a existência de uma variabilidade genética que pode ser explorada. Todos os coeficientes de variação (CV%) permaneceram abaixo de 17%, e segundo Gomes (1990), é um indicativo de que o experimento obteve uma boa precisão. Resultados semelhantes são encontrados em outros trabalhos (Reis, 2009; Scapim et al., 1995; Souza Sobrinho et al., 2002).

O conhecimento das estimativas das variâncias, podem gerar informações de grande valia na predição de ganhos e para alterações na estrutura genética das populações. Verificou-se que a característica MED apresentou a maior herdabilidade e a menor foi a PROD (**Tabela 2**). As magnitudes de herdabilidade obtidas para MED neste experimento são superiores aos encontrados por Raposo & Ramalho (2004). Possivelmente, uma explicação seja que a população base deste experimento tenha uma variabilidade genética maior, uma vez que o composto original foi obtido pelo intercruzamento de dez cultivares comerciais. Quanto a PROD apresentar um menor valor de herdabilidade, já era esperado uma vez que se trata de um caráter quantitativo, altamente influenciado pelas condições ambientais. A herdabilidade tem função primordial por predizer o valor genotípico com base na informação fenotípica (Falconer, 1987). Assim, pode-se saber se as diferenças detectadas são de natureza genética e se a seleção proporcionará ganhos no programa de melhoramento.

Com relação aos ganhos diretos preditos, verificou-se que a PROD atingiu o maior valor e a MCG o menor. Apesar da herdabilidade ter sido superior para MCG, a amplitude e a variação dos dados foram maiores em PROD, apresentando as famílias mais responsivas, valores discrepantes em relação à média original.

A relação CVg/CVe, proposto por Vencovsky (1978), dá a proporção da variância genética em relação ao erro residual, não havendo influência da média populacional. As estimativas deste índice foram em geral altas, indicando suficiente

variabilidade genética para os caracteres agronômicos avaliados, com destaque para MED.

CONCLUSÕES

A população de milho avaliada apresenta um elevado potencial para a obtenção de progênies superiores.

Espera-se ganhos genéticos significativos, em produtividade, para a próxima geração.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao CNPq e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-IFTM, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P.M.; PATERNIANI, E. **Aspectos Gerais de Plantas Alógamas**. In: Melhoramento genético de plantas. Londrina: ed. UEL, p.820. 1999.

CARVALHO, H.W.L.; LEAL, M.L.S.; SANTOS, M.X.; SOUZA, E.M. Estimativas de parâmetros genéticos da variedade BR 5028-São Francisco no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.8, p.929 -935, 2003b.

CARVALHO, H.W.L.; SANTOS, M.X.; LEAL, M.L.S.; SOUZA, E.M. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho CPATC-3 em dois locais de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.73 -78, 2003a.

CEPEDA, M.C.; SOUZA JR, C.L.; PANDEY, S.; LEON, L.N. Efeitos gênicos e oscilação genética associados à seleção recorrente intrapopulacional na população de milho SA3. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.8, p.1585 -1593, 2000.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; R; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S.; . **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento**. v. 1. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.S.; ALEXANDER, D. E. **Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize kernel**. In Seventy Generations of Selection for Oil and Protein in Maize. Dudley, J. W. (ed.), Madison, WI: Crop Science Society of Americana, p.181, 1972.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 279 p.

MACHADO, A.T.; FERNANDES, M.S. Participatory maize breeding for low nitrogen tolerance. **Euphytica**, v.122, p.567-573, 2001.

MATTA, F.P. & VIANNA, J.M.S. **Eficiências relativas dos processos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos em população de milho-pipoca**. Ciência Agrotecnologia, Lavras. v.27, n.3, p.548-556, 2003.

RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P. Componentes de variância genética de populações derivadas de híbridos simples de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 402-413, set./dez. 2004.

REIS, M. C. Progresso genético com a seleção recorrente recíproca para híbridos interpopulacionais de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1667-1672, dez. 2009.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, maio 1995.

SOUZA JR, C.L.; MIRANDA FILHO, J.B. Genetic variability in two maize (*Zea mays* L.) populations and its relationship with intra – and interpopulation recurrent selection. **Rev. Brasil. Genet.**, n.12, p.271–285, 1989.

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 70-76, jan./abr. 2002.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1978. cap. 5, p.122-201.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das progênes de meios-irmãos de milho quanto a: AP – altura de planta (m); AE – altura de espiga (m); MCG – massa de cem grãos (g); MED - massa de espiga despalhada (g); e PROD – produtividade (Kg ha⁻¹).

FV	GL	Quadrados Médios				
		AP	AE	MCG	MED	PROD
Blocos	2	0.0594	0.0190	6.9063	6104.5311	5164570.6339
Famílias	35	0.0510 **	0.0449 **	13.7799 **	1801.7111 **	1286265.7045 **
Resíduo	70	0.0116	0.0045	2.3699	167.0570	358885.6179
Média		1,75	0,98	32,23	176,05	3555,91
CV(%)		6,13	6,85	4,78	7,34	16,85

Tabela 2 – Estimativas da variância genotípica ($\hat{\sigma}_G^2$), variância ambiental ($\hat{\sigma}_A^2$), herdabilidade ($h_{9\%}^2$), ganho de seleção (GS%), coeficiente de variação genotípica (CVg%) e índice de variação (CVg/CVe) para as características: AP – altura de planta (m); AE – altura de espiga (m); MCG – massa de cem grãos (g); MED - massa de espiga despalhada (g); e PROD – produtividade (Kg ha⁻¹).

Parâmetros	Caracteres				
	AP	AE	MCG	MED	PROD
$\hat{\sigma}_G^2$	0,0131	0,0135	3,8033	544,8847	309126,7
$\hat{\sigma}_A^2$	0,0116	0,0045	2,3699	167,057	358885,6
$h_{9\%}^2$	77,27	89,98	82,8	90,73	72,1
GS%	6,20	11,28	6,14	15,49	16,01
CVg%	6,53	11,85	6,05	13,26	15,64
CVg/CVe	1,06	1,73	1,27	1,81	0,93

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho na Região Nordeste do Brasil.

Ivenio Rubens de Oliveira⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos Carvalho⁽²⁾; Milton José Cardoso⁽³⁾; José Nildo Tabosa⁽⁴⁾; Leonardo Melo Pereira da Rocha⁽⁵⁾; Francisco Mércles de Brito Ferreira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; ivenio.rubens@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Meio-Norte; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Instituto Agrônômico de Pernambuco; ⁽⁵⁾ Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Técnico; Secretaria de Agricultura do Estado de Alagoas.

RESUMO: Uma boa cultivar deve ser produtiva e estável em uma série de ambientes de sua área de adaptação. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de milho na Região Nordeste do Brasil. A Rede I de plantio de milho no Nordeste brasileiro foi implantada, com 29 híbridos, em 15 ambientes. Foram avaliadas as alturas de planta e de inserção da primeira espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos. Ocorreram diferenças entre as cultivares avaliadas e os ambientes, bem como mudanças no desempenho dessas cultivares, nos ambientes avaliados. As médias de alturas de planta e de inserção da primeira espiga foram, respectivamente, de 222 cm e 115 cm, destacando-se com menores alturas de planta os híbridos 30A37 PW, BALU 188, XB 8010, SHS 5560 e BR 206. Os híbridos BALU 188, 30A37 PW, 2B810 PW e CR109 apresentaram menor altura de inserção de espiga. Menores alturas de planta e inserção da espiga conferem maior tolerância ao acamamento e permitem o plantio de um maior número de plantas por área. A produtividade, na média dos ambientes, variou de 8.190 a 11.572 kg/ha. As cultivares com médias de rendimentos de grãos superiores à média geral, de 10.053 kg/ha, denotam melhor adaptação. Destacaram-se os híbridos NS90 PRO2, 30A91 PW, NS92 PRO, 2B604 PW, BM650 PRO2 e 2B810 PW, sendo que esse último apresentou alturas de planta e de espiga favoráveis. Estes podem ser indicados para exploração comercial do milho Nordeste brasileiro.

Termos de indexação: *Zea mays*, adaptação, ambientes.

INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil, apesar de sua paisagem diversa, tem demonstrado potencial para se tornar grande produtora de grãos (Carvalho et al., 2011). Prova disso, é o que hoje ocorre nas regiões dos Tabuleiros Costeiros, do Agreste e da transição Agreste/Sertão, inseridos no Estado de Sergipe e na Região Nordeste do estado da Bahia, que experimentaram uma verdadeira “revolução” na cultura do milho, a partir do ano agrícola de 2005, em que a produtividade média passou de cerca de 1.500 kg/ha para 4.500 kg/ha (IBGE, 2016). Alguns municípios como Paripiranga, BA, Simão Dias, Pinhão, Frei Paulo e Carira, SE, têm registrados patamares de produtividade média em torno de 6.000 kg/ha (IBGE, 2016). Nesses municípios, tem-se observado, no âmbito de algumas propriedades rurais, produtividades entre 10.000 e 12.000 kg/ha, equiparando aos altos níveis em áreas tradicionais de cultivo de milho no Brasil. Esses resultados positivos foram fundamentados em trabalhos de pesquisa e de transferência de tecnologia realizados nesse período pela Embrapa, coordenados pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Milho e Sorgo, em parceria com a recém-extinta Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (Emdagro).

Se forem consideradas as características edafoclimáticas das ecorregiões citadas, acredita-se que os resultados que permitiram relevante aumento da produtividade do milho em Sergipe e no Nordeste baiano, possam se estender para Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, com expectativa de melhorias substanciais de rendimento nos sistemas de produção de milho

praticados nesses estados. Ressalta-se que as produtividades médias registradas nos estados do Piauí e do Maranhão têm ultrapassado 2.000 kg/ha (Cardoso et al., 2012), em razão dos altos rendimentos registrados em áreas de cerrados, localizadas no sudoeste piauiense e no Sul do Maranhão. Nesses estados, o milho e a soja se destacam como as mais importantes culturas de grãos, tendo como prioridade, num primeiro momento, atender ao mercado regional (Carvalho et al., 2011). Ao mesmo tempo, esse destaque também permite que os agricultores da região possam conquistar outros mercados, dentro e fora da Região Nordeste do Brasil.

Neste contexto, a obtenção de cultivares mais produtivas, com características agrônomicas desejáveis, consistentemente superiores e responsivas às variações ambientais, figura como principal objetivo nos programas de melhoramento. Infere-se, portanto, que uma boa cultivar deve ser altamente produtiva e apresentar comportamento estável em uma série de ambientes de sua área de adaptação. Por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de cultivares de milho em diferentes locais na Região Nordeste do Brasil, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

A denominada Rede I de plantio de milho no Nordeste brasileiro foi composta por 29 cultivares convencionais e transgênicas distribuídas entre híbridos simples, triplos e duplos (Tabela 1). Os ensaios foram instalados em 15 ambientes contemplando os seguintes municípios: Brejo, Mata Roma e São Raimundo das Mangabeiras (dois ambientes), no Maranhão; Teresina, no Piauí (três ambientes); Itapirema em Pernambuco; Arapiraca, em Alagoas; Nossa Senhora das Dores (dois ambientes), Frei Paulo, Carira e Umbaúba em Sergipe; e, Paripiranga, na Bahia no ano de 2014. Na Tabela 2 estão os tipos de solo e as coordenadas de localização geográfica dos locais, que variaram entre as latitudes 3°41', em Brejo, MA, e 12°22', em Umbaúba, SE. Em alguns dos locais, em decorrência de problemas na germinação das sementes de alguns materiais registrou-se um número diferente de genótipos em avaliação. Os dados pluviométricos registrados no período de

execução dos experimentos foram registrados como consta na Tabela 3 e variaram de 479 mm em Carira, SE, transição entre agreste e sertão, até 1231 mm em Teresina, PI.

O planejamento experimental permitiu o plantio e condução de todos os genótipos, em todas as localidades. Contudo, em razão de falhas na

Tabela 1. Características agrônomicas das cultivares de milho avaliadas na Rede I de ensaios na Região Nordeste do Brasil, 2014.

Cultivares	Tipo ²	Ciclo ³	Cor Grão ⁴	Textura Grão ⁵	Empresa
BALU188	HT	P	AL	SMDU	Balu
BALU280 PRO	HS	P	AL	DURO	Balu
BALU480 PRO	HS	P	AL	SMDU	Balu
BALU761	HD	P	AL	DURO	Balu
BM650 PRO2	HS	SP	AM	SMDU	Biomatrix
BM709 PRO2	HS	P	AM	SMDE	Biomatrix
BM820	H	P	AL	DURO	Biomatrix
CR109	HSM	P	AM/AL	SMDU	Criagene
2B587 PW	HS	P	AM/AL	SMDE	Dow Agro
2B604 PW	HSM	P	AL	SMDU	Dow Agro
2B610 PW	HS	P	AM/AL	SMDE	Dow Agro
2B810 PW	HS	P	AL	SMDU	Dow Agro
DB2B339 HX	HT	P	AM/AL	SMDE	Dow Agro
BR206	HD	P	AM/AL	SMDE	Embrapa
BRS 2022	HD	P	AL	SMDE	Embrapa
2M70	HS	P	AL	SMDU	J Men
2M77	HS	P	AL	SMDU	J Men
3M51	HT	P	AL	DURO	J Men
LG6030 PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Limagrín
30A37 PW	HS	P	AM/AL	SMDU	Morgan
30A91 PW	HSM	P	AM/AL	SMDU	Morgan
NS50 PRO	HS	SP	LR	SMDU	Nidera
NS90 PRO2	HS	P	LR	SMDU	Nidera
NS92 PRO	HS	P	LR	SMDU	Nidera
SHS5560	HT	P	LR	DURO	Santa Helena
XB8010	HD	P	LR	DURO	Semeali
XB8030	HD	P	AL	DURO	Semeali
22D11	HD	SP	AL	SMDU	Sempre
SEMPREX100	HS	P	AL	SMDU	Sempre

¹HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo, HS = híbrido simples, HSM = híbrido simples modificado; ²P = precoce, SP = super precoce; ³AL = alaranjado, AM = amarelado, LR = laranja; ⁴DENT = dentado, DURO = duro, SMDE = semidentado, SMDU = semiduro

germinação das sementes de alguns híbridos, houve redução no número de tratamentos em algumas localidades. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m e com 0,20 m entre plantas, dentro das

fileiras. As duas fileiras centrais foram colhidas para determinação da produtividade. As adubações realizadas seguiram as orientações dos resultados das análises de solo em cada área experimental. Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta (m), altura de inserção da primeira espiga (m), estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos (kg/ha).

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada ambiente e a análise conjunta para todos os ambientes, considerando-se fixo o efeito de tratamentos e os demais como aleatórios. A comparação das médias de tratamentos foi realizada pelo teste de Skott-Knott (5%).

Tabela 2. Coordenadas e tipo de solo das áreas experimentais nas quais foi instalada a Rede I de plantio de milho no Nordeste brasileiro, 2014.

Local	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Tipo de solo*
Brejo	03°41'	42°55'	104	Argissolo Amarelo
Mata Roma	03°42'	43°11'	127	Latossolo Amarelo
Teresina1	05°02'	42°47'	69	Argissolo Amarelo
Teresina2,3	05°02'	42°47'	80	Neossolo Flúvico
S. Raimundo Mangabeiras1	06°49'	45°24'	515	Argissolo Amarelo
S. Raimundo Mangabeiras2	07°32'	45°46'	501	Argissolo Amarelo
Itapirena	07°34'	35°00'	14	Argissolo Distrófico
Arapiraca	09°08'	36°09'	241	Cambissolo
Paripiranga	10°14'	37°51'	430	Cambissolo Eutrófico
Carira	10°21'	37°42'	351	Argissolo Eutrófico
N. Senhora das Dores1,2	10°30'	37°13'	200	Latossolo Distrófico
Frei Paulo	10°51'	37°53'	272	Cambissolo Eutrófico
Umbaúba	12°22'	37°40'	109	Argissolo Distrófico

*SANTOS, *et. al.*(2013)

Tabela 3: Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período de condução da Rede I de plantio de milho no Nordeste brasileiro, 2014.

Município	Período	Total (mm)
Brejo*	-	-
S. R. Mangabeiras1	**Dez/2013 a Mar/2014	718
S. R. Mangabeiras2	**Dez/2013 a Mar/2014	657
Teresina3	**Jan/2014 a Abr/2014	1231

Teresina2	**Fev/2014 a Mai/2014	1032
Mata Roma	**Fev/2014 a Mai/2014	755
Teresina1	**Mar/2014 a Jun/2014	825
Itapirena	**Mai/2014 a Ago/2014	817
Arapiraca	**Mai/2014 a Ago/2014	589
Paripiranga	**Mai/2014 a Ago/2014	665
Carira	**Mai/2014 a Ago/2014	479
Frei Paulo	**Mai/2014 a Ago/2014	613
N. S. Dores 1,2	**Mai/2014 a Ago/2014	670
Umbaúba	**Mai/2014 a Ago/2014	997

*Fora do período ou dado não registrado. **Mês de plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão os resultados das análises de variância conjuntas, referentes a Rede I, observando-se diferenças entre as cultivares avaliadas e os ambientes, bem como mudanças no desempenho dessas cultivares, nos diversos ambientes avaliados. As médias de alturas de planta e de inserção da primeira espiga foram, respectivamente, de 222 cm e 115 cm, destacando-se com menores alturas de planta os híbridos 30 A 37 PW (205 cm), BALU 188 (207 cm), XB 8010 (210 cm), SHS 5560 (211 cm) e BR 206 (212 cm). As cultivares de maior porte de planta foram 2 M 70 (239 cm), BM 650 PRO2 (237 cm), BALU 480 PRO (236 cm), e 22 D 11 (231 cm). Apresentaram menor altura de inserção de espiga os híbridos BALU 188 (101 cm), 30 A 37 PW (105 cm), 2 B 810 PW (106 cm) e CR 109 (106 cm). Com maior altura de inserção de espiga destacaram-se os híbridos BM 650 PRO2 (125 cm), LG 6030 PRO (125 cm) e BM 709 PRO2 (123 cm). Ressalta-se que o menor porte da planta e uma menor altura de inserção da espiga, além de conferirem maior tolerância ao acamamento das plantas, permite o plantio de um maior número de plantas por unidade de área. A média do estande de colheita foi de 44 plantas/parcela, correspondendo a uma população de 62.857 plantas/ha, registrando-se uma redução de 8.572 plantas/ha, em relação ao estande proposto (71.500 plantas/ha).

A produtividade das cultivares, na média dos ambientes, variou de 8.190 kg/ha (SEMPE XB 100) a 11.572 kg/ha (NS 90 PRO2), com média geral de 10.053 kg/ha, denotando o alto potencial para a produtividade do conjunto avaliado (Tabela 4). As cultivares com médias de rendimentos de grãos superiores à média geral são as que denotam

melhor adaptação (Vencovsky e Barriga, 1992). Neste aspecto, considerando os resultados em todos os ambientes avaliados, destacaram-se os híbridos NS 90 PRO2, 30 A 91 PW, NS 92 PRO, 2 B 604 PW, BM 650 PRO2 e 2 B 810 PW, sendo que essa última ainda apresentou características favoráveis de altura de planta e inserção de espiga (Tabela 4). Estas cultivares devem ser indicadas para exploração comercial do milho nos sistemas de produção vigentes no Nordeste brasileiro.

Tabela 4. Médias e resumos das análises de variância conjuntas para as características: altura da planta, altura da espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos. Rede I de ensaios de milho na Região Nordeste do Brasil, 2014.

Híbridos	Altura planta (cm)	Altura espiga (cm)	Estande (nº)	Espiga (nº)	Rend. (Kg/ha)
NS90PRO2	224 b	120 b	46 a	47 a	11572 a
30A91PW	223 b	112 c	45 a	46 a	11426 a
NS92PRO	226 b	120 b	42 b	42 d	11224 a
2B604PW	221 b	109 c	44 a	45 a	11101 a
BM650PRO2	237 a	125 a	46 a	46 a	11010 a
2B810PW	219 b	106 d	44 a	43 c	10882 a
2B587PW	221 b	115 b	44 a	44 b	10725 b
BALU480PRO	236 a	119 b	45 a	45 b	10712 b
30A37PW	205 c	105 d	44 a	45 a	10664 b
2B610PW	220 b	119 b	43 a	44 b	10583 b
BM709PRO2	226 b	123 a	44 a	45 b	10524 b
2M77	220 b	110 c	44 a	44 b	10335 b
2M70	239 a	120 b	44 a	44 b	10235 b
BALU280PRO	222 b	116 b	44 a	45 b	10209 b
CR109	218 b	106 d	44 a	44 b	10065 b
LG6030PRO	228 b	125 a	44 a	44 b	9918 c
3M51	224 b	114 b	45 a	43 b	9857 c
SHS5560	211 c	107 d	44 a	43 b	9838 c
2B339HX	221 b	115 b	44 a	44 b	9786 c
BM820	224 b	118 b	43 a	43 c	9770 c
NS50PRO	228 b	117 b	41 b	40 d	9635 c
BALU761	221 b	117 b	44 a	44 b	9618 c
XB8030	218 b	118 b	44 a	43 c	9384 d
BRS2022	218 b	109 c	44 a	43 c	9188 d
XB8010	210 c	109 c	44 a	44 b	9169 d
BALU188	207 c	101 d	42 b	42 d	9006 e
22D11	231 a	119 b	44 a	43 c	8473 f
BR206	212 c	113 c	42 b	42 d	8443 f
SEMPREX100	224 b	118 b	42 b	42 d	8190 f
Média	222	115	44	44	10053
C.V(%)	6,4	9,7	6,5	7,9	11,2
F(Trat.)	9,8**	9,4**	3,9**	5,2**	19,1**
F(Ambiente)	121**	63,5**	143**	69,5**	73,1**
F(Trat.xAmb)	1,3**	1,4**	1,3**	1,2*	2,2**

** , * e ^{ns} Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

CONCLUSÃO

As cultivares NS 90 PRO2, 30 A 91 PW, NS 92 PRO, 2 B 604 PW, BM 650 PRO2 e 2 B 810 PW mostraram-se mais adaptadas e são indicadas para exploração do milho no Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; ROCHA, L. M. P.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PARENTONI, S. N.; OLIVEIRA, I. R. Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 346-353. 2012.
- CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, I. R.; PACHECO, C. A. P.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; FEITOSA, L. F.; MELO, K. E. de O. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, v. 13, n. 1, p. 15-29. 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- SANTOS, H. G. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. (3ª ed. rev. ampl.). Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

Avaliação do efeito de diferentes doses de adubo NPK na seleção de híbridos de milho *Zea mays* L.

Edvaldo Luiz Bizinoto⁽¹⁾; Damião Inácio Clemente⁽²⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽³⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽⁴⁾; Rogério Silva Ferreira⁽⁵⁾; Taline Nunes campos das Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; Itumbiara, Goiás, edlbz@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; ⁽³⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁶⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior.

RESUMO: O milho é altamente exigente em nutrientes, por isso a obtenção de genótipos que utilizem eficientemente os nutrientes é de grande importância, uma vez que os fertilizantes estão entre os itens mais onerosos do sistema. A seleção visa desenvolver e recomendar genótipos que associem elevado potencial para a produtividade a características agronômicas desejáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação na seleção de genótipos de milho. O experimento foi conduzido no município de Itumbiara, Estado de Goiás. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 7 x 4, com quatro repetições, representado por sete híbridos e quatro doses de adubação. Os híbridos testados foram: P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO. Para os quatro níveis da adubação foram consideradas: Dose I – 0,0 Kg ha⁻¹; dose II – 60 Kg ha⁻¹; dose III – 120 Kg ha⁻¹; dose IV - 180 Kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 08-28-16. Pode-se concluir que a adubação influenciou na resposta ao rendimento dos híbridos avaliados. A eficiência na seleção de genótipos de milho pode ser obtida variando níveis de adubação em ensaios experimentais. O híbrido P2830H é responsivo ao incremento de adubação e apresenta rendimentos satisfatórios em menores doses de adubação. O híbrido P3862H apresenta bons rendimentos de grãos em baixas doses de adubação.

Palavras chave: Adubação, genótipos, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

Devido a sua ampla distribuição geográfica e sua ampla base genética o milho (*Zea mays* L.) é uma

espécie que apresenta grande potencial adaptativo para as diversas condições de cultivo, o que justifica o cereal ser o mais cultivado em todo o mundo. No Brasil, é o principal cereal produzido, sendo cultivado em cerca de 15,7 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5,4 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2015).

A ampla variabilidade genética existente no milho tem favorecido o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversificadas condições ambientais, necessitando-se assim, identificar e selecionar quais genótipos tem maior potencial e menos risco de exploração para os sistemas agrícolas, com adequadas práticas de manejo e em locais distintos (Durães, 2006).

A seleção visa desenvolver e recomendar genótipos que associem um elevado potencial para a produtividade e características agronômicas desejáveis, bem como boas condições de adaptabilidade e estabilidade (homeostase), (Borém & Miranda, 2013, p. 26, 145). Deste modo, o sucesso do melhoramento genético no último século se deu a seleção visando tolerância a estresse em vez de buscar isoladamente por maior produtividade potencial (Tollenaar & Lee, 2002).

O bom desempenho produtivo do milho, bem como sua estabilidade, frente a as oscilações climáticas durante os períodos de cultivo está ligado a uma boa condição nutricional das plantas. Os fatores relacionados a disponibilidade de nutrientes pelo solo estão entre os mais importantes, tanto em deficiência quanto em quantidades prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento vegetal (Fritsche-Neto & Borém, 2011, p. 17).

Definir o nível de resposta dos genótipos quanto a disponibilidade do nutriente, pode ser uma importante estratégia na seleção de cultivares eficientes e responsivos aos diversos ambientes de

cultivo. Entretanto, um dos grandes problemas que tem sido enfrentado pelos programas de melhoramento é identificar os níveis adequados de adubação que contribuirão para a melhor discriminação entre os genótipos testados.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação na seleção de genótipos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2015/16, durante os meses de outubro a janeiro, no município de Itumbiara/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 440 m. O município apresenta clima quente e úmido (Soares & Costa, 1994). A precipitação durante o período experimental foi de aproximadamente 464 mm (INMET, 2016).

Área experimental

O experimento foi conduzido em área irrigada por sistema de aspersão. O solo é caracterizado como latossolo vermelho escuro distrófico (oxissolos vermelho escuro) com histórico de plantio direto a mais de dez anos, em sucessão de culturas, sendo milho no verão e *Mucuna cinereum* no inverno. Segundo resultado da análise de solo, os valores nutricionais apresentaram: pH-5,0, 42% argila, 11% silte, 47% areia e 33,0g/dm³ de matéria orgânica (MO). Níveis de potássio (K) adequado e fosforo (P) baixo, sendo 63,0 mg/dm³ e 10,4 mg/dm³, respectivamente, CTC 6,69 e SB 49,25%.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 7 x 4 (sete híbridos comerciais e quatro níveis de adubação), com quatro repetições. Os híbridos testados foram: P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO. Para os quatro níveis de adubação foram considerados: Dose I – 0,0 Kg ha⁻¹; dose II – 60 Kg ha⁻¹; dose III – 120 Kg ha⁻¹; dose IV - 180 Kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 08-28-16.

Amostragem

As parcelas foram constituídas de oito linhas de plantio, espaçadas de 0,75 metros, com uma densidade de cinco plantas por metro linear, perfazendo população de 66.000 plantas ha⁻¹. Para avaliação foram consideradas as quatro linhas centrais como área útil da parcela.

A variável, peso de grãos, em Kg ha⁻¹ foi utilizada para avaliação dos tratamentos. Os índices de seleção (IS) foram estimados a partir da equação proposta por Parentoni et al. (2001):

$$IS = [(Y_{ib} \times Y_{ia}) / (M_b \times M_a) \times (Y_{ib} / M_b)]$$

em que, Y_{ib} – produtividade média do genótipo i, com baixa disponibilidade de adubo; Y_{ia} – produtividade média do genótipo i, com alta disponibilidade de adubo; M_b – média geral de produtividade em baixa disponibilidade de adubo; M_a – média geral de produtividade em alta disponibilidade de adubo.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e as medias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Simon et al., 2012). Para testar a resposta dos híbridos às diferentes doses de NPK, foi realizada análise de regressão. Os dados foram analisados utilizando o software Sisvar 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) (**Tabela 1**), verificou-se que houve diferença significativa para a interação entre as variáveis, híbridos e doses de NPK. A resposta dos híbridos às diferentes doses de NPK foi confirmada pela ANOVA na regressão.

Tabela 1: Resumo da análise de variância (ANOVA) para híbridos (H), doses de adubo (D) e a interação entre os fatores H e D, e ANOVA na regressão linear (*Reg. Lin.*) e regressão quadrática (*Reg. Quad.*) para os sete híbridos, testando as medias de produtividade de grãos, em kg ha⁻¹.

F. variação	Quadrado Médio	
	G.L	Prod. de grãos
Híbridos (F1)	6	37,35 **
Doses (F2)	3	21,11**
Int. F1 x F2	18	1,41**
ANOVA na regressão		
P2830H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	15.38**
P30F53H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	8.46**
P3646H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	15.00**
P3862H (<i>Reg. Qua.</i>)	1	16.44**
P30F35H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	6.05**
P4285H (<i>Reg. Qua.</i>)	1	9.61**
AG7098 (<i>Reg. Qua.</i>)	1	4.37*
Tratamentos	27	11,59**
Blocos	3	0,06 ns
Resíduo	81	0,25

C.V. (%) 4,23

NS = Não significativo pelo teste de (F). * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade.

Os resultados significativos para a interação entre híbridos e doses de NPK, demonstraram a complexidade da seleção de genótipos quanto a eficiência e resposta ao ambiente de cultivo. Segundo Borém & Miranda (2013, p. 131) a interação genótipo ambiente trata da alteração do desempenho de um genótipo em decorrência do cultivo em diferentes ambientes. Deste modo a resposta fenotípica de cada genótipo às variações de ambiente se altera e conseqüentemente reduzem as correlações entre fenótipo e genótipo.

Os resultados apresentados na **tabela 3** demonstram claramente a interação genótipo ambiente atuando sobre o desempenho dos híbridos. Híbridos que apresentam melhor resposta com baixa disponibilidade de nutrientes nem sempre apresentam resposta satisfatória quando cultivados sob alta adubação e vice-versa.

Pagliosa et al. (2013) estudando o efeito da interação entre diferentes genótipos de milho e diferentes fontes de adubação, na produtividade de grãos, identificou que os genótipos respondem de forma diferenciada, quanto às fontes de adubo fornecidas.

O híbrido P2830H apresentou resposta positiva sobre média de rendimento de grãos, em todos os níveis de adubação, sendo também responsivo ao aumento do nível de fertilidade do solo, com a adição de até 120 Kg ha⁻¹ do NPK (**Tabela 3**). Doses acima da referida não apresenta incremento significativo na produtividade deste híbrido.

Lacerda et al. (2015), obteve em um de seus estudos uma resposta quadrática na produção do milho frente a adubação com NPK 10-30-10 e uma resposta linear frente aos níveis de aplicação de ureia. Resposta semelhante foi obtida pelo híbrido P3862H (**Figura 1a**), quanto a adubação com NPK. Este híbrido apresentou uma resposta quadrática sobre as doses de adubação, demonstrando rendimentos crescentes com aplicação de até 120 kg ha⁻¹ do adubo.

Na condição edafoclimática do experimento a dose que melhor discriminou os materiais foi a de 60 kg ha⁻¹, ou seja, esta dose permitiu uma maior expressão da variabilidade dos híbridos quanto a resposta aos níveis de adubação (**Tabela 3**). Com esta dose foi possível gerar cinco classes de médias que se diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott (P<0,05), contra quatro classes geradas pelo nível 120 kg ha⁻¹. Ainda assim os melhores desempenhos foram obtidos pelos híbridos P2830H e P3862H.

Este resultado indica que estes híbridos destacam-se pela eficiência e responsividade no uso de nutrientes. Em contra partida a seleção destes genótipos em um programa de melhoramento pode ser dificultada pela interação com o ambiente. Para isso a formulação de índices de seleção se torna interessantes, pois se considera juntamente as médias de produtividades dos genótipos nos níveis baixos e altos de adubação (**Tabela 2**), além de tratar de um modelo relativamente simples, comparados a outros modelos de estudo (Parentoni et al., 2001).

De acordo com os índices de seleção os híbridos P2830H e P3862H, apresentaram os maiores índices, sendo classificados como 1º e 2º mais eficientes e responsivos aos dois níveis de adubação. Deste modo é possível afirmar que híbridos como o P2830H, apresenta alta eficiência no uso dos nutrientes e deve ser alvo nos programas de melhoramento.

O híbrido P3862H, pois, apesar de apresentar menor rendimento que o P2830H nas doses de 180 e 0,0 Kg ha⁻¹, não difere do mesmo para a dose de 60 Kg ha⁻¹ (**Tabela 3**). Um outro ponto de destaque para este híbrido é o bom rendimento de grãos na

Tabela 2: Classificação do índice de seleção (IS) para os 7 híbridos, quanto a produtividade de grãos em kg ha⁻¹ com baixa (Y_{ib}) e alta (Y_{ia}) disponibilidade do adubo NPK 08-28-16 nas doses de 0,0 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente.

Classif. (IS)	Híbridos	Produtividade (Kg ha ⁻¹)		
		Y _{ib}	Y _{ia}	Índice (IS)
1	P2830H	12.9	15.5	1.92*
2	P3862H	11.39	12.17	1.17*
3	AG7098PRO	10.85	11.69	1.02
4	P4285H	10.8	11.1	0.96
5	P3646H	9.49	11.85	0.79
6	P30F53H	9.32	11.28	0.73
7	P30F35H	9.16	10.8	0.67
Media		10.56	12.06	

* Genótipos mais eficientes e responsivos

dose zero, que lhe possibilita ser indicado para baixos investimentos em adubação, e/ou em ambiente de menor fertilidade do solo.

Os piores índices foram obtidos pelos híbridos P30F53H e P30F35H (**Tabela 2**). O mesmo resultado pode ser observado na **tabela 3** e **figura 1b**, em comparação de médias no qual estes híbridos apresentaram baixa resposta as doses de adubo aplicadas no experimento. Estes resultados confirmam a eficiência da metodologia utilizada para

determinação do índice de seleção (IS), recomendando-a ao uso nos programas de melhoramento pela praticidade e simplicidade na interpretação dos resultados.

CONCLUSÕES

A aplicação de diferentes níveis de adubação influencia na resposta ao rendimento de híbridos de milho.

A eficiência na seleção de genótipos de milho de alta estabilidade pode ser obtida variando níveis de adubação em ensaios experimentais.

A metodologia aplicada possibilitou caracterizar o híbrido P2830H como genótipo de alto potencial de resposta e eficiência e o híbrido P3862H como genótipo de alta eficiência em baixos níveis de adubação.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5ª Ed. Viçosa, UFV. 523p. 2013.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - décimo primeiro levantamento, agosto/2013**. Brasília 2014. 29 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls>>. Acesso em: 13 setembro de 2014.

DURÃES, F. O. M. **Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas**. Congresso Nacional de milho e sorgo. Belo Horizonte, 2006.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico**. 1. ed. Viçosa – MG, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 250p. 2011.

INMET. **Estações automática**, 2016. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 20 de abril de 2016.

LACERDA, J. J. J.; RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; HICKMANN, C.; CONCEIÇÃO, O. P. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(9), 769-778. 2015.

PAGLIOSA, E. S.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; ZUCARELI, C.; ZAGO, V. S. Análise GGE biplot de genótipos de milho sob diferentes formas de adubação em sistema de agricultura familiar. **Semina: Ciências Agrárias**, 36(5), 2965-2976. 2015.

PARENTONI, S. N.; MENDES, F. F.; GUIMARAES, L. J. M. (2001). Melhoramento para eficiência no uso de fósforo. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Universidade Federal de Viçosa. p. 101-126.

SIMON, G. A. KAMADA, T. MONTEIRO, M. Divergência genética em milho de primeira e segunda safra. **Semina**, v.33, p.449-458, 2012.

SOARES, M. C.; COSTA, J. Dados históricos e geográficos do município de Itumbiara- GO. **Secretaria Municipal de Educação**, Itumbiara-GO, 1994. 27p.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. A. Yield potential, yield stability, and stress tolerance in maize. **Field Crop Research**.75: 161-169.

Tabela 3: Valores médios para a interação entre os fatores, híbridos (P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO) e doses de adubação NPK 08-28-16 (0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹) para a variável rendimento de grãos em toneladas ha⁻¹.

Híbridos	Doses (Kg ha ⁻¹)			
	0	60	120	180
P2830H	12.90 aC	14.29 aB	15.24 aA	15.51 aA
P30F53H	9.32 cC	9.67 eC	10.31 dB	11.28 cA
P3646H	9.49 cC	10.65 dB	12.22 cA	11.85 bA
P3862H	11.40 bC	13.60 aA	14.02 bA	12.17 bB
P30F35H	9.16 cB	10.16 dA	10.73 dA	10.81 cA
P4285H	10.80 bB	12.19 bA	12.81 cA	11.10 cB
AG7098PRO	10.85 bC	11.65 cB	12.98 cA	11.69 bB

Medias seguidas das mesmas letras maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

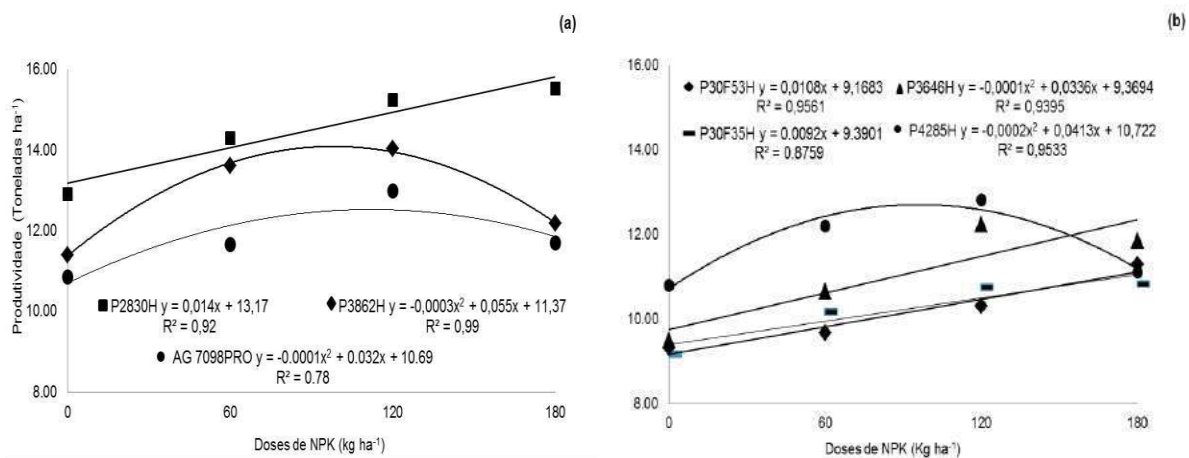


Figura 1: Efeito das doses (0,0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) do adubo NPK 08-28-16 sobre a produtividade média dos híbridos P2830H; P3862H e AG7098PRO (a) e dos híbridos P30F53H; P3646H; P30F35H e P4285H (b).

Avaliação do efeito de diferentes fertilizantes foliares no rendimento de linhagens de milho *zea mays* L.

Rogério Silva Ferreira⁽¹⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽²⁾; Damião Inácio Clemente⁽³⁾; Edvaldo Luiz Bizinoto⁽⁴⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽⁵⁾; Taline Nunes Campos das Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; Itumbiara, Goiás; rogerio.ferreira@pioneer.com; ⁽²⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽³⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; ⁽⁴⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁶⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior.

RESUMO: O cultivo de linhagens de milho para produção de híbrido requer cuidados especiais, principalmente por se tratar de campos de produção de sementes. Para obtenção de bons rendimentos de sementes é necessário que se faça um bom manejo nutricional das plantas. Plantas de linhagem de milho são caracterizadas por apresentarem baixo vigor e conseqüentemente baixa produtividade. Por isso a necessidade de adoção de técnicas de manejo, que visem reduzir os riscos de produção e possibilite explorar o máximo potencial produtivo das linhagens se faz necessário. Dentre estas técnicas, vem se destacando a fertilização foliar, que consiste em aplicações foliares dos nutrientes de maior demanda pelas plantas. Esta pratica tem como objetivo estimular os ganhos de produção por fornecerem doses suplementares dos nutrientes em seus estádios críticos de desenvolvimento. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fertilizantes foliares no rendimento de linhagens de milho *Zea mays* L. Foram testados sete marcas comerciais de fertilizantes foliares: Biozyme[®], Potamol[®], Salut[®], SK30[®], NTop[®], Starter[®], Phytogard[®] e Cellerate[®] e uma testemunha, sem aplicação, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: Peso de espigas (PE) (Kg ha⁻¹), produtividade de sementes (PS) (sacas 60.000 sementes ha⁻¹) e peso de descarte (PD) (Kg ha⁻¹). Não se observou diferença significativa para nenhuma das variáveis estudadas. Estes resultados possibilitam concluir que as diferentes fontes comerciais de fertilizantes foliares não contribuem para incremento na produtividade de sementes de linhagens de milho.

Palavras chave: produção de sementes, fertilização foliar, estágio fenológico.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais consumidos em todo mundo. O desenvolvimento de variedades híbridas possibilitou o crescimento dos cultivos em uma escala econômica surpreendente, chegando a um patamar de 989,83 milhões de toneladas ha⁻¹ produzidos mundialmente (USDA, 2016).

Para o desenvolvimento de um milho híbrido antes é necessário o cruzamento entre linhagens endogâmicas contrastantes. Desta forma se possibilita explorar a heterose uma das maiores contribuições práticas da Genética à agricultura mundial, que por sua vez caracteriza a expressão do vigor híbrido e conseqüentemente o aumento na produtividade (Ferreira et al., 2008).

As linhagens endogâmicas, tem como característica, perda do vigor, levando a baixo rendimento (Koshima, 2009). Este fator ocorre em função da concentração de loci em homozigose levando a depressão endogâmica, que por sua vez tende a elevar os custos de produção de sementes e dificultar a obtenção de máxima eficiência na produção. Deste modo o domínio das técnicas de manejo nutricional das plantas nos campos de produção de linhagens são necessárias, bem como a adoção de novas tecnologias, que visem explorar ao máximo o seu potencial produtivo, a redução dos custos e a sustentabilidade dos sistemas de produção de sementes.

Dentre as técnicas modernas de manejo destaca-se os incrementos de nutrientes via foliar em plantas de milho. Esta pratica visa complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das plantas, com o objetivo de estimular

ganhos de produção, mesmo não sendo uma técnica nova, pois é conhecida há mais de 100 anos (Borkert, 1987).

Garcia & Hanway (1976) propuseram dentre as variantes de aplicação via foliar, a adubação suplementar no estágio reprodutivo que, somada à adubação do solo, possibilitaria ao produtor um acréscimo de rendimento. Dos trabalhos envolvendo adubação foliar em dois anos, resultados positivos foram obtidos com aplicação de NPK+S em somente um dos anos (Rezende et al., 2005).

O fornecimento de fertilizantes via foliar é uma importante estratégia, porém apresenta resultados contrastantes, que geralmente interagem formas de aplicação, composição química dos produtos, número de aplicações e estádios vegetativos da cultura. Na verdade pouco se conhece sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes aplicados via solo, visando aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e lucratividade (Kappes et al., 2013).

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fertilizantes foliares no rendimento de linhagens de milho *Zea mays* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2015/16 no município de Piracanjuba/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 793 m. A região é caracterizada como, clima tropical quente e semi-úmido, de inverno seco (maio a setembro) e verão chuvoso (outubro a março). A temperatura média anual fica em torno de 20°C e a precipitação entre 1200 a 1800 mm (Zébio Filho, 1999).

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em área irrigada por sistema de pivô central. A adubação de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com análise de solo, utilizando-se para o plantio 500 kg ha⁻¹ do formulado 10-30-10 e em cobertura, 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) e 400 kg ha⁻¹ de uréia, aplicados separadamente e em uma única aplicação.

Foram avaliados sete marcas comerciais de fertilizantes foliares: **Biozyme**[®] - (nitrogênio (N) 1,5%; cloreto de potássio (K₂O) 5%; boro (B) 0,08%; ferro (Fe) 0,4%; manganês (Mn) 1%; zinco (Zn) 2% e enxofre (S) 1%); **Potamol**[®] - (Mo 14% e K₂O 12%); **Salut**[®] - (salitre com 15% N); **SK30**[®] - (K₂O 30% e S 30%); **NTop**[®] - (N 30%); **Starter**[®] - (N 5%; S 4%; B 0,3%; Cu 0,3%; Mn 5%; Mo 0,05%; Zn 3%); **Phytogard**[®] - (P₂O₅ 30%; Mn 9%) e **Cellerate**[®] -

(P₂O₅ 11,4%; S 2,3%; Mo 10%; Zn 5%), e uma testemunha, sem aplicação de fertilizante foliar conforme apresentados na **Tabela 1**.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições.

Amostragem experimental

Cada parcela foi constituída de quatro linhas com dez metros de comprimento e utilizado como área útil as duas linhas centrais, utilizando-se espaçamento entre linhas de 60 cm e uma densidade de 83.333 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos foram avaliados através das seguintes variáveis:

Peso de espigas (PE) – considerando espigas com sabugo (Kg ha⁻¹).

Produtividade de sementes (PS) – em sacas de 60.000 sementes (sacas ha⁻¹).

Peso de descarte (PD) - peso de sementes menores que 6 mm (Kg ha⁻¹).

Tabela 1: Tratamentos (Trat.), nome comercial dos fertilizantes foliares aplicados, doses aplicadas para cada produto em ml ha⁻¹ e L ha⁻¹ (dose), e épocas e números de aplicação (aplicações).

Trat.	Nome Comercial	Dose	Aplicações
1	Testemunha	-	-
2	Biozyme	250 ml ha ⁻¹	V4 E V6
3	Potamol	200 ml ha ⁻¹	20 dae
4	Salut	1 L ha ⁻¹	V4 e V8
5	SK30	2 L há -1	VT
6	NTop	5 L há-1	V2 a V6
7	Starter + Phytogard	2 L ha ⁻¹ + 2 L ha ⁻¹	V4 - V6
8	Starter + Cellerate	2 L ha ⁻¹ + 0,2 L ha ⁻¹	V4 e V5

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e as médias comparadas por teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verificou-se que não houve efeito significativo (P < 0,05) para os parâmetros estudados, PE, PS e PD (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para peso de espigas (PE) em Kg ha⁻¹, produtividades de sementes (PS) em sacas de 60.000 sementes ha⁻¹ e peso de descarte (PD) em kg ha⁻¹.

F. variação	Quadrado médio			
	GL	PE	PS	PD
Tratamento	7	0,068 ns	13,9 ns	98,71 ns
Bloco	3	0,035 ns	4,91 ns	66,18 ns
Resíduo	21	0,039	7,09	32,47
CV (%)		8,29	8,64	26,73

ns: não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Mudita et al. (2014), estudando o potencial de incremento de produtividade e de qualidade de grãos em plantas de milho, por meio da aplicação de fertilizante foliar em diferentes estádios fenológicos da cultura, não verificou aumento significativo no comprimento de espiga, peso de grãos e teor de proteína bruta.

Biscaro et al. (2013) estudando diferentes doses de fertilizante NPK + micronutrientes verificou incremento significativo na produtividade e altura de plantas com dose de 1,15 L ha⁻¹, aplicado aos 24 dias após a emergência (DAE). Em contra partida, neste mesmo experimento não se observou diferença significativa para diâmetro de colmo e massa de 1000 grãos.

Os fertilizantes foliares em geral são disponibilizados em quantidades mínimas para a planta. Neste sentido incrementos de produtividade podem não ser observados em condição de campo, visto que a demanda nutricional do milho para altas produtividades é alta. As doses aplicadas neste experimento não apresentou incremento na produtividade (**Figura 1a e 1b**), possivelmente pelo fato de, o suprimento de nutrientes fornecidos via foliar não apresenta níveis significativos que estimulem ganhos de produtividade.

Kappes et al. (2013) em um de seus estudos obteve resposta positiva para diâmetro de colmo quando N foliar foi aplicado em conjunto com 90 kg ha⁻¹ via solo. Neste experimento o mesmo resultado não foi obtido quando a fonte de N foliar foi aplicada isoladamente. Contudo, o efeito dos tratamentos sobre o diâmetro de colmo não se refletiu na produtividade do milho.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), no estágio V3 a V5 é que se começa a definir a quantidade de folhas e espigas, portanto é neste período que a planta estabelece o número de grãos expressando seu potencial produtivo. Do estágio V6 a V8, a disponibilidade de nutrientes, principalmente do nitrogênio (N), é de suma importância, pois é nessa fase inicia-se a fase de maior demanda desse elemento pela planta (Marostica & Feijó, 2013).

Segundo Valderrama et al. (2011) a capacidade de adsorção ou fixação de fósforo dos solos influencia, diretamente, a resposta das plantas à

aplicação de fertilizantes fosfatados. Para isso o nutriente precisa estar disponível na solução do solo durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Stromberger et al. (1994) atribui ao potássio (K) a influência direta no crescimento celular, pela ativação enzimática no transporte de N, e, portanto, se torna de fundamental importância na formação de tecidos vegetais. Com isso, afirma Valderrama et al. (2011) que o K tem grande impacto na qualidade dos grãos produzidos, tendo influência positiva na massa individual de grãos e número de grãos por espiga.

Todos os fertilizantes estudados foram aplicados entre V4 e V8, respeitando o período de maior demanda dos nutrientes pela planta. Nesta fase os nutrientes fornecidos via solo devem estar disponíveis e em quantidades suficientemente adequadas para que possa suprir as demandas nutricionais da planta. Ainda assim, a aplicação das diversas fontes comerciais de fertilizantes foliares, não contribuíram com o ganho de rendimento da linhagem (**Figura 1a, 1b**).

Os fertilizantes aplicados não contribuíram com incremento no tamanho de sementes, visto que a diferença entre os pesos de descartes não foram significativas (**Figura 1c**). Este resultado corrobora com os resultados obtidos por Kappes et al. (2013) em que a aplicação de N em cobertura e via foliar não contribuiu para efeitos significativos de massa de 1000 grãos. Segundo Ohland et al. (2005), a massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos. Lembrando que o descarte foi feito com sementes com tamanho inferior a 6 mm.

Neste sentido pode-se inferir que a ausência de diferença significativa entre os pesos de descarte demonstra a ineficiência das fontes de fertilizante foliar no incremento de peso e tamanho das sementes, quando possivelmente as demandas de nutrientes foram supridas quando disponibilizados via solo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste experimento é possível concluir que fertilizantes foliares não contribuem com aumento de produtividade em linhagens de milho quando cultivadas em níveis nutricionais adequados.

Nutrientes aplicados via foliar não afeta positivamente o tamanho de sementes de linhagens.

REFERÊNCIAS

BISCARO, G. A.; DO PRADO, E. A. F.; MOTOMIYA, A. V. A.; ROBAINA, A. D. Efeito de diferentes níveis de adubação foliar com NPK mais micronutrientes na produtividade do milho safrinha na Região de Dourados/MS. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(5), 2169-2178, 2013.

BORKERT, C. M. **Soja**: adubação foliar. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 34 p. (Documentos, 22).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FERREIRA, E. A.; GUIMARÃES, P. S.; SILVA, R. M.; PATERNIANI, M. E. G. Z. Capacidade combinatória de linhagens de milho de germoplasma tropical e temperado e heterose dos híbridos simples. **Revista Biociências**, 14(1), 2008.

GARCIA, L. R.; HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. **Agronomy Journal**, Madison, v. 4, n. 68, p. 653-657, 1976.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(2), 527-538, 2013.

MARÓSTICA, L. H. B.; & FEIJÓ, S. Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea mays*). **UNICIÊNCIAS**, 17(1), 2015.

MUDITA, I. I.; CHIPFIKO, T.; MAPFUMO, P.; & TIGERE, T. A. Effects of Foliar Fertilizer on Yield and Quality of Green Mealies (*Zea mays* L.). **Journal of Agronomy**, 13(1), 35, 2014.

KOSHIMA, F. A. T. **Estabilidade e adaptabilidade para caracteres de produção em linhagens de milho**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. xii, 60 f; 28. Jaboticabal, 2009.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

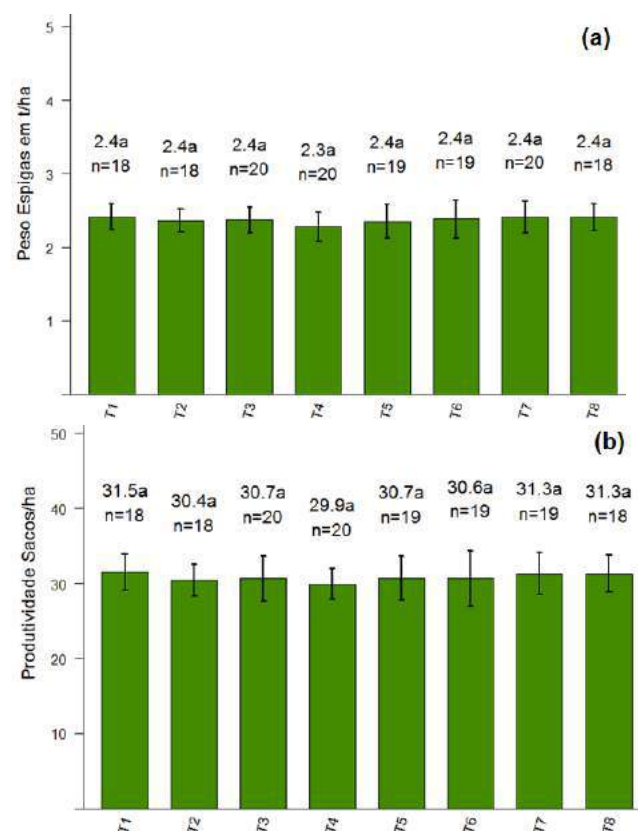
REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, 1105-1111, 2005.

STROMBERGER, J. A.; TSAI, C. Y.; HUBER, D. M. Interactions of potassium with nitrogen and their influence on growth and yield potential in maize. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 17, n. 1, p. 19-37, 1994.

USDA – United State Department of Agriculture. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> Acesso em 27 de maio de 2016.

VALDERRAMA, M.; BUZZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 254-263, 2011.

ZÉBIO FILHO, Z. P. A. **Zoneamento Econômico e Ecológico da Microrregião Meia Ponte**, Volume I e II Goiânia, 1999.



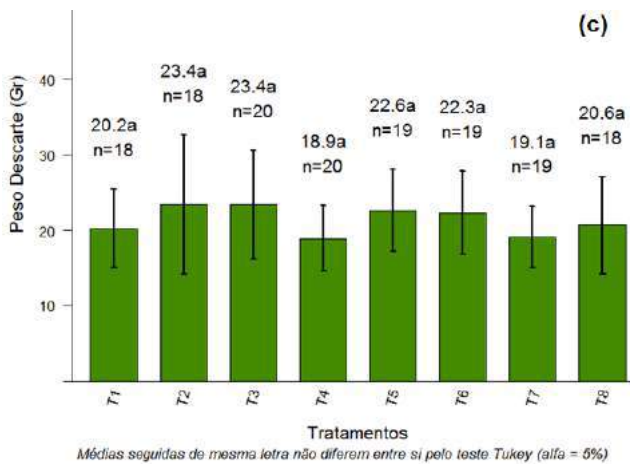


Figura 1: Peso de espigas – PE (a), em Kg ha⁻¹; produtividade de sementes – PS (b), em sacas de 60.000 sementes ha⁻¹; peso de descarte – PE (c), em kg ha⁻¹ de sementes menores que 6 mm de diâmetro.

Capacidade combinatória de genótipos comerciais para características de rendimento e qualidade industrial de milho verde

Maurício Carlos Kuki ⁽¹⁾; **Filipe Augusto Bengosi Bertagna** ⁽¹⁾; **Edicarlos Peterlini** ⁽¹⁾; **Marcelo Akira Saito** ⁽²⁾; **Robson Akira Matsuzaki** ⁽³⁾; **Alex Viana Alves** ⁽⁴⁾; **Evandrei Santos Rossi** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento - UEM; Maringá, Paraná; E-mail: mcarloskuki@gmail.com; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá; ⁽³⁾ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia; ⁽⁴⁾ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento.

RESUMO: A falta de genótipos de milho verde que reúnam características de produção e de qualidade resultam em um produto final que não atinge as expectativas do mercado consumidor. Os objetivos deste trabalho são: *i)* avaliar a capacidade geral de combinação (CGC), a capacidade específica de combinação (CEC) e o efeito recíproco (ER) entre nove genótipos comerciais de milho comum destinados a produção verde; *ii)* identificar os genótipos mais promissores na extração de linhagens para o melhoramento de milho verde. O experimento foi instalado na localidade de Iguatemi – PR, com as 72 combinações híbridas e mais duas testemunhas experimentais em delineamento de blocos incompletos alfa látice. O resultado da análise de variância para o dialelo foi significativo para tratamentos ajustados em todas as características avaliadas. Os efeitos não aditivos foram mais importantes que os efeitos aditivos para a produção de espigas empalhadas e despalhadas, mas com predomínio dos efeitos aditivos para comprimento e diâmetro de espigas comerciais, além de textura de pericarpo. Os genitores AM811, HTMV1, Cativerde 02 e Al Piratininga foram selecionados com base no efeito de CGC. As combinações AM811 x HTMV1, AM811 x AG1051, HTMV1 x AG4051, Al Piratininga x AG1051 e apresentaram melhores CEC e deverão ser utilizadas para o melhoramento interpopulacional. O efeito recíproco indica a necessidade do uso do genitor AM811 como fêmea em futuras combinações híbridas.

Termos de indexação: Milho *in natura*, dialelo, efeito recíproco.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das espécies alógamas mais estudadas em todo o mundo, devido à sua produtividade de grãos, composição química e valor

nutritivo (Grigulo et al., 2011). Grande parte da produção no Brasil é destinada ao mercado de grãos secos. Contudo, diversos nichos de produção de milhos considerados especiais estão em franca expansão, como por exemplo o milho verde.

A produção e comercialização do milho verde são quase que exclusivamente feita por pequenos e médios agricultores. Segundo Pereira Filho (2003), uma cultivar destinada à produção de milho verde deve reunir alguns atributos, tais como produtividade de espigas empalhadas acima de 12 t.ha⁻¹, maior período útil de colheita e alta porcentagem de espigas comerciais. Albuquerque et al. (2008) também destaca a importância de espigas que possuam comprimento maior de 15 cm e 30 mm de diâmetro, cor de grãos creme ou amarelo clara, elevado rendimento industrial e alinhamento retilíneo de fileiras.

O esquema dialélico envolve diversas combinações de cruzamentos entre diferentes genitores, fornecendo ao melhorista informações a respeito dos pais e dos efeitos genéticos que governam determinada característica, além de identificar os melhores genitores para a formação de populações base dentro de um programa de melhoramento (Vencovsky & Barriga, 1992).

Os objetivos deste trabalho são: *i)* estimar a capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e o efeito recíproco (ER) dentre nove genótipos, para as principais características relacionadas à produção e comercialização de milho verde; *ii)* identificar as cultivares mais promissoras para a extração de linhagens e formação de populações base.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção dos cruzamentos F1's e recíprocos dos genitores, um campo de polinização

foi semeado na safrinha do ano de 2014. As características dos nove genitores estão descritas na **Tabela 1**.

O experimento foi instalado considerando o modelo 3 do dialelo de GRIFFING (1956). Juntamente com os 72 cruzamentos possíveis, foram adicionadas duas testemunhas comerciais: um híbrido simples disponibilizado pela Balu Sementes (tipo de grãos *flint*), e um híbrido triplo da EMBRAPA (tipo de grãos *dent*), totalizando 74 tratamentos, os quais foram avaliados na localidade de Iguatemi – PR. O experimento foi delineado em blocos incompletos do tipo alfa látice, com três repetições. A população final de plantas, após desbaste, foi de aproximadamente 55.500 plantas.ha⁻¹.

Tabela 1 - Características das cultivares utilizadas no dialelo, quanto a base genética, ciclo, empresa, textura de grão, cor do grão e aptidão de produção

Genótipo	B.G.	Ciclo	Tipo grão	Aptidão
AG 1051	HD ¹	SMP ⁴	Dentado	G ⁶ /S ⁷ /MV ⁸
AG 4051	HT ²	SMP	Dentado	G/S/MV
AL Pirat.	V ³	SMP	Semident.	G/S/MV
Cativ. 02	V	SMP	Dentado	S/MV
CD 316	HS	SP ⁵	Semiduro	G
CD 393	HS	SP	Duro	G
AM 606	HS	SP	Semiduro	G/S/MV
AM 811	HS	SP	Semident.	G/S/MV
HTMV1	HT	SMP	Semident.	G/S/MV

¹HD: híbrido duplo, ²HT: híbrido triplo, ³V: variedade de polinização aberta, ⁴SP: Super precoce, ⁵SMP: Semi precoce, ⁶G: uso como grão, ⁷S: uso como silagem, ⁸MV: uso como milho verde.

As características avaliadas foram: Número de espigas comerciais (NC); produtividade de espigas comerciais (PC, kg.ha⁻¹); comprimento de espigas comerciais (CE, cm); diâmetro de espigas comerciais (DE, mm); textura do pericarpo (TP, Newtons).

Na avaliação da textura de pericarpo, os grãos foram submetidos a um processo de enlatamento similar ao de uma indústria de conserva. Foi utilizado um texturômetro modelo TA.XTPlus, (Stable Micro Systems, Surrey, England) com probe HDP/WBR (velocidade do pré-teste: 2,00 mm.s⁻¹, velocidade de compressão de 2,00 mm.s⁻¹ e

velocidade de retorno de 10 mm.s⁻¹). O ponto máximo da força necessária para perfurar a amostra de cinco grãos foi considerado o valor de interesse.

A análise de variância foi efetuada no software SAS 9.3. Para a análise dialélica, foi utilizado o programa GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância, expresso na **Tabela 2**, demonstram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a fonte de variação tratamentos ajustados e seus desdobramentos de interesse (*Dialelo*, F_1 e RC) em todas as características avaliadas. A significância destes desdobramentos de tratamentos evidencia diferenças genéticas nos tratamentos. Indica também que os genitores variaram em relação à forma como se combinam uns com os outros.

Considerando o contraste F_1 vs RC , houve diferenças significativas para a produtividade de espigas comerciais (PC), além de número de espigas comerciais (NC). Para as duas testemunhas utilizadas, houve apenas diferença significativa para textura de pericarpo (TP). Este resultado evidencia a relação entre o tipo de grão e a textura do pericarpo, visto que a testemunha Embrapa possui grãos dentados e a testemunha Balu possui grãos duros.

A comparação entre grupos, *testemunhas versus dialelo*, demonstrou efeitos significativos para produtividade de espigas comerciais (PC), textura de pericarpo (TP), comprimento e diâmetro de espigas (CE e DE). Resultados semelhantes são observados por Rodrigues et al. (2009), em análise dialélica entre linhagens de milho destinadas à produção de milho verde. Os autores encontraram diferenças significativas entre todas as combinações híbridas testadas, evidenciando assim a diferença genética entre os parentais.

Os 72 híbridos oriundos dos cruzamentos entre os nove genitores foram avaliados separadamente, por meio da análise dialélica, com o intuito de identificar a participação da CGC e da CEC no controle das principais características relacionadas ao milho *in natura*. Os quadrados médios demonstraram efeitos significativos para a capacidade geral de combinação (CGC) e para a capacidade específica de combinação (CEC) em todas as características avaliadas. O efeito recíproco (ER) foi considerado não significativo para comprimento (CE) e diâmetro (DE) de espigas comerciais.

Estes efeitos permitem aferir que os genitores apresentam diferenças quanto ao comportamento genético aditivo, contribuindo de modo diferenciado nos cruzamentos em que estão envolvidos. Os

efeitos significativos para a CEC indicam que há diferenças entre as médias observadas e as esperadas com base na CGC, indicando assim que há influência de efeitos não aditivos (dominância, epistasia, etc.) entre estes cruzamentos.

A significância do efeito recíproco é um critério adequado para indicar se, a partir de determinados genitores, existem diferenças no uso dos mesmos como genitores femininos ou masculinos. Maia Paiva (2014) obteve efeitos significativos para CGC, em linhagens e testadores de milho doce, e CEC para a altura de plantas e diâmetro de espigas. O efeito aditivo das linhagens foi significativo para o número de fileiras por espiga e para o comprimento de grãos frescos, sem indícios de dominância e epistasia na herança destas características.

Em programas de melhoramento de milho, as populações base que atuarão como fonte de linhagens deverão apresentar um bom desempenho e uma alta variabilidade genética. Logo, as estimativas da capacidade geral de combinação permitem selecionar os melhores genótipos, com base nos efeitos genéticos aditivos, para formar um grupo de linhagens com grande potencial de gerar híbridos de excelente desempenho em nível de campo (Beck et al., 1990).

Foram obtidas as estimativas \hat{g}_i , expressas na **Tabela 3**, para cada parental, em relação às diferentes características estudadas. O genitor AM811 foi destaque para NC e PC. Para CE, o genótipo HTMV1 apresentou uma melhor estimativa de CGC. Para DE, os genótipos HTMV1 e AM811 foram superiores em relação aos demais. Para TP, é de interesse do melhorista menores valores de \hat{g}_i . Logo, os híbridos CD316, CD393 e as variedades Al Piratininga e Cativeverde 02 apresentaram valores inferiores que os demais.

Como critério de seleção das melhores CEC, ao menos um dos genitores envolvidos no cruzamento deverá apresentar efeito superior da CGC (Cruz et al., 2012). Caso o efeito recíproco apresente estimativa negativa, é recomendável a inversão da ordem masculino-feminina dos genitores no cruzamento.

A combinação AM811 x HTMV1 apresentou CEC superior às demais para NC (3,10), PC (1,672) e DE (0,59). O cruzamento entre AM811 x AG1051 foi superior que os demais para CE (0,45). Para TP, as combinações Al Piratininga x AG4051 (-8,61) e Cativeverde 02 x AG4051 (-4,60) foram selecionadas por apresentarem as menores estimativas.

O efeito recíproco entre AM811 x HTMV1 apresentou estimativa negativa para NC (-2,02) e PC (-478,70). A estimativa também apresentou valor negativo para CE (-0,08) no cruzamento entre AM811 x AG1051. Mesmo considerando que o

efeito recíproco foi positivo para DE (0,59) no cruzamento entre AM811 x HTMV1, é evidente o potencial do genitor AM811 quando utilizado como genitor masculino dentro do melhoramento de milho verde. As demais combinações específicas para TP apresentaram valores positivos de efeito recíproco, logo, não há a necessidade de alteração na ordem dos genitores.

CONCLUSÕES

Com base nos efeitos aditivos, o genitor AM811 foi selecionado para NC, PC e DE. O genitor HTMV1 foi selecionado para CE. Para TP, os genitores Al Piratininga, Cativeverde 02 e HTMV1 apresentaram CGC superior que os demais.

Os cruzamentos específicos AM811 x HTMV1, AM811 x AG1051, Al Piratininga x AG4051 e Cativeverde 02 x AG4051 apresentaram as melhores CEC e deverão ser utilizados para o melhoramento interpopulacional de milho verde.

Com base no efeito recíproco, o genitor AM811 deverá atuar como doador de pólen dentro do programa de melhoramento.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 69-75, 2008.

BECK, D. L.; VASAL, S.K.; CROSSA, J. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (*Zea mays* L.) germoplasm. **Maydica**, Bergamo, v.35, p.279-285, 1990.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, Viçosa, Brasil, 2012, 514p.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, p. 463-493, 1956.

GRIGULO, A.S.M.; AZEVEDO, V.H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P.H. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 603-608, 2011.

MAIA PAIVA, A.P. **Cruzamentos entre linhagens tropicais de milho doce e testadores com introgressão de germoplasma temperado**. Botucatu, 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrômicas, Universidade Estadual Paulista.

PEREIRA FILHO, I. A. (Ed. Tec.). O cultivo do milho verde. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. 204 p.



RODRIGUES, F.; VON PINHO, R.G.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FARIA FILHO, E.M.; GOULART, J.C. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 75-84, 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância individual, para as principais características relacionadas à produtividade e qualidade de milho verde, no município de Iguatemi – PR.

	GL	NC ¹	PC ²	CE ³	DE ⁴	TP ⁵
Repetições	2	36,43	4095938	0,80	2,40	210,39
Bl/Rep (aj.)	24	96,77	4741070	0,60	2,57	188,22
Trat (aj.)	73	68,78*	3418754*	1,57*	7,62*	581,49*
Dialelo	71	70,07*	3393769*	1,55*	7,67*	552,76*
F1	35	60,34*	2758396*	1,44*	6,91*	476,86*
RC	35	78,08*	3918127*	1,70*	8,60*	638,68 ^{ns}
F1vsRC	1	130,48*	7279306*	0,18 ^{ns}	1,75 ^{ns}	201,96 ^{ns}
Testemunhas	1	26,25 ^{ns}	38592 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,53 ^{ns}	14295,14*
Entre Grupos	1	19,90 ^{ns}	8572874*	4,27*	9,80*	24950,76*
Erro Efetivo	122	23,33	1119901	0,70	2,13	229,56
CV (%)	-	17,37	16,04	4,33	3,09	21,12
Média	-	27,80	6.593,72	19,31	47,24	64,94
Efic. Lát. (%)	-	151,74	153,15	97,77	103,5	97,04

¹NC - Número de espigas comerciais; ²PC (kg.ha⁻¹) – Produtividade de espigas comerciais; ³CE (cm) – Comprimento de espigas comerciais; ⁴DE (mm) – Diâmetro de espigas comerciais; ⁵TP (N) – Textura do pericarpo. * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Valores de \hat{g}_i para nove genitores, em relação às principais características relacionadas à produtividade e qualidade de milho verde.

Genitores	NC ¹	PC ²	CE ³	DE ⁴	TP ⁵
AM606	1,215	-259,96	-0,365	-0,535	-0,781
AM811	4,681	776,536	-0,752	0,603	3,510
HTMV1	-2,235	-68,214	0,551	1,175	6,561
AL PR.	-1,012	103,258	-0,065	0,360	-2,378
CAT 02	-0,353	285,332	0,146	0,020	-4,837
CD316	1,753	-243,445	0,075	-0,816	-4,961
CD393	0,366	-33,454	0,15	-1,783	-6,374
AG1051	-3,421	-578,792	0,095	0,469	2,438
AG4051	-0,993	18,737	0,163	0,506	6,823
DP (\hat{g}_i)	0,702	153,953	0,121	0,212	2,204
DP ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	1,053	230,929	0,182	0,318	3,306

¹NC - Número de espigas comerciais; ²PC (kg.ha⁻¹) – Produtividade de espigas comerciais; ³CE (cm) – Comprimento de espigas comerciais; ⁴DE (mm) – Diâmetro de espigas comerciais; ⁵TP (N) – Textura do pericarpo. * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE LINHAGENS TEMPERADAS E TROPICAIS DE MILHO COMUM

ALEX VIANA ALVES⁽¹⁾; VANIA PORTES KULKA⁽²⁾; MAURÍCIO CARLOS KUKI⁽³⁾; OMAR POSSATTO JUNIOR⁽⁴⁾; RODRIGO IVAN CONTRERAS-SOTO⁽⁵⁾; EVANDREI SANTOS ROSSI⁽⁶⁾; ROBSON AKIRA MATSUZAKI⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Mestrando; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; alex_alves28@hotmail.com;
⁽²⁾Pesquisador; KWS; ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾ Doutorando; Universidade Estadual de Maringá; ⁽⁷⁾ Mestrando; Universidade Estadual de Maringá;

RESUMO: Um dos objetivos do programa de melhoramento de milho é a obtenção de híbridos de linhagens comerciais, explorando a heterose para rendimento. Assim o objetivo deste trabalho foi estudar a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) de linhagens de milho tropicais e temperadas, por meio de cruzamentos dialélicos. As linhagens foram cruzadas entre si na forma de dialelo parcial (grupo I linhagens tropicais e grupo II linhagens temperadas), segundo o modelo proposto por Griffing (1956), adaptado por Geraldi e Miranda Filho (1988). Os 49 híbridos resultantes destes cruzamentos foram avaliados em delineamento de blocos completos ao acaso, com três repetições, em quatro locais durante a safra verão 2014/2015. Os três caracteres agrônomicos estudados foram: altura média das plantas, altura média das espigas e rendimento de grãos. Houve interação significativa da CGC e CEC x ambientes para ambos os grupos e os genótipos respondem de maneira diferenciada em relação a capacidade combinatória quando altera-se o ambiente. As linhagens L4, L4' e L7' mostraram valores de CGC satisfatórios para produtividade de grãos, sendo recomendada sua exploração em novas combinações híbridas. As combinações híbridas L4 x L7', L4 x L4' e L7 x L7' foram as mais promissoras em relação à produtividade.

Termos de indexação: *Zea mays*, dialelo, CEC.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de alógamas são baseados no desenvolvimento e seleção de híbridos a partir de linhas puras. A utilização de padrões heteróticos em programas de melhoramento, visando a

obtenção de híbridos de milho, constitui uma estratégia que permite explorar e capitalizar a heterose. Assim a identificação de linhagens geneticamente divergentes e com capacidade de combinação favorável, é importante no desenvolvimento de híbridos (Hallauer, 1990).

O método de cruzamentos dialélicos permite estimar os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC), que proporciona informações a respeito dos alelos aditivos, e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), que evidenciam a importância dos efeitos não aditivos no híbrido obtido (Vencovsky & Barriga, 1992).

A avaliação das linhagens quanto à capacidade combinatória é a etapa mais onerosa dos programas de melhoramento de milho, principalmente pelo grande número de híbridos possíveis a partir de um número pequeno de pais (Lanza et al., 1997). Uma opção que proporciona maior flexibilidade, com relação ao número de combinações envolvidas, é o uso do dialelo parcial com genótipos oriundos de distintos grupos heteróticos.

Assim o presente trabalho tem como objetivo estimar por meio de cruzamentos dialélicos parciais, a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) entre dois grupos de linhagens divergentes, para as principais características agrônomicas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

As linhagens tropicais utilizadas pertencem ao banco de germoplasma da KWS Melhoramento e Sementes Ltda e foram obtidas a partir de sucessivas autofecundações de híbridos comerciais, as linhagens temperadas utilizadas são oriundas dos Estados Unidos. As características das linhagens estão expressas na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Características das 14 linhagens de milho pertencentes ao banco de germoplasma da KWS Melhoramento e Sementes Ltda.

Linhagem	Origem	Tipo de grão
Grupo I - Linhagens Tropicais		
L01	Sint. Cargill 1	Duro
L02	Sint. Cargill 2	Duro
L03	Sint. Cargill 3	Semi Duro
L04	Sint. Pioneer 1	Duro
L05	Sint. Pioneer 2	Semi Duro
L06	Sint. Pioneer 3	Semi Dentado
L07	Sint. Embrapa 1	Semi Duro
Grupo II - Linhagens Temperadas		
B73 (L1')	Stiff Stalk Sintetic	Semi Dentado
MO17(L2')	Lancaster	Dentado
LH82(L3')	Derivado de híbrido comercial	Dentado/Semi Dentado
LH123(L4')	Derivado de híbrido comercial	Semi Dentado
PH207(L5')	Iodent	Dentado
PHG39(L6')	Maiz Amargo	Semi Dentado
PHV78(L7')	Oh07 – Midland	Dentado

As linhagens pertencentes ao grupo I (Tropicais - L1, L2, L3, L4, L5, L6 e L7) foram cruzadas com as linhagens do grupo II (Temperadas – L1', L2', L3', L4', L5', L6' e L7'). As linhagens tropicais foram utilizadas como fêmeas e as linhagens temperadas foram utilizadas como macho. Ao total, foram obtidos 49 híbridos simples.

Os experimentos foram semeados de forma mecanizada em propriedades particulares nos municípios de Campo Largo, Castro, Mauá da Serra e Ponta Grossa durante a safra agrícola 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com três repetições. Os caracteres agrônômicos avaliados foram altura da planta (AP, cm); altura de inserção da espiga (AE, cm); rendimento de grãos (RG, kg.ha⁻¹), com correção da umidade das amostras para 13% de umidade.

Verificou-se a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley e a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk ($p > 0,05$). Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta ($p < 0,05$) pelo teste de F. Análises dialélicas parciais foram realizadas por meio das médias dos tratamentos, utilizando o modelo proposto por Griffing (1956), adaptado por Geraldi e Miranda

Filho(1988). Para as análises utilizou-se o

Os quadrados médios das análises dialélicas conjuntas para as características avaliadas estão apresentados na Tabela 2. Foram observadas diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade para os efeitos de capacidade geral de combinação (CGC) das linhagens do grupo I e do grupo II, de capacidade específica de combinação (CEC) além de todas as interações com os diferentes ambientes para todas as variáveis estudadas. Com isso, conclui-se que tanto os efeitos de CGC (g_i) quanto os efeitos de CEC (s_{ij}) devem ser considerados em cada ambiente.

A contribuição da soma de quadrados da CGC, em relação à soma de quadrados total, foi de 96,17%, 92,86% e 91,96% para AP, AE e RE, respectivamente, indicando maior importância dos efeitos aditivos no controle desses caracteres (Tabela 2). Paterniani (2000), em um dialelo completo envolvendo dez linhagens puras verificou efeitos significativos de CGC e CEC para produtividade, altura das plantas e altura das espigas.

Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância dialélica conjunta, conforme modelo proposto por Griffing (1956), adaptado por dialelos parciais (sem inclusão dos genitores), dos caracteres altura das plantas (AP), altura das espigas (AE) e rendimento de grãos (RE) de 49 combinações híbridas avaliados durante a safra 2014/2015.

F.V.	QM			QM	
	G.L.	AP (cm)	AE (cm)	G.L.	RE (ton ha ⁻¹)
Cruzamentos	48	3193.3*	1742.2*	48	25.7*
CGC I	6	10318.3*	5835.9*	6	72.52*
CGC II	6	14250.4*	7107.3*	6	116.5*
CEC	36	163.0*	165.8*	36	2.75*
Locais (L)	2	121134.7*	44533.2*	3	435.9*
Cruz. x L	96	137.5*	56.8*	144	2.78*
CGC I x L	12	217.6*	167.1*	18	5.49*
CGC II x L	12	344.7*	106.8*	18	3.78*
CEC x L	72	89.66*	30.12 ^{ns}	108	2.16*
Resíduo	306	58.10	29.75	408	1.31
Média		249.93	127.93		12.41
%SQG		96.17	92.86		91.96
%SQS		3.83	7.14		8.04

*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. software GENES (Cruz, 2006).

Considerando que CGC I x Locais e CGC II x Locais foram significativas (Tabela 2), assim os resultados das análises foram interpretados por ambiente (Tabelas 3, 4, 5).

Para altura de plantas no grupo 1 as linhagens L2 e L3 apresentaram melhor desempenho em todos os ambientes e a L7 apresentou melhores desempenhos em Ponta grossa e Campo largo, com valores negativos de CGC, e de magnitude expressiva. No grupo 2, as linhagens L3' e L5' apresentaram os menores valores de CGC (Tabela 3). Em programas de melhoramento de milho a maior altura de planta e espiga são características indesejadas, portanto as linhagens acima mencionadas foram selecionadas porque contribuem com alelos que reduzem as alturas de plantas.

Tabela 3 - Estimativas dos efeitos da CGC (g_i) para altura das plantas avaliadas em três locais durante a safra 2014/2015.

Linhagem	Altura das plantas (cm)			
	Ponta Grossa	Campo Largo	Mauá da Serra	Média
Grupo I - Linhagens tropicais				
L1	9.898	5.434	4.197	6.51
L2	-13.959	-8.041	-10.898	-10.966
L3	-21.149	-16.277	-14.85	-17.425
L4	12.184	8.101	7.912	9.399
L5	-1.15	-0.089	-0.564	-0.601
L6	24.088	17.674	17.1	19.621
L7	-9.912	-6.803	-2.897	-6.537
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_{i'})$	2.102	2.28	2.642	-
Grupo II - Linhagens Temperadas				
L1'	14.707	14.103	11.673	13.494
L2'	-3.055	-2.47	-2.088	-2.538
L3'	-29.818	-24.946	-19.374	-24.712
L4'	21.471	20.913	13.149	18.511
L5'	-17.053	-14.043	-7.468	-12.855
L6'	1.47	2.199	-0.327	1.114
L7'	12.278	4.244	4.436	6.986
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_{i'})$	2.102	2.28	2.642	-

Para altura de espigas no grupo 1 as linhagens L3 e L7 apresentaram melhor desempenho em três ambientes, e no grupo 2 foram selecionadas L3' e L5', com valores negativos de CGC (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimativas dos efeitos de g_i para altura das espigas avaliadas em três locais durante a safra 2014/2015.

Linhagem	Altura das espigas (cm)			
	Ponta Grossa	Campo Largo	Mauá da Serra	Média
Grupo I - Linhagens tropicais				
L1	6.183	3.081	3.679	4.315
L2	-7.197	-1.823	-5.368	-4.796
L3	-16.339	-12.012	-12.367	-13.573
L4	18.326	13.937	10.633	14.299
L5	1.088	-0.442	0.396	0.347
L6	8.849	7.224	6.776	7.616
L7	-10.911	-9.966	-3.75	-8.209
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_{i'})$	1.588	1.741	1.718	-
Grupo II - Linhagens Temperadas				
L1'	10.232	10.748	11.156	10.712
L2'	-0.484	1.893	2.108	1.172
L3'	-21.294	-20.727	-18.892	-20.304
L4'	8.563	8.986	3.729	7.093
L5'	-7.197	-7.253	-3.748	-6.066
L6'	-0.054	1.748	-2.985	-0.43
L7'	10.232	4.606	8.633	7.824
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_{i'})$	1.588	1.741	1.718	-

Para rendimento de grãos no grupo de linhagens tropicais ocorreram genótipos com valores de CGC significativos negativos e positivos. Em Ponta grossa as melhores linhagens foram a L1 e L4, e em Campo Largo foram L1, L4 e L6, Castro e Mauá da Serra a linhagem L4 foi superior as demais. Os resultados obtidos pode-se afirmar que a L4 representa a melhor linhagem entre as tropicais, fornecendo alelos favoráveis para obtenção de progênies promissoras com alto rendimento nos quatro ambientes estudados (Tabela 5).

Para rendimento de grãos nas linhagens temperadas, a L7' obteve estimativa da CGC positiva e significativa em todos os ambientes. A linhagem L1' apresentou bom desempenho em ponta Grossa, Castro e Mauá da Serra. Em -Ponta Grossa, Campo Largo e Castro, a linhagem L4'apresentou o melhores valores de CGC.

Os valores elevados de CGC de L4 (grupo 1) e L7'(grupo 2) foi confirmado com o

comportamento do híbrido L4 x L7', que apresentou o melhor desempenho para rendimento de grãos (dados não apresentados).

Tabela 5 - Estimativas dos efeitos de g_i para rendimento de grãos avaliado em quatro locais durante a safra 2014/2015.

Linha gem	Rendimento de grãos (ton.h ⁻¹)				
	Ponta Grossa	Campo Largo	Castro	Mauá da Serra	Média
Grupo I - Linhagens tropicais					
L1	1.034	0.99	0.052	0.22	0.574
L2	-1.291	-0.886	-0.718	-0.999	-0.973
L3	-2.213	-1.471	-0.767	-1.187	-1.41
L4	1.488	1.316	0.932	1.498	1.309
L5	0.505	-1.011	0.343	-0.162	-0.081
L6	0.359	1.036	0.313	-0.066	0.411
L7	0.118	0.027	-0.157	0.696	0.171
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_i')$	0.356	0.322	0.309	0.418	-
Grupo II - Linhagens Temperadas					
L1'	0.758	0.644	1.199	1.137	0.935
L2'	0.319	-0.084	0.221	-0.243	0.053
L3'	-2.251	-1.783	-1.104	-0.909	-1.511
L4'	1.485	0.947	1.003	0.593	1.007
L5'	-2.028	-1.449	-1.567	-1.404	-1.612
L6'	0.024	0.451	-0.521	-0.406	-0.113
L7'	1.692	1.273	0.768	1.233	1.241
$DP(\hat{g}_i - \hat{g}_i')$	0.356	0.322	0.309	0.418	-

Embora diversas combinações híbridas tenham apresentado valores positivos de s_{ij} poucos foram significativos, quando comparados com o desvio padrão correspondente (DP). Em Ponta Grossa apenas o cruzamento L3 x L2' (2,165 ton ha⁻¹) apresentou efeitos significativos da CEC, porém os valores de capacidade geral de combinação dos parentais envolvidos nestes híbridos foram relativamente baixos e até negativos nesse ambiente. Em Campo Largo, os cruzamentos L1 x L4' (1,716 ton.ha⁻¹) e L7 x L1' (1,602 ton.ha⁻¹) tiveram efeitos significativos da CEC, e, com exceção da linhagem L7, todos os demais apresentaram efeitos significativos da CGC neste local. A produtividade de ambos foi elevada (dados não apresentados), o que indica que essas combinações híbridas foram promissoras para rendimento de grãos neste ambiente.

Em Castro, apenas a combinação híbrida L3 x L7' (1.401 ton.ha⁻¹) apresentou efeitos significativos da CEC porém com relação à CGC das linhagens neste ambiente L3 apresentou valores negativos e L7' apresentou valores positivos e significativos, havendo uma complementação entre as linhagens neste ambiente. Considerando que ao selecionar cruzamento entre duas linhagens pela CEC, ao menos um dos genitores deve possuir CGC favorável para o caráter, este último cruzamento pode ser considerado promissor para o melhoramento.

CONCLUSÕES

A análise dialélica demonstrou que os genitores L4, L4' e L7', com efeitos positivos e significativos de CGC são os mais promissores para aumento do rendimento de grãos.

As combinações híbridas L4 x L7', L4 x L4' e L7 x L7' foram as mais promissoras em relação à produtividade.

REFERÊNCIAS

- CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- GRIFFING, J.B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel systems. **Australian Journal of Biological Science**, 9: 463-493, 1956.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2nd. ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.
- LANZA, L. L. B.; SOUZA JR, C. L.; OTTOBONI, L. M. M.; VIEIRA, M. L. C.; SOUZA, A. P. Genetic distance of inbred lines and prediction of maize single-cross performance using RAPD markers. **Theoretical and Applied Genetics**, 94: 1023-1030, 1997.
- NIHEI, T.H.; FERREIRA, J.M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47: 369-377, 2012.
- MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, 7: 677-688, 1984.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARAES, P. S.; LURDES, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória e divergência genética entre linhagens e milho e correlação com heterose. **Bragantia**, 67: 639-648, 2008.



VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992, 496p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”



Capacidade de combinação entre linhagens endogâmicas S₆ de milho superdoce.

Jéssica Kelly Pestana⁽¹⁾; Maikon Guerith Baptistella da Silva⁽²⁾; Luis Fernando Almeida⁽¹⁾; Aline Sekiya⁽³⁾; Rosângela Maria Pinto Moreira⁽⁴⁾; Josué Maldonado Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudantes de Agronomia; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; jessicak.pestana@gmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽³⁾ Mestre em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽⁴⁾ Professores; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram estimar a capacidade geral e específica de combinação entre dez linhagens de milho superdoce; identificar linhagens e híbridos com desempenho superior e determinar o tipo preponderante de ação gênica para diferentes características agrônomicas. Os 45 híbridos obtidos pelos cruzamentos dialélicos entre dez linhagens S₆ de milho superdoce, obtidos segundo o método IV de Griffing, e as testemunhas (Tropical Plus, Balu 01 e Balu 34) foram avaliadas utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, empregando parcelas de uma fileira de 4,00 metros de comprimento, no espaçamento 0,80x0,20m. As linhagens L₅, L₉, L₁₀ apresentaram as maiores frequências de alelos favoráveis para a característica produtividade de espigas sem palha. Os híbridos L₅xL₉; L₅xL₈; L₂xL₅; L₅xL₇; L₇xL₁₀; L₃xL₉; L₇xL₉; L₁xL₉ e L₁xL₁₀ se destacaram por apresentar os melhores desempenhos, conter pelo menos uma das linhagens com g_i's superiores e as melhores estimativas de CEC para produtividades de espigas sem palha. Os efeitos aditivos foram os mais importantes para todas as características avaliadas, mas os não aditivos foram significativos para quase todas as características, com exceção da altura de espiga.

Termos de indexação: Dialelo completo, capacidade geral de combinação, híbridos

INTRODUÇÃO

O milho doce apresenta botânica e reprodução idênticas às do milho comum (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007), diferenciando apenas quanto ao tipo do grão enrugado e de aspecto vítreo quando maduro, devido à cristalização dos açúcares

e a menor quantidade de amido presente no endosperma (STORK & LOVATO, 1991).

Atualmente, no Brasil, a produção de milho superdoce é destinada quase integralmente para a industrialização. Assim, os híbridos de linhagem são as cultivares que melhor atende as exigidas da indústria por padronização, uniformidade, sanidade, além dos caracteres relacionados ao desempenho agrônomico.

Para o processo de avaliação e determinação do potencial das linhagens em cruzamentos foram desenvolvidas diversas metodologias (GRIFFING, 1956; GARDNER & EBERHART, 1966; HAYMAN, 1954).

Os métodos de Griffing (1956) se baseiam nos conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC). A CGC refere-se ao comportamento médio de cada genitor quando em cruzamento com os demais genitores, estando preponderantemente associada aos efeitos aditivos. Enquanto que a CEC está associada a uma combinação particular entre dois genitores, cujo desempenho está acima ou abaixo do esperado com base apenas na média e na CGC dos genitores, estando associada aos efeitos não aditivos (CRUZ & VENCOVSKY, 1989; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995).

Os objetivos deste trabalho foram estimar a capacidade geral e específica de combinação entre dez linhagens de milho superdoce; identificar linhagens e híbridos com desempenho superior e determinar o tipo preponderante de ação gênica para diferentes características agrônomicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2014/15, foram combinadas dez

linhagens endogâmicas (L_i) de milho superdoce, com seis ciclos de autofecundações (S_6), obtidas no Programa de Melhoramento Genético de Milho do Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Londrina, em um dialeto completo, segundo o método IV de Griffing (1956).

Os 45 híbridos experimentais e as testemunhas Tropical Plus (Syngenta), Balu 01 e Balu 34 (Balú Sementes) foram avaliadas utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados com três repetições, em parcelas de fileiras simples de 4,00 m de comprimento, no espaçamento de 0,80 x 0,20 m.

Os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura. A colheita foi realizada quando os grãos apresentaram aproximadamente 75% de umidade, entre 20 a 28 dias após o florescimento.

As características avaliadas foram: produtividade de espigas sem palha (PE, em kg ha^{-1}) corrigido para estande ideal e extrapolado para 62500 plantas ha^{-1} ; diâmetro de espiga (DE, em cm); comprimento de espiga (CE, em cm); altura de planta (AP, em cm); altura de espiga (AE, em cm) e dias para o florescimento (FL).

A análise de variância com base em média de tratamentos foi realizada com decomposição dos efeitos de tratamentos em híbridos versus tratamentos (H vs T), testemunhas (T) e híbridos experimentais (H), empregando o Programa SAS (Statistical Analysis System). Os híbridos experimentais foram desdobrados em CGC e CEC, segundo o método IV de Griffing (1956). As médias de tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, empregando o software GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância foram verificados efeitos significativos de híbridos experimentais para todas as características estudadas, revelando diferentes desempenhos destes genótipos (**Tabela 1**).

As testemunhas não diferiram apenas para altura de plantas e as médias revelaram um desempenho superior do híbrido Balu 34 (**Tabela 1**).

Para o contraste testemunhas versus híbridos experimentais não houve diferenças para produtividade e altura de planta (**Tabela 1**). Estes resultados mostram que a média geral dos híbridos experimentais foi semelhante ao das testemunhas comerciais para produtividade e altura de planta, mas eles foram mais precoces e apresentaram espigas mais baixas e menores comprimentos e diâmetros de espiga.

Dentre os híbridos experimentais, 24 não diferem das melhores testemunhas para produtividade de

espigas sem palha, com médias entre 12731 a 9870 kg ha^{-1} ; 5,2 a 4,3 cm para diâmetro de espiga; 20,5 a 15,8 cm para comprimento de espiga; 160 a 197 cm para altura de planta; 54 a 102 cm para altura de espiga e 51 a 55 dias para o florescimento.

Dentre estes 24 híbridos, nove apresentaram estimativas de s_{ij} para produtividade de espigas sem palha acima de 1000 kg ha^{-1} e sete apresentaram estimativas entre 425 a 964 kg ha^{-1} , evidenciando a existências de efeitos significativos de CEC (**Tabela 1 e 2**). Não foi detectado efeitos significativos de CEC apenas para altura de espiga, mostrando que para as demais características existem combinações híbridas com desempenhos diferentes e que não podem ser explicadas apenas pela média dos pais e suas \hat{g}_i s.

Foram observados efeitos significativos de capacidade geral de combinação, em todas as características avaliadas (**Tabela 1**). Assim, com base nos efeitos significativos de g_i e s_{ij} , pode-se inferir que os efeitos aditivos e não aditivos, em ordem decrescente, foram importantes para produtividade de espigas sem palha, diâmetro e comprimento de espigas, altura de plantas e dias para florescimento. Entretanto, para altura de espigas houve uma preponderância dos efeitos aditivos no controle desta característica (**Tabela 2**). Estes resultados estão de acordo com o observado por Teixeira et al. (2001) e Bordallo et al. (2005), avaliando híbridos de linhagens de milho superdoce.

As linhagens com melhores \hat{g}_i s para produtividade de espiga sem palha foram L_5 , L_9 e L_{10} , com destaque para L_5 por ainda possuir estimativas positivas para diâmetro e comprimento de espigas (**Tabela 2**).

Os híbridos $L_5 \times L_9$; $L_5 \times L_8$; $L_2 \times L_5$; $L_5 \times L_7$; $L_7 \times L_{10}$; $L_3 \times L_9$; $L_7 \times L_9$; $L_1 \times L_9$ e $L_1 \times L_{10}$ se destacaram por apresentar os melhores desempenhos, conter pelo menos uma das linhagens com \hat{g}_i s superiores e as melhores estimativas de CEC para produtividades de espigas sem palha.

CONCLUSÕES

As linhagens L_5 , L_9 , L_{10} apresentam as maiores freqüências de alelos favoráveis para a característica peso de espigas sem palha, com as maiores estimativas de g_i .

Os híbridos $L_5 \times L_9$; $L_5 \times L_8$; $L_2 \times L_5$; $L_5 \times L_7$; $L_7 \times L_{10}$; $L_3 \times L_9$; $L_7 \times L_9$; $L_1 \times L_9$ e $L_1 \times L_{10}$ apresentam maior potencial para o desenvolvimento de novas cultivares.

Os efeitos aditivos foram mais importantes para a variação das características avaliadas, sendo também importantes os efeitos não aditivos para as características produtividade de espigas sem palha,

diâmetro e comprimento de espigas, altura de planta e dias para florescimento.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Londrina e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123-127, 2005.

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425- 438, jun. 1989.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. **Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations**. **Biometrics**, North Carolina, v. 22, p. 439-452, 1966.

GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, East Melbourne, v.9,p.463-493, 1956.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. de. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press. 1995. 468p.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallelcrosses. **Genetics**, Austin, v. 39, p. 789-809, 1954.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p.93-103, 2007.

STORK, L., LOVATO, C. Milho doce. **Ciência Rural**, v. 2, p. 283-292, 1991.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, I. R. P.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.25, n.3, p.483-488, 2001.

Tabela 1 - Quadrados médios com base em médias de tratamentos, níveis de significância e as médias das testemunhas e dos híbridos para as características peso de espigas sem palha (PE, em kg ha⁻¹), diâmetro de espiga (DE, em cm), comprimento de espiga (CE, em cm), altura de plantas (AP, em cm) e altura de espiga (AE, em cm), e dias para o florescimento (FL).

FV	GL	PE	DE	CE	AP	AE	FL
Testemunhas	2	4697657**	0,2137**	1,4326**	58,278 ^{ns}	146,82**	1,0278**
Test vs Híbridos	1	1891427 ^{ns}	0,0452**	1,5207**	22,000 ^{ns}	375,56**	98,889**
Híbridos	44	1701636**	0,0591**	1,1737**	109,83**	105,60**	1,2780**
CGC	9	3631092**	0,1944**	3,2164**	338,14**	409,33**	4,2697**
CEC	35	1205490**	0,0243**	0,6484**	51,124*	27,495 ^{ns}	0,5087**
Erro	88	516394	0,0057	0,1763	30,529	21,824	0,1789
CV%		12,6	2,9	4,1	5,5	10,8	1,3
Médias							
Tropical Plus		8830b	4,1e	17,9b	164	72c	60a
Balu01		10041a	4,8b	17,4c	179	91a	60a
Balu34		13040a	5,0a	19,7a	174	94a	59b
Média Híbridos		9817	4,5	17,6	175	74	54

ns, *, e **: não significativo e significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente. τ : quadrados médios e coeficiente de variação (CV%) com base na análise de notas de severidade (x) transformadas para \sqrt{x} . Médias seguidas pelas mesmas letras pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (g_i) para as características peso de espigas sem palha (PE, em kg ha⁻¹), diâmetro de espiga (DE, em cm), comprimento de espiga (CE, em cm), altura de plantas (AP, em cm) e altura de espiga (AE, em cm), dias para o florescimento (FL), e capacidade específica de combinação (s_{ij}) para PE.

L_i	Estimativas de g_i						Estimativas de s_{ij} para PE									
	PE	DE	CE	AP	AE	FL	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	
L_1	-806	-0,1	-0,2	3	4	1,4	-986	-750	22	-394	1049	-1216	383	1071	825	
L_2	-984	-0,2	-0,7	5	0	-0,8		710	1545	1503	402	-2098	-282	-837	45	
L_3	-59	0,2	-0,4	3	2	0,8			703	53	-93	-1109	-687	964	209	
L_4	-30	0,0	0,1	-4	-4	0,0				-1840	1104	1072	-418	-1264	-924	
L_5	1471	0,2	1,2	6	12	0,3					-1424	425	662	1040	-22	
L_6	7	0,0	0,0	-7	-5	-0,1						809	1131	-1520	-1458	
L_7	-296	-0,1	0,0	-7	-4	-0,8							-400	828	1688	
L_8	90	-0,2	0,9	10	11	0,2								-154	-236	
L_9	403	0,2	-0,8	0	-9	-0,1									-127	
L_{10}	205	0,0	0,0	-9	-6	-1,0										

Caracterização morfofisiológica de 36 híbridos de milho em Rio Branco Acre.

Wilson José dos Santos⁽¹⁾; **Matheus Matos do Nascimento**⁽²⁾; **Lidiane Assis Silva**⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal do Acre - UFAC; Rio Branco, Acre; hadameswilson96@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante; UFAC; matheusmattos@gmail.com; ⁽³⁾ Professora Doutora Adjunta; UFAC; lidisagro@gmail.com.

RESUMO: Uma das culturas mais difundidas no mundo, o milho é uma das principais fontes de calorias aos seres humanos e animais. Estudos na área do melhoramento vegetal vêm sendo realizados com intuito de obter variedades com maior produtividade por hectare, resistência a estresses abióticos e bióticos. O experimento teve como objetivo identificar híbridos de milho com características morfofisiológicas que atendessem as exigências edafoclimáticas e comerciais da região de Rio Branco - Acre. Foi implantado na área experimental da Universidade Federal do Acre, durante o mês de fevereiro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi o látice simples 6 x 6, sendo formado por 36 tratamentos com duas repetições. A recomendação de adubos foi feita com base na análise de solo. Foram avaliadas características morfofisiológicas de interesse: número em dias que ocorreu a germinação, florescimento masculino, florescimento feminino, altura de plantas e altura de espigas, fatores muito importantes na hora de se escolher uma cultivar. Os híbridos apresentaram um bom desenvolvimento relacionado à altura de espiga e da planta, ideais para serem utilizados na integração lavoura pecuária, quanto aos dias para germinação, todos os híbridos mantiveram um padrão, garantido desenvolvimento uniforme no estágio inicial.

Termos de indexação: Adaptabilidade, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O Brasil consolidou-se como o terceiro maior produtor mundial de milho, mas apesar de o milho ser cultivado em praticamente todos os estados da federação, mais de 50 % da produção nacional concentra-se nas regiões sul e sudeste MAPA (2014). O milho híbrido de linhagens foi o grande responsável pela evolução sobrevinda no rendimento da cultura, permitindo altos ganhos hoje

obtidos pelos agricultores mais tecnificados (PATERNIANI & CAMPOS, 2005). A interação genótipo ambiente pode alterar as características morfofisiológicas altura da espiga, altura da planta, florescimento feminino, florescimento masculino e germinação de híbridos de milho nas mais diferentes condições edafoclimáticas. Uma vez que, esses híbridos foram desenvolvidos especificamente em regiões de clima diferente de onde estão sendo cultivados e essas características estão diretamente relacionadas com a produtividade, podendo ser alterado negativa ou positivamente é necessário conhecer como se comportam tais características, em solo acreano, para uma recomendação que minimize as perdas em variadas formas de cultivo.

Nos últimos dez anos o Estado do Acre vem aumentando a área cultivada de milho, proporcionando ao mercado interno aumento da produção e suprimento do grão (QUEIROZ et al, 2014).

A tecnologia existente favorece que anualmente sejam lançados diversos híbridos no comércio, tornando a escolha da semente um dos fatores que podem afetar diretamente a produtividade. Híbridos de milho pouco influenciado pelas condições adversas de ambiente contribuirão com o pacote de inovações tecnológicas que os agricultores do estado do Acre estão adotando para aumentar a produtividade média por hectare sem expandir a fronteira agrícola.

Assim, o objetivo do seguinte trabalho foi identificar híbridos experimentais com características morfofisiológicas que atendam às exigências do mercado local.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduzido no campus experimental da Universidade Federal do Acre, UFAC Rio Branco Acre, de fevereiro à abril, nas coordenadas S 10°01'30" e W 67°42'18", numa altitude de aproximadamente 60 m. O clima da região é AWI (quente e úmido) segundo a classificação de

Köppen, com temperatura máxima e mínima, precipitação anual e umidade relativa de 31°C e 21°C, 1.648,94 mm e 83%, respectivamente AGRITEMPO (2016).

Foram utilizados trinta e seis híbridos de milho provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, localizada na cidade de Sete Lagoas - MG.

O delineamento experimental utilizado foi o látice simples 6 x 6, sendo formado por 36 tratamentos com duas repetições. As parcelas experimentais tinham as dimensões de 1,60 m x 4,0 m = 6,4 m² e constaram de duas fileiras de 4 m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,80 m. Dentro da fileira, o espaçamento de 0,20 m entre covas, em 20 covas por fileira, colocada uma semente por cova. A adubação de plantio foi feita com base na análise de solo e na produtividade estimada de 9,20 t/ha¹, com 550 kg/ha da formulação 16,78% de Uréia - 45% de Nitrogênio (N), 38,9 % de Superfosfato simples - 20% de P₂O₅ e 44,36 % de Cloreto de potássio - 60% de K₂O (K). A adubação em cobertura consistiu em 92 t/ha¹ de (N), foi realizada quando as plantas encontravam-se com 6 folhas completamente expandidas. Dispensou-se o uso de herbicidas e inseticidas, controlando as plantas invasoras com primeira e segunda capina aos 26 e 54 dias após a semeadura, respectivamente. O controle da lagarta do cartucho e demais pragas foram feitos manualmente.

Os caracteres avaliados foram:

Germinação (G) considerou-se germinada quando as plantas atingiram 2 folhas completamente expandidas; Florescimento masculino (FM): avaliado quando a parcela atingiu 50% de pendões liberando pólen, em dias; Florescimento feminino (FF): avaliado quando a parcela atingiu 50% das plantas com estilo-estigma à vista nas espigas, em dias; Altura de plantas (AP): medida (média) do solo à lígula da folha bandeira, em cm; Altura de espigas (AE): medida (média) do solo à inserção da espiga superior da planta, em cm.

Foram realizadas análises de variância de todas as características avaliadas e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características morfofisiológicas avaliadas: (G); (FM); (FF); (AP); e (AE), no teste comparativo de médias Scoot-Knott, não foram constatadas diferenças significativas.

Apesar de não ser observados resultados expressivos, estatisticamente, entre as variáveis analisadas, os dados são importantes, pois visualmente foram observadas diferenças entre os 36 híbridos avaliados, mesmo tendo-se comportado de uma maneira homogênea na área.

Em ensaio realizado por Queiroz et al. (2014), em Rio Branco, no Acre, para essas mesmas características, FF, AP e AE observou-se diferenças significativas, o que assinala que apesar da grande variabilidade dos genótipos, a época do plantio pode ter sido um fator preponderante para garantir a homogeneidade dos híbridos avaliados, uma vez que, o experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro à abril e a safra 2015/2016 é tida como atípica no calendário agrícola do estado com precipitação média muito abaixo do esperado na região.

Os híbridos 1K1306, BRS1055, 1L1457, 1K1301, em destaque na tabela 1, apresentaram características morfofisiológicas FF, AP e AE semelhantes as encontradas por Queiroz et al. (2014) com valores médios relacionado a produtividade de 7785, 7429, 7292 e 7081 quilogramas por hectare, respectivamente. Em geral, a produtividade por hectare esperada para a safra 2015/2016, no Acre, está abaixo da média nacional, 4,8 t/h¹, Conab (2016). Esses híbridos e os demais híbridos em destaque na tabela possuem características relacionadas a produtividade superiores à média esperada para a safra 2015/2016.

Os resultados apresentados nesse trabalho refletem a condição agrícola da safra 2015/2016, não podem ser desconsiderados, mas os híbridos necessitam ser avaliados novamente em uma nova safra, assim, aumentando a sua confiabilidade.

CONCLUSÕES

Os 36 híbridos não apresentaram diferenças significativas, nas características morfofisiológicas relacionadas à germinação, florescimento feminino, florescimento masculino, altura de plantas e altura de espigas, mostrando que os híbridos mantiveram uma uniformidade para as características avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Acre-UFAC, CNPq, Embrapa milho e sorgo Sete Lagoas-MG, aos alunos Crislayne Mandrote, Douglas Maciel, Simone Domingues, Jéssica Fyama, Leandro Santos, Lucas Livas e aos demais amigos que contribuíram direta ou indiretamente com esse projeto.

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Dados meteorológicos: Acre. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=AC>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

CRUZ, C. D. Programa Genes: versão Windows. Viçosa, MG: UFV, 2001. 642 p.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>> Acesso em: 26 junho de 2016.

Ministério da agricultura, Milho. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em 26 de junho de 2016.

QUEIROZ, L. R.; GUIMARÃES, P. E.; GUIMARÃES, L. J. M.; TARDIN, F. D. **Desempenho de híbridos de milho nas condições de primeira safra em Rio Branco-AC**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30, 2014 Salvador. Anais... Associação Brasileira de milho e sorgo, 2014.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 969 p.

Tabela 1 - Valores médios de características morfofisiológicas relacionadas germinação (DG) em dias, florescimento feminino (DFF) em dias, florescimento masculino (DFM) em dias, altura de planta (AP) em cm, altura de espiga (AE) em cm, avaliadas em 36 híbridos de milho na Universidade.

Híbridos	DG	DFF	DFM	AP	AE
1M1752	7,0 ^a	48,0 ^a	49,0 ^a	192,0 ^a	100,0 ^a
1M1757	6,0 ^a	49,0 ^a	50,0 ^a	203,0 ^a	106,0 ^a
1L1411	6,0 ^a	48,0 ^a	50,0 ^a	220,0 ^a	110,0 ^a
1M1810	6,0 ^a	46,0 ^a	47,0 ^a	213,0 ^a	105,0 ^a
1M1807	6,0 ^a	47,0 ^a	48,0 ^a	209,0 ^a	100,0 ^a
1M1718	6,0 ^a	48,0 ^a	49,0 ^a	209,0 ^a	107,0 ^a
1M1732	6,0 ^a	50,0 ^a	53,0 ^a	195,0 ^a	103,0 ^a
1K1301	6,0 ^a	48,0 ^a	52,0 ^a	219,0 ^a	109,0 ^a
1L1457	6,0 ^a	48,0 ^a	53,0 ^a	208,0 ^a	105,0 ^a
2B707PW	6,0 ^a	49,0 ^a	50,0 ^a	208,0 ^a	104,0 ^a
1N1886	6,0 ^a	49,0 ^a	51,0 ^a	202,0 ^a	93,0 ^a
1N1975	6,0 ^a	49,0 ^a	53,0 ^a	196,0 ^a	97,0 ^a
1M1824	6,0 ^a	48,0 ^a	50,0 ^a	219,0 ^a	110,0 ^a
1M1819	6,0 ^a	48,0 ^a	50,0 ^a	209,0 ^a	106,0 ^a
1N1958	6,0 ^a	48,0 ^a	51,0 ^a	207,0 ^a	102,0 ^a
1N1962	6,0 ^a	49,0 ^a	50,0 ^a	199,0 ^a	103,0 ^a
1N1901	6,0 ^a	49,0 ^a	49,0 ^a	241,0 ^a	123,0 ^a
AG8088PRO	6,0 ^a	46,0 ^a	47,0 ^a	208,0 ^a	109,0 ^a
1N1900	6,0 ^a	47,0 ^a	48,0 ^a	225,0 ^a	116,0 ^a
1N1925	6,0 ^a	48,0 ^a	49,0 ^a	204,0 ^a	112,0 ^a
1N1927	6,0 ^a	48,0 ^a	49,0 ^a	211,0 ^a	110,0 ^a
BRS 1055	6,0 ^a	48,0 ^a	52,0 ^a	208,0 ^a	101,0 ^a
1N1932	6,0 ^a	49,0 ^a	49,0 ^a	237,0 ^a	125,0 ^a
1N1966	6,0 ^a	48,0 ^a	53,0 ^a	218,0 ^a	104,0 ^a
1N1915	6,0 ^a	46,0 ^a	48,0 ^a	214,0 ^a	110,0 ^a
1K1306	6,0 ^a	47,0 ^a	49,0 ^a	215,0 ^a	117,0 ^a
1N1884	6,0 ^a	49,0 ^a	49,0 ^a	259,0 ^a	137,0 ^a
1N1882	6,0 ^a	48,0 ^a	49,0 ^a	246,0 ^a	131,0 ^a
1N1933	6,0 ^a	45,0 ^a	47,0 ^a	212,0 ^a	128,0 ^a
1M1804	7,0 ^a	47,0 ^a	52,0 ^a	221,0 ^a	107,0 ^a
1M1731	6,0 ^a	48,0 ^a	52,0 ^a	208,0 ^a	106,0 ^a
1M1760	6,0 ^a	48,0 ^a	51,0 ^a	200,0 ^a	102,0 ^a
2B587PW	6,0 ^a	45,0 ^a	47,0 ^a	191,0 ^a	101,0 ^a
1M1764	6,0 ^a	47,0 ^a	51,0 ^a	218,0 ^a	109,0 ^a
1L1421	6,0 ^a	47,0 ^a	52,0 ^a	222,0 ^a	118,0 ^a
DKB390PRO	7,0 ^a	47,4 ^a	49,0 ^a	202,0 ^a	116,0 ^a
Média	6,31	48,04	50,23	213,12	109,68



Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Comparação de desempenho e análise de correlação entre caracteres agronômicos e produtividade em híbridos de milho em Ponta Porã, MS.

Aline de Oliveira⁽¹⁾; Florencio David⁽²⁾; Vander André Berres⁽³⁾; Luiz Antonio Assis Lima⁽⁴⁾; Murilo Henrique Bitencort de Lima⁽⁵⁾; Livia Maria Chamma Davide⁽⁶⁾

⁽¹⁾Graduanda de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS (lineoliveira.agronomia@gmail.com); ⁽²⁾ Mestrando de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, ⁽³⁾ Mestrando de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁴⁾ Graduando de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁵⁾ Graduando de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁶⁾ Profa Dra da Faculdade de Ciências Agrárias da Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados.

RESUMO: Híbridos de milho são vastamente utilizados no Brasil devido a seus maiores rendimentos e tecnologias agregadas, entretanto, híbridos são restritos a regiões específicas, tornando essencial que se estude o rendimento de genótipos em diversas regiões, assim como, para o desenvolvimento de híbridos é necessário lidar com intensa seleção em inúmeros materiais, sendo possível empregar análises de correlação para facilitar este processo. O presente trabalho avaliou 19 híbridos quanto ao seu desempenho na cidade de Ponta Porã, MS e também contou com a análise de correlação a fim de identificar possíveis correlações positivas entre caracteres agronômicos e a produtividade. O experimento foi implantado em 2012, em DBC. Os dados referentes a altura de planta (AP) em m; altura de inserção de espiga (AE) em m; número de plantas mortas na parcela (PM); estande final (SF); produtividade (PROD) em Kg ha^{-1} s foram submetidos à teste de média e análise de correlação com auxílio do programa computacional Genes. Constatou-se que há variabilidade para as características avaliadas, com exceção de altura de plantas e que os híbridos apresentam rendimento satisfatório para a segunda safra da região. Além disso, verificou-se correlação significativa entre altura de plantas e altura de inserção de espiga, altura de inserção de espiga e produtividade e número de plantas mortas e estande final.

Termos de indexação: melhoramento vegetal, seleção indireta, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho destaca-se como cultura de grande importância econômica e social, pois se relaciona diretamente com a cadeia de produção animal, sendo utilizada como fonte alimentar, e também para o consumo humano e na indústria. A cultura apresenta potencial para impulsionar o setor agrícola em função de ser utilizada como espécie modelo no desenvolvimento de pesquisas básicas e avançadas.

Entre as tecnologias envolvidas na cadeia produtiva do milho, notoriamente destaca-se a utilização de híbridos, obtidos por meio da exploração da heterose. Devido ao maior rendimento apresentado por estes, híbridos ocupam grande parte da área destinada à produção da cultura no território brasileiro.

Programas de melhoramento vegetal buscam obter resultados superiores aos já presentes no mercado, para tal, inicia-se com inúmeros germoplasmas de onde o melhorista deve selecionar os de melhores desempenho. A fim de auxiliar este processo, o uso de análises de correlação entre caracteres agronômicos e produtividade podem ser bastante úteis, uma vez que quando há correlação entre atributos é possível obter ganhos em um ao selecionar o outro (Ferreira et al., 2003).

Ainda que se obtenham híbridos de excelência, deve-se ressaltar a relação intrínseca entre o desempenho agrônomo destes e as condições edafoclimáticas presentes na região de cultivo. Assim, é importante que se avalie o desempenho de híbridos de forma regionalizada, visando obter dados acerca dos genótipos em estudo e definir áreas em que este possa atingir seu potencial.

O presente trabalho avaliou 19 híbridos triplos quanto aos seus rendimentos na cidade de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul e ainda a correlação

apresentada entre seus atributos agronômicos e produtividade atingida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 2012 no município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. A região está incluída na classificação Cfa, segundo Köppen (1948), isto é, conta com clima subtropical úmido. A área experimental foi previamente adubada com 200 kg ha⁻¹ de NPK 10-15-25, as parcelas experimentais contavam duas linhas de 5m, tendo por padrão 20 covas por linha em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com 3 repetições. Empregou-se 19 tratamentos, isto é, 19 híbridos triplos para avaliação.

Avaliaram-se caracteres agronômicos a fim de correlacioná-los e ainda comparar o desempenho apresentado pelos diferentes híbridos. Foram coletados dados quanto à altura de planta (AP) em m, altura de inserção de espiga (AE) em m, número de plantas mortas na parcela (PM), estande final (SF) em plantas por parcela e produtividade em Kg ha⁻¹ (PROD). A produtividade foi corrigida para 13% de umidade.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional Genes (Cruz, 2009), onde os dados foram submetidos à teste de agrupamento de média pelo método de Scott-Knott (1974) e também à análise de correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (dados não apresentados) indicou que os caracteres AE, PM, SF e PROD apresentaram-se significativos quanto ao teste F a 5% de probabilidade, o que contrasta com AP, sendo esta uma característica sem diferença significativa entre os tratamentos.

Com base nos valores médios apresentados pelas características (**Tabela 1**), pode-se observar que em geral, os híbridos avaliados apresentam porte médio, uma vez que as médias de AP e AE foram de 2,32 e 1,35 m respectivamente. Tal comportamento é interessante para híbridos comerciais.

De acordo com o agrupamento de médias, houve 6 grupos distintos de comportamento quanto a AE, onde o híbrido 13 atingiu maior valor. Estudos como o de Repke et al. (2012) indicam que plantas com maior altura de espiga apresentam maior susceptibilidade à acamamento. Uma vez que a região de Ponta Porã é bastante plana e comumente

apresenta registro de tempestades, sugere-se que os híbridos de maiores médias para essa característica exijam maior atenção com acamamento ao serem cultivados na região.

Tabela 1. Valores médios de altura de planta (AP) em m; altura de inserção de espiga (AE) em m; número de plantas mortas na parcela (PM); estande final (SF); produtividade (PROD) em Kg ha⁻¹ obtidos a partir de 19 híbridos triplos (HT) de milhos cultivados em Ponta Porã- Mato Grosso do Sul, 2012.

HT	AP	AE	PM	SF	PROD
1	2,2 a	1,3 d	8,3 b	71,0 a	4692,5 a
2	2,4 a	1,4 c	10,3 c	71,3 a	4759,1 a
3	2,3 a	1,3 d	13,00 d	72,0 a	4862,9 a
4	2,3 a	1,4 c	6,66 b	71,3 a	5753,9 a
5	2,5 a	1,5 b	9,00 b	71,3 a	4899,6 a
6	2,4 a	1,4 c	8,66 b	69,7 a	4587,1 a
7	2,3 a	1,3 d	14,00 d	69,3 a	3537,1 b
8	2,1 a	1,0 f	11,30 d	70,7 a	3406,6 b
9	2,3 a	1,3 d	9,66 c	70,3 a	5200,3 a
10	2,3 a	1,3 e	9,66 c	71,7 a	4235,6 b
11	2,3 a	1,5 b	9,66 c	70,7 a	5149,4 a
12	2,4 a	1,5 b	12,00 d	70,0 a	4584,0 a
13	2,5 a	1,7 a	10,30 c	70,7 a	5251,9 a
14	2,4 a	1,3 d	12,00 d	72,7 a	5026,0 a
15	2,3 a	1,3 d	3,66 a	51,7 b	3816,0 b
16	2,4 a	1,3 d	12,00 d	70,3 a	4449,8 a
17	2,3 a	1,2 e	10,00 c	70,0 a	5185,3 a
18	2,4 a	1,4 c	7,66 b	71,7 a	4997,0 a
19	2,2 a	1,4 d	8,66 b	71,7 a	4565,5 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto à produtividade, nota-se a divisão dos tratamentos em dois grupos, há destaque para o rendimento apresentado pelo híbrido 4 e os demais híbridos componentes do grupo de média deste. Os valores médios alcançados pelos híbridos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 e 19 são considerados elevados para a segunda safra na região sul de Mato Grosso do Sul, indicando que estes sejam mais aptos para a região.

A análises de correlação realizadas determinaram correlação significativa positiva e de

magnitude mediana entre as características de AE e PROD (**Tabela 2**).

Tais resultados confirmam os já obtidos anteriormente por outros autores como Churata e Ayala-Osuna, 1996 e Souza et al., 2014. Bello et al. (2010) que concluíram que a altura de espiga é um parâmetro agrônomo importante que deve ser considerado como critério de seleção indireta para híbridos de alto rendimento de grãos.

Tabela 2. Valores da análise de correlação entre as características de altura de planta (AP) em m; altura de inserção de espiga (AE) em m; número de plantas mortas (PM); estande final (SF) em plantas por parcela; produtividade (PROD) em Kg ha⁻¹, de 19 híbridos triplos de milho em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, 2012.

	AE	PM	SF	PROD
AP	0,82 **	-0,52 ^{ns}	-0,024 ^{ns}	0,45 ^{ns}
AE		-0,13 ^{ns}	0,048 ^{ns}	0,56 *
PM			0,582 **	-0,17 ^{ns}
ST				0,39 ^{ns}

(*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; (**) significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; (ns) não significativo.

Os resultados das análises de correlação indicam ainda, correlações significativas e de alta magnitude para AP e AE, assim plantas de maiores alturas corroboram para maior altura de inserção de espiga. Também foi verificada correlação significativa para PM e SF.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, houve diferença significativa entre as características avaliadas para os 19 híbridos, exceto quanto à altura de planta. Todos os híbridos apresentaram rendimento considerado elevado para a segunda safra da região sugerindo que estes podem seguir satisfatoriamente em programas de melhoramento genético. A existência de correlação significativa entre AE e PROD indica que altura de inserção de espiga pode ser considerada como característica para a seleção indireta de produtividade.

REFERÊNCIAS

BELLO, O. B. et al. Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic characters among open pollinated maize varieties and their hybrids in a

diallel cross. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 18, p. 2633- 2639, 2010.

CHURATA, B. G. M.; AYALA-OZUNA, J. T. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente e análise de trilha em caracteres avaliados no composto de milho (*Zea mays*). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 43, n. 249, p. 628- 636, 1996.

CRUZ C.D. **Programa Genes: versão Windows – aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, UFV, 2009. 648p.

FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.

KÖEPPEN, W. **Climatología: como un estudio de los climas de la tierra**. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479p.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012, p. 1940-1943.

SOUZA, T. V.; RIBEIRO, M. C.; SCALON, J. D.; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, MG. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 26, n. 4, p. 495 – 506. 2014.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Comparação de testadores em linhagens de milho superdoce

Diego Yassuo Kuroda⁽¹⁾; **Thiago Hideo Nihei**⁽²⁾; **Maurício Carlos Kuki**⁽³⁾; **Filipe Augusto Bengosi Bertagna**⁽³⁾; **Hayssa Vilela Santos**⁽⁴⁾; **Marcelo Akira Saito**⁽⁵⁾ **Omar Possatto Junior**⁽³⁾; **Evandrei Santos Rossi**⁽³⁾.

¹Graduando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá UEM/Maringá-PR/Brasil; yk.95@hotmail.com.

²Doutorando no PGA, Universidade Estadual de Maringá/Maringá-PR/Brasil. ³Doutorando no PGM, Universidade Estadual de Maringá/Maringá-PR/Brasil. ⁴Mestranda PGM, Universidade Estadual de Maringá/Maringá-PR/Brasil.

⁵Graduando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá UEM/Maringá-PR/Brasil.

RESUMO: O milho superdoce é um tipo especial de milho, destinado exclusivamente ao consumo humano, apresentam características qualitativas superiores quando comparado ao milho comum. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de testadores de milho superdoce quanto à capacidade de discriminação de linhagens tropicais, convertidas por meio da introgressão do alelo recessivo *sh2*. Os ensaios foram instalados na safra verão de 2015/2016, nos municípios de Rolândia-PR e Maringá-PR. O delineamento utilizado foi de blocos completos ao acaso com duas repetições. As características avaliadas foram: Massa de Espigas Totais, Massa de Espigas Comerciais e °Brix (%). A interação da capacidade geral de combinação x ambiente e da capacidade específica de combinação x ambientes, das linhagens e dos testadores foi significativa, indicando a ação dos efeitos aditivos e não aditivos na variância genotípica para todas as características estudadas. A variedade mista (testador) manifestou valores negativos da capacidade geral de combinação (CGC) para as três variáveis, sendo ótima opção de testador para seleção de linhagens com boa CGC. O testador L4 é eficiente para discriminar linhagens quanto à capacidade específica de combinação. A linhagem BALU-182 apresentou o maior valor CEC, associado elevada média para PET e PEC em Rolândia-PR quando em cruzamento com Tropical, evidenciando boa complementariedade entre estes genitores.

Termos de indexação: Gene *shrunken-2*, *topcrosses*, parâmetros genéticos.

INTRODUÇÃO

No Brasil, todos os híbridos de milho superdoce produzidos possuem o gene *shrunken-2*, os quais apresentam duas a três vezes mais sacarose na maturação quando comparados com populações portadores de outros genes. Esta característica permite que o genótipo de milho superdoce mantenha o teor de açúcar pós-colheita por mais tempo no grão (Boyer & Shannon, 1984).

O melhoramento do milho superdoce é resumido em duas estratégias: adaptação de germoplasma estrangeiro ou introdução do gene recessivo *sh2* em um genótipo de endosperma normal, por meio de retrocruzamentos. Nesta estratégia, o objetivo é recuperar o genótipo do genitor recorrente, exceto pela característica de interesse presente no genitor doador.

A obtenção de linhagens e a avaliação de seu comportamento, tanto em combinações híbridas quanto "per se", é um dos procedimentos básicos para obtenção de híbridos superiores. O método *topcross*, que consiste no cruzamento entre as linhagens e um testador, permite a seleção das linhas mais promissoras. A escolha do testador deve gerar informações que classifiquem corretamente o potencial relativo das linhagens em cruzamento, maximizando o ganho genético (Rodvalho et al., 2012).

A análise dialélica tem por finalidade analisar o delineamento genético, provendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de progenitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres. Desta maneira são estimados os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação.

A estimação da capacidade de combinação das linhagens pode ser feita tanto em gerações iniciais de endogamia, quanto em gerações finais. Contudo, se for feita em gerações iniciais de endogamia, é possível descartar genótipos pouco promissores que, seguramente, não terão uso potencial, reduzindo mão de obra e recursos gastos, assegurando maior número de progênies com desempenho superior à média da população original (FEHR, 1987).

Entre os possíveis métodos empregados para a avaliação de progênies, o método *top cross* permite a avaliação do mérito relativo de um grande número de linhagens, em nível intermediário de endogamia, com um testador comum, permitindo a eliminação das linhagens de desempenho inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de

desenvolvimento de híbridos (MIRANDA FILHO; VIÉGAS, 1987).

A correlação entre o desempenho das linhagens e de seus respectivos híbridos é muito baixa para ter algum valor preditivo, isto é, não é possível utilizar o desempenho das linhagens *per se* para se prever os dos híbridos (HALLAUER; LOPES-PEREZ, 1979; SMITH, 1986; MIHALJEVIC et al., 2005). Deste modo, a avaliação da capacidade combinatória das linhagens é imprescindível para que se obtenham boas combinações, culminando em híbridos de alto desempenho.

Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de testadores quanto à capacidade de discriminação de linhagens tropicais de milho comum introgridas com gene superdoce *sh2 sh2*, visando a produção de híbridos adaptados às condições brasileiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas linhagens originadas de retrocruzamentos, onde se fez a introdução do alelo mutante superdoce *shrunk-2 (sh2)* em linhagens tropicais de milho comum. O doador do gene foi o híbrido simples Tropical Plus. O processo de retrocruzamentos seguiu até a recuperação de, pelo menos, 93,75% dos genes proveniente do genitor recorrente. Foram obtidas 48 linhagens convertidas com o gene mutante superdoce.

Posteriormente as linhagens foram cruzadas com três testadores: uma variedade de polinização aberta denominada como Mista (base genética ampla); uma Linhagem denominada L4 e um híbrido simples comercial Tropical Plus (ambos de base genética restrita).

Os quatro experimentos (híbridos *top crosses* e linhagens *per se*) foram instalados em dois locais: o primeiro, na unidade de pesquisa da empresa de sementes Balu, e o segundo, na Fazenda Experimental de Iguatemi, de propriedade da Universidade Estadual de Maringá. A semeadura dos experimentos ocorreu na safra de verão do ano agrícola de 2015/2016.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos ao acaso, com duas repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de 5 metros, com espaçamento de 0,20 metros entre plantas e 0,70 metros de espaçamento entre as fileiras. A densidade de semeadura adotada foi de 57.000 plantas/hectare.

As variáveis respostas avaliadas foram: massa de espigas comerciais (MEC, kg), massa de espigas totais (MET, kg), e sólidos solúveis totais (°Brix), determinado após a colheita, por meio de refratômetro portátil digital, através de 5 espigas

representativas da parcela.

Foram verificadas a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley ($p > 0,05$) para cada local. Em seguida as variâncias residuais de cada local foram submetidas ao teste de homogeneidade de variância de Hartley ($p > 0,05$). Os pressupostos foram atendidos, em seguida, procedeu à análise de variância conjunta.

Em seguida foram realizadas análises individuais e conjuntas dos híbridos *topcrosses* e linhagens *per se*. Posteriormente, foi realizada análises dialélicas individuais e conjunta para estimar as capacidades geral e específica de combinação dos testadores e linhagens, em que foi utilizado o modelo de dialelo parcial proposto por Griffing (1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dialélica conjunta (Tabela 1), avaliada nos dois ambientes, permitiu quantificar a capacidade geral e específica de combinação, bem como suas interações com ambiente.

Os quadrados médios da análise dialélica conjunta revelaram efeitos significativos para os *topcrosses*, CGC (*topcrosses* e linhagens) e CEC para os três caracteres analisados (Tabela 1). Estes resultados indicam a presença de efeitos aditivos e não aditivos atuando na variância genotípica dos caracteres avaliados neste dialelo.

Tabela 1 - Análise dialélica parcial conjunta para Peso Espigas Totais (PET), Peso Espigas Comerciais (PEC) e °Brix dos híbridos *topcrosses*. Safra 2015/2016 – Rolândia-PR e Maringá-PR.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		PET (kg)	PEC (kg)	°Brix (%)
<i>Topcrosses</i>	143	1,37**	1,7383**	1,3886**
CGC Testadores (Test)	2	11,78**	12,032**	11,64**
CGC Linhagens (L)	47	1,50**	2,4939**	2,017**
CEC	94	1,09**	1,1415**	0,855**
Ambientes (A)	1	358,0**	240,59**	414,12**
<i>Topcrosses</i> × A	143	0,61**	0,9351**	0,8880**
CGC Test × A	2	5,51**	4,8069**	0,1590*
CGC L × A	47	0,565**	1,4158**	1,3020**
CEC × A	94	0,542**	0,6123**	0,6965*
Resíduo combinado	288	0,2525	0,32150	0,71100

*, ** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente. ^{ns} Não significativo pelo teste F.

Os resultados significativos para a interação CGC (testadores e linhagens) com ambientes indicam desempenho variável das linhagens e testadores quanto aos seus efeitos aditivos de acordo com cada ambiente (Tabela 1). Da mesma forma, a interação CEC x ambientes indica que os híbridos superiores em um local, poderão ter baixo desempenho no outro local (Tabela 1).

As estimativas de CGC para os testadores quanto à MET, MEC e °Brix (Tabela 2), demonstram diferença entre eles quanto à capacidade de discriminação das linhagens para capacidade geral de combinação.

Tabela 2. Estimativas da capacidade geral de combinação (G_i) dos testadores para massa espigas totais (MET), Massa espigas comerciais (MEC) e °Brix dos híbridos *topcrosses*. Safra 2015/2016 – Rolândia-PR e Maringá-PR.

	MET (kg)		MEC (kg)		°Brix (%)	
	Rolândia	Maringá	Rolândia	Maringá	Rolândia	Maringá
Variedade Mista	-0,224	-0,158	-0,241	-0,178	-0,29	-0,28
L4	0,463	0,096	0,449	0,106	0,17	0,11
Tropical Plus	-0,239	0,062	-0,208	0,072	0,12	0,17
DP (G_i)	0,047	0,036	0,053	0,041	0,06	0,08
DP ($G_i - G_i'$)	0,081	0,063	0,092	0,070	0,10	0,14

As maiores estimativas de CGC para MET e MEC foram obtidas pela linhagem L4 (Tabela 2). Este resultado indica presença de alelos favoráveis nessa linhagem para as características estudadas, sendo promissora para uso em combinações híbridas, visando produzir híbridos de milho superdoce de elevado potencial produtivo, aliado a maior teor de sólidos solúveis totais.

O testador L4 mostrou-se eficiente para a seleção de linhagens com objetivos de ganhos genéticos para MET e MEC, uma vez que obteve estimativas positivas de CGC para essas características (Tabela 2). Essa constatação se justifica pelo fato de que, ao usar uma linhagem endogâmica como testador, o principal objetivo é selecionar linhagens quanto à capacidade específica de combinação, especialmente quando o testador já dispõe de estimativas relevantes para CGC.

O testador Tropical obteve estimativas negativas da CGC para MET e MEC (Tabela 2). Considerando que o objetivo de se utilizar um híbrido simples comercial como testador é exclusivamente a discriminação das linhagens, uma vez que não será possível sua posterior exploração comercial como genitor, este testador foi bastante eficiente na discriminação quanto a estes caracteres.

A variedade Mista obteve valores negativos de CGC para as três variáveis. Essa constatação qualifica esse testador como uma ótima opção para seleção de linhagens com bons CGC para estas características, uma vez que seus

valores negativos não "contaminariam" os híbridos *topcrosses* e facilitariam a expressão das boas CGC por parte das linhagens avaliadas.

As estimativas dos efeitos da CGC (G_i) individualmente de cada linhagem (dados não apresentados), para todas as variáveis são desejáveis que se obtenha estimativas positivas e de grande magnitude, e que a diferença entre dois genótipos atinja pelo menos duas vezes o valor de desvio padrão calculado, para que a diferença seja relevante. Quando as estimativas atendem este quesito há uma indicação de que as linhagens em estudo proporcionam um incremento seus híbridos *topcrosses* (WERLE et al., 2014).

De acordo com Cruz e Regazzi (2001), se os valores de CGC são altos, positivos ou negativos, há indício de que o genitor em questão é superior ou inferior aos demais genitores do dialeto, com relação ao desempenho médio das progênies.

Considerando as estimativas de CGC (dados não apresentados), 19 linhagens (Balú-3, Balú-8, Balú-9, Balú-18, Balú-20, Balú-28, Balú-29, Balú-30, Balú-40, Balú-44, Balú-52, Balú-55, Balú-72, Balú-79, Balú-111, UEM-9, UEM-10, UEM-11, UEM-23) apresentaram valores relevantes a pelo menos uma das três características estudadas.

Para GGC referente a variável MET, destacaram-se 7 linhagens em Rolândia-PR e 6 em Maringá-PR, com destaque para UEM-23 que apresentou valores expressivos para as duas localidades. Pode-se ainda destacar a linhagem UEM-25, com a maior estimativa (1,094) para o caráter, no município de Rolândia-PR.

Para MEC, a linhagem UEM-23 destacou-se, com estimativas altas e positivas, juntamente com Balú-138, nos dois locais. Outras oito linhagens apresentaram estimativas relevantes para a característica, no entanto, não houve nenhuma que mantivesse valores expressivos para ambos os locais. Dentre essas, a maior estimativa (1,148) mais uma vez foi da linhagem Balú-28 em Rolândia-PR. Dessa forma fica evidente que para variáveis produtivas foi possível identificar linhagens promissoras para o melhoramento, com elevada CGC, aliado expressiva média para o caráter, sendo dois fatores fundamentais em um programa de melhoramento.

Para a variável °Brix, 9 linhagens (Balú-3, Balú-8, Balú-28, Balú-30, Balú-40, Balú-55, Balú-95, Balú-111, Balú-114) se destacaram para as estimativas de CGC, embora nenhuma delas tenha apresentado essa qualificação nos dois ambientes. Para esta variável merecem destaque as linhagens Balú-28 que apresentou estimativa de 1,202%, e Balú-30 com estimativa de 1,206%, com elevada CGC associada a valores expressivos para o

caráter (Balu-28 em Rolândia-PR, Balu-30 em Maringá-PR).

A CEC reflete a complementariedade entre os parentais envolvidos no cruzamento. Em outras palavras, a CEC diz respeito ao efeito de interação entre os alelos de cada parental (ação gênica de dominância) e o efeito das interações entre os alelos de diferentes locos envolvidos na transmissão do caráter (ação gênica epistática). Estes efeitos genéticos não aditivos não podem ser previstos com base na CGC, ou seja, só podem ser estimados após a avaliação do genótipo quando em cruzamento (Sprague; Tatum, 1942).

Analisando as estimativas de CEC das três variáveis estudadas (dados não apresentados), verificam-se estimativas importantes para MET e MEC. A linhagem Balu-182 apresentou alta CEC com o testador Tropical, alcançando valores expressivos para MET em Rolândia-PR e para MEC em Rolândia-PR e Maringá-PR. Outras 4 linhagens também apresentaram bom desempenho quando cruzadas com o híbrido Tropical (Balu-19, Balu-25, Balu-114 e Balu-183). Três linhagens apresentaram valores expressivos de CEC quando cruzadas com a variedade Mista (Balu-52, Balu-94 e Balu-169) e a linhagem UEM-19 manifestou expressivo valor de CEC quando cruzada com a linhagem L4.

O bom desempenho do testador Tropical está associado a base genética, pois trata-se de um híbrido simples, portanto de base genética restrita, favorecendo a manifestação de efeitos heteróticos, justificando os resultados obtidos acima.

Em análises dialélicas, devem ser consideradas para fins de recomendação e melhoramento, apenas as estimativas de CEC oriundas de cruzamentos que envolvem, no mínimo, uma linhagem de CGC relevante. Dessa forma, analisando ao mesmo tempo as estimativas de CGC e CEC, duas linhagens aparecem entre os valores destacados em ambas as estimativas, Balu-114 e UEM-25. No entanto, suas estimativas CEC relevantes não coincidem com as estimativas relevantes que tiveram para CGC.

Nenhuma linhagem apresentou estimativas de CEC relevantes para ambos os testadores. Esses resultados pressupõem que os testadores em questão apresentam bases genéticas divergentes, com capacidade de gerar heterose destacada com diferentes grupos de linhagens. Em suma, indica-se que os testadores utilizados são provenientes de grupos heteróticos distintos.

A variedade mista (testador) manifestou valores negativos da capacidade geral de combinação (CGC) para as três variáveis, sendo ótima opção de testador para seleção de linhagens com boa CGC.

O testador L4 é eficiente para discriminar linhagens quanto à capacidade específica de combinação.

A linhagem BALU-182 apresentou o maior valor CEC, associado elevada média para PET e PEC em Rolândia-PR quando em cruzamento com Tropical, evidenciando boa complementariedade entre estes genitores.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(1): 43-48, 2003.

BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. 2005. 97f. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia, 2005.

BOYER, C. D.; SHANNON, J. C. The use of endosperm genes for sweet corn improvement. *Plant Breeding Review*, 1: 139, 1984.

LEMOS, M. A. et al. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. *Horticultura Brasileira*, 20(2): 167-170, 2002.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). *Melhoramento e produção do milho*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, cap. 7, p. 275-340. 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, 34(10): 923-932, 942.

CONCLUSÕES



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Comportamento Agronômico de Híbridos de Milho na Região Nordeste do Brasil

Ivenio Rubens de Oliveira⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos Carvalho⁽²⁾; Milton José Cardoso⁽³⁾; José Nildo Tabosa⁽⁴⁾; Leonardo Melo Pereira da Rocha⁽⁵⁾; Luciana Marques de Carvalho⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; ivenio.rubens@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Meio-Norte; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Instituto Agronômico de Pernambuco; ⁽⁵⁾ Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Pesquisadora; Embrapa Tabuleiros Costeiros.

RESUMO: O alto desempenho produtivo de híbridos de milho está atraindo cada vez mais a atenção de produtores que querem mais opções na escolha de cultivares. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico de cultivares de milho na região Nordeste do Brasil, para fins de recomendação. Foi implantada a Rede II de ensaios de plantio de milho no Nordeste com 41 híbridos plantados em 14 ambientes, sendo avaliados altura da planta, altura de inserção da primeira espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e produtividade de grãos. As alturas médias de plantas e espigas foram de 199 cm e 98 cm, respectivamente. Apresentou menor porte de planta o híbrido P3431 H (168 cm), seguido de P2830 H (184 cm), 2B433 PW (187 cm), CR110 (187 cm), AG8025 PRO (188 cm) e 2B512 PW (190 cm). A produtividade variou de 8.167 kg ha⁻¹ a 12.463 kg ha⁻¹, evidenciando o alto potencial do conjunto de cultivares avaliado. Os híbridos com produtividades médias de grãos superiores à média geral (10.522 kg ha⁻¹) demonstraram melhor adaptação, destacando-se DKB310 PRO, AG7088 PRO, 30A16 PW, 2B707 PW, NS90 PRO, 9B1052 PW, DKB340 PRO e 2B512 PW, com produtividades variando entre 11.603 kg ha⁻¹ e 12.463 kg ha⁻¹. No que se refere às produtividades, na média dos ambientes, todos estes se constituem em excelentes alternativas para exploração comercial na ampla região do Nordeste do Brasil. 2B512 PW foi o híbrido que melhor reuniu produtividade com menor altura de planta e menor altura de inserção de espiga.

Termos de indexação: *Zea mays*, desempenho, ambientes.

INTRODUÇÃO

Inúmeros sistemas de produção predominam no Nordeste brasileiro, desde aqueles em que é quase ausente a aplicação de tecnologias de produção até aqueles em que é maciço o uso de tecnologias de produção, localizados em áreas de cerrados dos estados da Bahia, Maranhão e Piauí e na zona agreste dos estados da Bahia e Sergipe, onde os patamares de produtividade de grãos situam entre 10 T/ha e 12 T/ha (CARDOSO et al., 2012; CARVALHO et al., 2011). O alto desempenho produtivo de híbridos de milho, verificado tanto em áreas experimentais quanto em áreas comerciais, está atraindo cada vez mais a atenção de produtores, os quais querem mais opções na escolha de cultivares.

Considerando os sistemas de produção que ocorrem nessa vasta região, infere-se que há espaço para o desenvolvimento de um programa de avaliação de cultivares de milho, visando subsidiar os agricultores na escolha de materiais de melhor adaptabilidade e estabilidade de produção. Todavia, segundo Ribeiro et al. (2000), um dos grandes problemas é quando as cultivares são postas a competir em vários ambientes. Nesse caso, a classificação relativa entre elas não pode ser coincidente com a da pesquisa, o que dificulta a identificação daquelas efetivamente superiores. A recomendação de cultivares de milho deve ser precedida de uma pré-avaliação, nas diferentes condições

ambientais, com o propósito de fornecer maiores subsídios aos agricultores no tocante à escolha adequada de materiais de melhor estabilidade de produção. Trabalhos de pesquisa e de transferência de tecnologia têm sido realizados pela Embrapa em parceria com empresas estaduais de pesquisa e extensão rural, considerando as características edafoclimáticas do Nordeste, com vistas ao aumento da produtividade do milho a partir de melhorias substanciais de produtividade nos sistemas de produção milho praticados.

Por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de cultivares de milho na região Nordeste do Brasil, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

A denominada Rede II de plantio de milho no Nordeste brasileiro foi composta por 41 cultivares convencionais e transgênicas distribuídas entre híbridos simples, triplos e duplos. Na Tabela 1 constam os híbridos avaliados no presente trabalho com algumas das suas características agrônomicas. Os ensaios foram instalados em 14 ambientes contemplando os seguintes municípios: Brejo, Mata Roma e São Raimundo das Mangabeiras (dois ambientes), no Maranhão; Teresina, no Piauí (três ambientes); Itapirema em Pernambuco; Arapiraca, em Alagoas; Nossa Senhora das Dores (dois ambientes), Frei Paulo, Carira e Umbaúba em Sergipe. Na Tabela 2 estão os tipos de solo e as coordenadas de localização geográfica dos locais, que variaram entre as latitudes 3°41', em Brejo, MA, e 12°22', em Umbaúba, SE. Em alguns dos locais, em decorrência de problemas na germinação das sementes de alguns materiais registrou-se um número diferente de genótipos em avaliação. Os dados pluviométricos registrados no período de execução dos experimentos foram registrados, como consta na Tabela 3, e variaram de 479 mm em Carira, SE, transição entre Agreste e Sertão, até 1.231 mm em Teresina, PI.

O planejamento experimental permitiu o plantio e condução de todos os genótipos, em todas as localidades. Contudo, em razão de falhas na germinação das sementes de alguns

híbridos, houve redução no número de tratamentos em algumas localidades. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m e com 0,20 m entre plantas,

Tabela 1. Características agrônomicas das cultivares de milho avaliadas na Rede II de ensaios na região Nordeste do Brasil, 2014.

Cultivares	Tipo ²	Ciclo ³	Cor do Grão ⁴	Textura Grão ⁵	Empresa
4M02	HD	SP	AM/AL	SMDU	Agrogenética
CD393HX	HS	P	AL	DURO	Coodetec
CR110	HT	SP	SI	SMDU	Criagene
DKB240PRO	HS	P	AM	DENT	Dekalb
DKB245PRO	HS	P	AL	SMDU	Dekalb
DKB250PRO	HS	P	AM	DENT	Dekalb
DKB310PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Dekalb
DKB340PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Dekalb
DKB390PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Dekalb
2B433PW	HT	SP	AM/AL	SMDE	Dow Agro
2B512PW	HT	P	AL	SMDU	Dow Agro
2B707PW	HS	P	AL	SMDU	Dow Agro
2B710PW	HS	P	AM/AL	SMDU	Dow Agro
9B91028PW	HS	SI	SI	SI	Dow Agro
9B91052PW	HS	SI	SI	SI	Dow Agro
P2830H	HS	SP	AL	SMDU	Du Pont
P3431H	HS	SP	AM/AL	SMDU	Du Pont
2M09	HS	P	SI	SI	J Men
2M55	HS	P	AL	DURO	J Men
4M50	HD	P	VE/AL	DURO	J Men
LG6036PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Limagrain
LG6038PRO	HS	P	AM/AL	SMDU	Limagrain
LG6304YG	HS	P	AM	SMDU	Limagrain
20A55PW	HT	P	AL	SMDU	Morgan
20A78HX	HT	SP	AM/AL	SMDE	Morgan
30A16PW	HS	P	AM/AL	SMDU	Morgan
NS90PRO	HS	P	LR	SMDU	Nidera
SHS7920	HS	P	LR	DENT	Sta Helena
XB8018	HD	SP	AL	SMDU	Semeali
AG7088PRO	HS	P	AL	SMDU	Agrocerec
AG7098PRO	HS	P	AM/AL	SMDE	Agrocerec
AG8025PRO	HS	P	AM	DENT	Agrocerec
AG8061PRO	HS	P	AL	SMDE	Agrocerec
AG8676PRO	HS	P	AL	DENT	Agrocerec
AG8677PRO	HS	P	AM/AL	SMDE	Agrocerec
22S11	HS	SP	AM/AL	SMDU	Sempre
22T10	HT	SP	AM	SMDU	Sempre
32D10	HD	P	AL	SMDU	Sempre
SempreX101	HS	SP	AL	SMDU	Sempre
SempreX102	HD	SP	AM/AL	SMDU	Sempre
SempreX103	HD	SP	AM/AL	SMDU	Sempre

²HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo, HS = híbrido simples; ³P = precoce, SP = superprecoce; ⁴AL = alaranjado, AM = amarelado, LR = laranja, VE = vermelho; ⁵DENT = dentado, DURO = duro, SMDE = semidentado, SMDU = semiduro, SI = sem informação

dentro das fileiras. As duas fileiras centrais foram colhidas para determinação da produtividade. As adubações realizadas seguiram as orientações dos resultados das análises de solo em cada área

experimental. Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta (cm), altura de inserção da primeira espiga (cm), estande de colheita, número de espigas colhidas e produtividade de grãos (kg ha^{-1}).

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada ambiente e a análise conjunta para todos os ambientes, considerando-se fixo o efeito de tratamentos e os demais como aleatórios. A comparação das médias de tratamentos foi realizada pelo teste de Scott & Knott (5%).

Itapirena	**Mai/2014 a Ago/2014	817
Arapiraca	**Mai/2014 a Ago/2014	589
Carira	**Mai/2014 a Ago/2014	479
Frei Paulo	**Mai/2014 a Ago/2014	613
N. S. Dores 1,2	**Mai/2014 a Ago/2014	670
Umbaúba	**Mai/2014 a Ago/2014	997

(*) Dado não registrado. (**) Mês de plantio.

Tabela 2. Coordenadas e tipo de solo das áreas experimentais nas quais foi instalada a Rede II de plantio de milho no Nordeste brasileiro, 2014.

Local	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Tipo de solo*
Brejo	03°41'	42°55'	104	Argissolo Amarelo
Mata Roma	03°42'	43°11'	127	Latossolo Amarelo
Teresina1	05°02'	42°47'	69	Argissolo Amarelo
Teresina2,3	05°02'	42°47'	80	Neossolo Flúvico
S. Raimundo Mangabeiras1	06°49'	45°24'	515	Argissolo Amarelo
S. Raimundo Mangabeiras2	07°32'	45°46'	501	Argissolo Amarelo
Itapirena	07°34'	35°00'	14	Argissolo Distrófico
Arapiraca	09°08'	36°09'	241	Cambissolo
Carira	10°21'	37°42'	351	Argissolo Eutrófico
N. Senhora das Dores1,2	10°30'	37°13'	200	Latossolo Distrófico
Frei Paulo	10°51'	37°53'	272	Cambissolo Eutrófico
Umbaúba	12°22'	37°40'	109	Argissolo Distrófico

*Santos et al. (2013)

Tabela 3: Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período de condução da Rede II de plantio de milho no Nordeste brasileiro, 2014.

Município	Período	Total (mm)
Brejo*	-	-
S. R. Mangabeiras1	**Dez/2013 a Mar/2014	718
S. R. Mangabeiras2	**Dez/2013 a Mar/2014	657
Teresina3	**Jan/2014 a Abr/2014	1231
Teresina2	**Fev/2014 a Mai/2014	1032
Mata Roma	**Fev/2014 a Mai/2014	755
Teresina1	**Mar/2014 a Jun/2014	825

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne à Rede II de plantio de ensaios de milho na região Nordeste do Brasil, os resultados das análises de variância conjunta e teste de médias estão expostos na Tabela 4 e demonstram o excelente desempenho agrônomo dos materiais avaliados. As altas produtividades superaram as médias registradas em safras anteriores, configurando essa ampla região como excelente produtora de grãos, o que continuará atraindo a atenção de produtores regionais e de outras regiões do país para investir em lavouras de milho no Nordeste brasileiro (CARVALHO et al., 2011).

Os resultados da análise de variância conjunta envolvendo os ensaios que compuseram a Rede II registraram alturas médias de plantas e espigas de 199 cm e 98 cm, respectivamente. Apresentou menor porte de planta, o híbrido P3431 H (168 cm), seguido de P2830 H (184 cm), 2B433 PW (187 cm), CR110 (187 cm), AG8025 PRO (188 cm) e 2B512 PW (190 cm), apesar de não diferirem, estatisticamente, de alguns outros. Com menor altura de inserção de espiga o híbrido P3431 H (82 cm) destacou-se dos demais. Os híbridos CR110 (87 cm), P2830 H (90 cm) e DKB250 PRO (91 cm) também se destacaram devido a menor inserção da primeira espiga. Plantas de menor porte e com uma menor altura de inserção da espiga favorecem maiores adensamentos, maior tolerância ao acamamento, permitindo melhor utilização de energia solar, melhor controle do mato, plantio de um maior número de plantas por unidade de área, além de obtenção de maiores produtividades. As cultivares 2B512 PW e 30A16 PW foram as que reuniram melhor produtividade com menor altura de planta e menor altura de inserção de espiga.

No que se refere às produtividades, na média dos ambientes (Tabela 4), houve uma variação de 8.167 kg ha⁻¹ (32D10) a 12.463 kg ha⁻¹ (DKB310 PRO). Tais resultados evidenciam o alto potencial para a produtividade do conjunto de cultivares avaliado. Considerando-se os resultados em todos os ambientes, os híbridos com produtividades superiores à média geral (10.522 kg ha⁻¹) demonstraram melhor adaptação (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992), destacando-se

DKB310 PRO, AG7088 PRO, 30A16 PW, 2B707 PW, NS90 PRO, 9B1052 PW, DKB340 PRO e 2B512 PW, com produtividades variando entre 11.603 kg ha⁻¹ e 12.463 kg ha⁻¹. Todos estes se constituem em excelentes alternativas para exploração comercial na ampla região do Nordeste do Brasil.

CONCLUSÃO

Os híbridos DKB310 PRO, AG7088 PRO, 30A16 PW, 2B707 PW, NS90 PRO, 9B1052 PW, DKB340 PRO e 2B512 PW, com produtividades variando entre 11.603 kg ha⁻¹ a 12.463 kg ha⁻¹, constituem-se em excelentes alternativas para exploração comercial do milho na região do Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; ROCHA, L. M. P.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PARENTONI, S. N.; OLIVEIRA, I. R. Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 346-353, 2012.
- CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, I. R.; PACHECO, C. A. P.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; FEITOSA, L. F.; MELO, K. E. de O. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 13, n. 1, p. 15-29, 2011.
- RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28., 2000, Sete Lagoas. **Memórias...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; México: CIMMYT**, 2000. p. 251-260.
- SANTOS, H. G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

Tabela 4. Médias e resumos das análises de variância conjuntas para as características: altura da planta, altura da espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e produtividade de grãos. Rede I de ensaios de milho na região Nordeste do Brasil, 2014.

Híbridos	Altura planta (cm)	Altura espiga (cm)	Estande (nº)	Espiga (nº)	Prod. Kg ha ⁻¹
DKB310PRO	205b	106a	44a	46b	12463a
AG7088PRO	206b	105a	46a	49a	12257a
30A16PW	200b	100b	45a	47a	12060a
2B707PW	201b	98b	44a	48a	12046a
NS90PRO	205b	106a	46a	48a	11955a
9B91052PW	198b	100b	45a	48a	11883a
DKB340PRO	215a	105a	44a	46b	11735a
2B512PW	190c	93c	45a	47a	11603a
AG8677PRO	216a	105a	45a	47a	11211b
AG8061PRO	191c	97c	44a	46b	11210b
DKB245PRO	201b	102a	45a	47a	11166b
20A78HX	190c	96c	45a	47a	11109b
AG7098PRO	197b	99b	43b	46b	11026b
20A55PW	201b	97b	45a	47a	11006b
AG8676PRO	211a	105a	44a	46b	10962b
2B433PW	187c	93c	45a	47a	10897b
9B91028PW	191c	90d	43b	47a	10870b
2B710PW	192c	90d	43b	47a	10813b
DKB390PR	200b	101b	45a	46b	10813b
2M09	204b	95c	44a	47a	10621c
P2830H	184c	90d	44a	46b	10591c
2M55	203b	99b	45a	45b	10582c
22S11	194c	95c	44a	46b	10553c
SEMPREX103	205b	98b	45a	48a	10520c
SHS7920	212a	102a	44a	46b	10446c
LG6038PRO	214a	102a	41c	45c	10235d
LG6036PRO	199b	100b	42c	44c	10142d
P3431H	168d	82e	46a	47a	9960d
XB8018	203b	105a	44a	47a	9820d
CR110	187c	87d	41c	45c	9777d
SEMPREX101	204b	101b	45a	46b	9693e
4M50	204b	100b	44a	44c	9552e
DKB250PRO	193c	91d	44a	47a	9491e
CD393HX	200b	101b	45a	46b	9465e
LG6304YG	194c	94c	44a	45b	9460e
4MM02	205b	100b	43b	46b	9400e
SEMPREX02	201b	103a	44a	46b	9364e
AG8025PRO	188c	92c	42c	44c	9234e
DKB240PRO	198b	96c	45a	47a	8867f
22T10	203b	103a	43b	44c	8376g
32D10	201b	97b	44a	46b	8167g
Média	199	98	44	46	10522
C.V(%)	6,9	9,2	5,9	6,5	9,9
F(Trat.)	12,7**	11,2**	5,3**	3,7**	28,7**
F(Local)	1289,7**	1193,2**	270,3**	29,7**	134,8**
F(Trat.xLocal)	1,2*	1,6**	1,9**	1,5**	2,5**

** e * Significativos a 1%, 5% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott & Knott.

Comportamento de Variedades Sintéticas de Milho na Região Sul

Graziele Ferreira Posser⁽¹⁾; Jane Rodrigues de Assis Machado⁽²⁾; Karoline Maria Melara⁽¹⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽²⁾; Paulo Evaristo de O. Guimarães⁽²⁾; Walter Fernandes Meirelles⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária; Universidade de Passo Fundo; Passo Fundo, RS; bolsista PIBIC/CNPq; graziele.posser@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisador (a); Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG;

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo. Considerando que a região Sul comporta grande parte dos produtores familiares do Brasil, as variedades sintéticas podem ser uma boa alternativa de cultivo. O objetivo deste experimento foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de variedades de milho por análise de modelos mistos. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental látice 4x4 em blocos ao acaso com três repetições em oito ambientes. As parcelas de cinco linhas com 10 m de comprimento, com variação no número de tratamentos por ano e local, sendo Passo Fundo, Panambi e Ponta Grossa, nas safras de 2013/14, 2014/15, 2015/16. Para as análises estatísticas foi utilizado o modelo 52 do software SELEGEM-BLUP/REML. A variável avaliada foi produtividade de grãos. A interação variedade x ambiente foi significativa ($p < 0,05$) e foram identificadas variedades com adaptabilidade, estabilidade e potencial produtivo acima de 6.000 kg ha⁻¹. Os resultados demonstraram que variedades sintéticas podem ser uma boa opção para a agricultura familiar, na produção de milho.

Termos de indexação: *Zea mays*, região subtropical, agricultura familiar.

INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais de maior importância na economia mundial, pois participa de várias cadeias produtivas. É uma das culturas mais disseminadas pelo mundo, sendo os Estados Unidos o maior produtor mundial, com 345,5 milhões de toneladas (t), seguidos pela China, com 224,6 milhões t, e em terceiro lugar o Brasil, com 81 milhões t, com perspectivas de aumento na produção para as próximas safras (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016).

Para atender as demandas mundiais, cultivares cada vez mais produtivas e adaptadas são colocadas à disposição dos produtores, dentre as quais estão as variedades sintéticas, considerando que a região Sul comporta grande parte dos produtores familiares do Brasil, essa pode ser uma boa alternativa de cultivo (MACHADO, 2015).

As variedades de milho são populações de plantas de polinização aberta que possuem um *pool* genético que lhes confere maior capacidade de adaptação às variações ambientais. Elas são obtidas através de melhoramento de populações, em que não é mais necessário realizar cruzamentos controlados, dessa forma o produtor poderá obter sua própria semente para realizar o plantio subsequente (ELIAS; VOGT, 2010).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho, a adaptabilidade e estabilidade de variedades sintéticas de milho na região sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em três safras: 2013/14, 2014/15, 2015/16, em três diferentes locais (Tabela 1). O delineamento foi de blocos ao acaso nas safras 2013/14, 2014/15 e látice 4x4 em 2015/16, todos com cinco linhas de 10 m, espaçamento de 0,80 m e três repetições. As adubações de semeadura e cobertura seguiram as indicações para a cultura, de acordo com as análises de solo.

Foram avaliadas as produtividades de grãos (PG) corrigidas para 13% de umidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software SELEGEM-BLUP/REML, pela metodologia de modelos lineares mistos, utilizando o modelo 52 (RESENDE, 2007).

Modelo Estatístico: $y = Xr + Zg + Wb + Ti + e$

Onde:

y- é o vetor de dados;

r- é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos);

g- é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

b- é o vetor dos efeitos de blocos (assumidos como aleatórios);

i- é vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios);

e- é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios);

Tabela 1. Número de tratamentos por safra e locais em que as variedades foram avaliadas.

	Safra 2013/14	Safra 2014/15	Safra 2015/16	Total
Número de variedades	10	12	16	18
Número de locais	PF; PN	PF; PN; PG	PF; PN	3

PF: Passo Fundo; PN: Panambi; PG: Ponta Grossa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de deviança (ANADEV) apresentada na Tabela 2 mostra que a interação genótipo ambiente (IGA), considerando todos os ambientes, foi significativa pelo teste de Qui-Quadrado para razão de verossimilhança (LTR) ($p < 0,05$). O coeficiente de variação residual (Cve) foi de 16,84%, indicando que houve precisão experimental e os dados são consistentes. A acurácia foi de 0,71, em que valores acima de 0,70 são considerados altos, sendo o valor de referência para o melhoramento (RESENDE, 2007). A herdabilidade (h^2) foi de 0,058.

Tabela 2. ANADEV e componentes da variância, acurácia e coeficientes de variação genotípico e residual, obtidos pela análise de REML individual, considerando a análise conjunta, na região subtropical para característica produtividade de grãos.

Efeitos	Deviance	LRT Qui-Quadrado
Variedades	4.125,54	1,07 ^{NS}
Blocos	4.124,89	0,42 ^{NS}
IGA	4.128,59	4,12 [*]
Modelo completo	4.124,47	

h^2	0,59
Acurácia	0,076
Cve(%)	16,84
kg.ha ⁻¹	6.009,88

IGA: interação genótipo x ambiente; h^2 : herdabilidade ajustada da média de genótipos; Cve: coeficiente de variação residual. Qui-Quadrado tabelado com 1 grau de liberdade: (1%) 6,63 (5%) 3,84; *: significância de 5% pelo teste de Qui-Quadrado com 1 grau de liberdade.

A média geral de produtividade de grãos das variedades analisadas foi de 6.009 kg.ha⁻¹. As produtividades das variedades foram satisfatórias, comparadas com a média nacional de produtividade de milho na safra 2015/16 que foi 4.928 kg.ha⁻¹, sendo a média geral do experimento 22% maior que a média brasileira. Comparada com a média do Rio Grande do Sul, que na safra 2015/16 foi de 7.509 kg.ha⁻¹, a média geral das variedades foi 20% menor que a média do estado, devido principalmente às condições climáticas favoráveis nesta safra (CONAB, 2016).

Os resultados das análises demonstraram que as melhores médias harmônicas da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG*MG) foram das variedades Sintético 10707 (6.483 kg.ha⁻¹), Sintético 10771 (6.441 kg.ha⁻¹), Sintético PF 7021 (6.232 kg.ha⁻¹), Sintético Super Precoce (6.222 kg.ha⁻¹), todas com produtividade de grãos acima da média geral (Gráfico1).

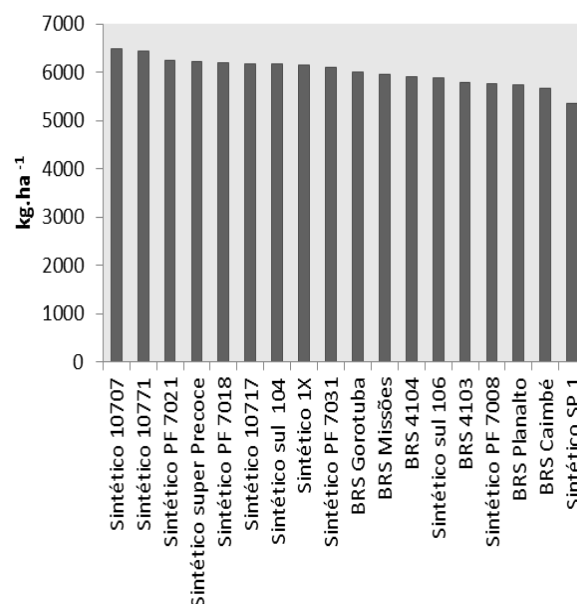


Gráfico 1. Médias harmônicas (MHPRVG*MG) das produtividades de variedades sintéticas de milho nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados confirmam que as variedades sintéticas podem ser uma alternativa para os produtores familiares, pois a média de produtividade de grãos foi de 6.009 kg.ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa, à Embrapa pela oportunidade.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Levantamentos de safra**: safra 2015/2016. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 27 maio 2016.

ELIAS, H. T.; VOGT, G. A.; Melhoramento genético de milho. In: WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. (Org.). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2010. p. 414-471.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Safra mundial de milho 2016/17**: 1º levantamento do USDA. São Paulo, 2016. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_maio2016/>. Acesso em: 24 maio 2016.

MACHADO, J. R. de A. **Avaliação de variedades sintéticas de milho em duas épocas de semeadura no Rio Grande do Sul**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 9 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 214) Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143353/1/ct-214.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2016.

PEREIRA FILHO, I. A.; DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; CRUZ, J. C. Cultivares. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **Cultivo do milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

RESENDE, M. D. V. de. **SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

Concentração de Carotenóides em Híbridos de Milho para Biofortificação

Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽¹⁾; Maria Cristina Dias Paes⁽¹⁾; Rafaela Chaves de Oliveira Lopes⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; Paulo.Guimaraes@embrapa.br; ⁽²⁾ Estagiários; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O desenvolvimento de cultivares biofortificadas é uma alternativa de baixo custo para aumentar a segurança nutricional de populações carentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar um grupo de híbridos para concentração de carotenoides e produtividade de grãos. Vinte e três híbridos do programa de melhoramento para carotenoides precursores de pró – Vitamina A (proVA) do CIMMYT e duas testemunhas do Brasil (variedade biofortificada BRS4104 e híbrido BRS 1055) foram avaliados, em Sete Lagoas-MG, para proVA, carotenoides totais e produtividade de grãos. A concentração de carotenóides proVA variou de 3,6 à 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$, para os híbridos do CIMMYT, enquanto a BRS 4104 e o BRS 1055 apresentaram valores de 6,3 e 6,4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. As quatro maiores concentrações de carotenoides totais foram apresentadas pela BRS 4104 (26,9 $\mu\text{g g}^{-1}$), BRS 1055 (24,6 $\mu\text{g g}^{-1}$), CIMMYT 5 (23,1 $\mu\text{g g}^{-1}$) e CIMMYT 11 (22,6 $\mu\text{g g}^{-1}$). A alta concentração de carotenóides proVA apresentada pela cultivar BRS 1055, selecionada previamente só para características agrônômicas, provavelmente é devida a uma de suas linhagens progenitoras, apresentar alta proVA. Para produtividade de grãos não foram identificados híbridos pro-VA competitivos com o BRS 1055, entretanto os parentais dos melhores híbridos do CIMMYT poderão ser usados como fontes de pro-VA para melhorar linhagens elites, que poderão gerar versões biofortificadas de híbridos comercializados no Brasil.

Termos de indexação: *Zea mays* biofortificação, pró-vitamina A

INTRODUÇÃO

Segundo Pfeiffer & McClafferty (2007), a biofortificação dos alimentos caracteriza-se pelo aumento no conteúdo dos nutrientes por meio do melhoramento genético convencional ou da engenharia genética. O programa de melhoramento de milho biofortificado para carotenoides precursores de pró – Vitamina A (proVA) começou no Brasil em 2006. Baseado em seis linhagens elites para características agrônômicas e proVA foi desenvolvida uma variedade sintética de milho biofortificada, a BRS 4104. Atualmente o programa está em fase de desenvolver híbridos proVA. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização no Brasil de um grupo de híbridos do CIMMYT para proVA e produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com duas repetições. A parcela foi constituída por duas fileiras de 4m, espaçadas de 0,8 m. Os tratamentos utilizados foram 23 híbridos proVA do programa de melhoramento do CIMMYT, juntamente com a variedade proVA BRS 4104 e o híbrido BRS 1055. Foram utilizados para avaliação os dados de

produtividade de grãos corrigidos à 13% de umidade.

De cada parcela, foram obtidas amostras de grãos para análise de carotenoides. Os carotenoides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos, conforme protocolo descrito por Kurilich e Juvik (1999) com modificações (Barbosa, 2015). Os carotenoides foram quantificados em técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido Alliance Waters, modelo e 2695, equipado com coluna. polimérica YMC C 30 (3 μm , 4,6 x 250 mm, Waters, Milford, MA, USA) e acoplado a detector de arranjo de diodo (modelo 2998 Waters). O gradiente de eluição foi conduzido a 0,8 mL.min⁻¹ em condições de gradiente 80:20 a 20:80 de metanol: éter metil *tert*-butil em 16 minutos, seguido por constante de 80:20 em 4 minutos, finalizando com 6 minutos de equilíbrio. A temperatura de forno utilizada foi de 30°C, comprimento de onda 450 nm e volume de injeção de 40 μL . A temperatura do laboratório foi mantida a 20 \pm 1°C durante todo o processo. Para identificação dos compostos foram utilizados padrões purificados a partir de cenoura (α -caroteno), mamão formosa (β -criptoxantina), seguindo protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004). Os padrões dos carotenoides luteína (Lutein 40 mg, Vision Health), zeaxantina (Swanson, ZeaGold zeaxanthin 4 mg (from paprika) e β -caroteno (Beta Carotene (vitamina A) 25,000 IU Supplement, Swanson SW007). Os resultados da análise de carotenoides foram expressos em base seca. A concentração de carotenoides totais foi obtida pela soma dos valores totais de todas as frações quantificadas, enquanto a concentração de carotenoides proVA foi obtida por meio da seguinte fórmula: total β -caroteno + total de β -criptoxantina + $\frac{1}{2}$ do total de α -caroteno. A ANOVA, teste de médias e demais análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes (Cruz 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferenças significativas ($p < 0.01$) para carotenoides proVA, carotenoides totais e produtividade, indicando que houve variabilidade entre os tratamentos para as características avaliadas. A concentração de carotenoides proVA variou de 3,6 à 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$, para os híbridos do

CIMMYT, com destaque para os híbridos CIMMYT 1 e CIMMYT 5. A variedade proVA BRS 4104 e o híbrido BRS 1055 apresentaram valores de 6,3 e 6,4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1). A alta concentração de carotenoides proVA apresentada pela cultivar BRS 1055, que não foi desenvolvida para esta característica, provavelmente é devida a uma de suas linhagens progenitoras, a CMS 036, apresentar alta concentração de proVA (SENETE et al., 2011).

As quatro maiores concentrações de carotenoides totais foram apresentadas pela BRS 4104 (26,9 $\mu\text{g g}^{-1}$), BRS 1055 (24,6 $\mu\text{g g}^{-1}$), CIMMYT 5 (23,1 $\mu\text{g g}^{-1}$) e CIMMYT 11 (22,6 $\mu\text{g g}^{-1}$). Observa-se que o híbrido CIMMYT 5 apresentou altas concentrações de carotenoides proVA e totais (Tabela 1)

A produtividade de grãos apresentada pelo 5BRS 1055 (11,3 t/ha) foi a maior de todos os materiais, seguido pelos híbridos CIMMYT 5 (9,6 t/ha) e CIMMYT 11 (8,4 t/ha). A variedade BRS 1044 apresentou produtividade (7,7 t/ha) competitiva com a média dos híbridos do CIMMYT (6,6 t/ha).

Os híbridos do CIMMYT não foram competitivos em produtividade com o BRS 1055, entretanto as linhagens parentais dos melhores híbridos para proVA poderão ser usadas como fontes para melhorar essa característica nos materiais do Brasil

CONCLUSÕES

Houve grande variação nas concentrações de carotenoides e produtividade de grãos nos materiais avaliados.

Os híbridos CIMMYT 1 e CIMMYT 5 poderão servir como fontes para melhorar a concentração de proVA no germoplasma do Brasil.

O híbrido BRS 1055 apresentou a maior produtividade de grãos do ensaio e proVA competitiva com a variedade BRS 4104.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Embrapa e Projetos HarvestPlus e Biofort, pelo apoio financeiro para realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.;
GUIMARAES, P. E. de O.; PEREIRA, J.
Carotenoid retention in minimally processed
biofortified green corn stored under retail
marketing conditions. *Ciência e
Agrotecnologia*, Lavras, v. 39, n. 4, p. 363-
371, jul./ago. 2015.
CRUZ, C.D. (2006) **Programa Genes:
Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p.

KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A. Quantification
of carotenoid and tocopherol antioxidants in
Zea mays. *Journal of Agricultural and Food
Chemistry*, Easton, v. 47, n. 4, p. 1948-1955,
1999.

PFEIFFER, W.H.; MCCLAFFERTY, B.
HarvestPlus: breeding crops for better
nutrition. **Crop Science**, v.47, p.88-105, 2007

SENETE, C. T.; GUIMARAES, P. E. de O.;
PAES, M. C. D.; SOUZA, J. C. de D. Diallel
analysis of maize inbred lines for carotenoids
and grain yield. **Euphytica**, Wageningen, v.
182, n. 3, p. 395-404, 2011.

Tabela 1 – Carotenóides proVA, carotenóides totais e produtividade de grãos em híbridos de milho¹.
Sete Lagoas - MG, safra 2014/2015.

Tratamento	Carotenóides proVA	Carotenóides totais	Produtividade
	µg g ⁻¹	µg g ⁻¹	t/ha
Hib CIMMYT 1	8,8 a	20,8 abcd	7,8 bcd
Hib CIMMYT 5	7,4 ab	23,1 abc	9,6 ab
Hib CIMMYT 21	6,6 abc	16,7 abcd	7,7 bcd
BRS 1055	6,4 abcd	24,6 ab	11,3 a
Hib CIMMYT 3	6,4 abcd	17,7 abcd	3,9 efg
Hib CIMMYT 14	6,3 abcde	20,6 abcd	7,5 bcd
BRS 4104	6,3 bcde	26,9 a	7,7 bcd
Hib CIMMYT 22	5,9 bcdef	20,9 abcd	7,5 bcd
Hib CIMMYT 11	5,9 bcdef	22,6 abc	8,4 abc
Hib CIMMYT 12	5,7 bcdef	21,8 abcd	4,7 defg
Hib CIMMYT 4	5,7 bcdef	21,5 abcd	3,9 efg
Hib CIMMYT 16	5,5 bcdef	19,3 abcd	7,5 bcd
Hib CIMMYT 17	5,1 bcdef	14,8 bcd	4,8 defg
Hib CIMMYT 20	5,1 bcdef	16,5 abcd	7,1 bcde
Hib CIMMYT 7	4,8 cdef	11,0 d	7,7 bcd
Hib CIMMYT 8	4,7 cdef	15,0 bcd	6,5 bcdefg
Hib CIMMYT 15	4,6 cdef	19,1 abcd	8,0 bc
Hib CIMMYT 23	4,5 cdef	11,3 d	6,7 bcdef
Hib CIMMYT 18	4,5 cdef	18,7 abcd	8,3 abc
Hib CIMMYT 9	4,4 cdef	14,9 bcd	6,9 bcdef
Hib CIMMYT 6	4,1 def	16,1 abcd	3,8 fg
Hib CIMMYT 2	4,0 def	21,4 abcd	3,4 g
Hib CIMMYT 19	4,0 def	10,9 d	8,1 abc
Hib CIMMYT 10	3,9 ef	12,4 cd	6,0 cdefg
Hib CIMMYT 13	3,6 f	12,9 cd	5,8 cdefg
CV%	11,2	14,9	11,4

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Desempenho de cultivares de milho na região produtora de Frei Paulo, Sergipe.

Sílvio Torres Pessoa⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos Carvalho⁽²⁾; Milton José Cardoso⁽³⁾; Ivenio Rubens de Oliveira⁽⁴⁾; José Nildo Tabosa⁽⁵⁾; Leonardo Melo Pereira da Rocha⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Analista; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; silvio.torres@embrapa.br ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁽³⁾Pesquisador; Embrapa Meio-Norte; ⁽⁴⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁵⁾Pesquisador; Instituto Agrônomo de Pernambuco; ⁽⁶⁾Analista; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A escolha da cultivar é uma das decisões sobre a qual se fundamenta o êxito de qualquer empreendimento agrícola. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de milho na região de Frei Paulo, SE, com finalidade de recomendação para os produtores rurais desta importante região produtora. Para tanto, foi instalado um ensaio com plantio de 36 cultivares de milho distribuídas entre híbridos simples, triplos e duplos. Foram avaliadas: Altura a planta (cm), altura de inserção da primeira espiga (cm), estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos (kg/ha). Não houve diferenças significativas entre altura de plantas e altura de espigas, demonstrando a uniformidade do conjunto avaliado. A produtividade média foi 11.589 kg/ha sendo que apresentaram produtividade acima desta média os híbridos: 30A37 PW, NS90 PRO2, 2B604 PW, BALU480 PRO, 2B810 PW, CR109, 2B610 PW, NS92 PRO, SHS5560, BM820, AS1596 PRO2, BM650 PRO2, 30A91 PW, CR111, 2M70, 2B339 HX, BALU761 e BRS2022, com rendimentos médios variando entre 13.859 Kg/ha e 11.810 Kg/ha. Infere-se que todas estas cultivares constituem-se como opções para cultivo do milho na região produtora de Frei Paulo, Agreste Sergipano.

Termos de indexação: agreste nordestino, *Zea mays*, produtividade.

INTRODUÇÃO

A escolha da cultivar é uma das decisões sobre a qual se fundamenta o êxito de qualquer

empreendimento agrícola. A evidência desse fato é marcante em cultivos temporários, como o do milho, onde o dinamismo da indústria sementeira disponibiliza anualmente centenas de cultivares, nos diferentes mercados regionais, tornando necessário aferir o desempenho agrônomo desses materiais, através de avaliações anuais, visando assessorar os agricultores na escolha daqueles de melhor adaptação e portadores de atributos agrônômicos desejáveis (Carvalho et al., 2011).

Os agroecossistemas do Agreste e da transição Agreste/Sertão, inseridos no estado de Sergipe tem experimentado uma verdadeira "revolução" na cultura do milho, a partir do ano agrícola de 2005, em que a produtividade média passou de cerca de 1.500 kg/ha para 4.500 kg/ha (IBGE, 2016). O município de Frei Paulo, SE, um dos principais polos produtores de milho de Sergipe, tem registrado patamares de produtividade em torno de 5.000 kg/ha (IBGE, 2016). Nesse município, tem-se observado, no âmbito de algumas propriedades rurais, produtividades próximas a 12.000 kg/ha, equiparando aos altos níveis em áreas tradicionais de cultivo de milho no Brasil. Esses resultados positivos foram fundamentados em trabalhos de pesquisa e de transferência de tecnologia realizados nesse período pela Embrapa, coordenados pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Milho e Sorgo, em parceria com a Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (Emdagro) (Carvalho et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de milho na

região de Frei Paulo, SE, com finalidade de recomendação para os produtores rurais desta importante região produtora de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos consistiram de 36 cultivares distribuídas entre híbridos simples, triplos e duplos (**Tabela 1**). O ensaio foi instalado na safra 2014 no campo experimental da Embrapa tabuleiros Costeiros, em Frei Paulo, SE, com localização geográfica 10°51' de Latitude Sul, 37°53' de Longitude Oeste e altitude de 272 m, num solo classificado como Cambissolo Eutrófico (Santos, 2013). O plantio ocorreu no mês de maio e os dados pluviométricos registrados no período de execução dos experimentos foram os seguintes: 101 mm, 178 mm, 189 mm, e 145 mm, nos meses de maio, junho, julho e agosto respectivamente, totalizando 613 mm.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,7 m e com 0,2 m entre plantas, dentro das fileiras. As duas fileiras centrais foram colhidas para determinação da produtividade. As adubações realizadas seguiram as orientações dos resultados das análises de solo.

Foram avaliadas: Altura a planta (cm), altura de inserção da primeira espiga (cm), estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos (kg/ha). Os dados foram submetidos à análise de variância A comparação das médias de tratamentos foi realizada pelo teste de Skott-Knott (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados provenientes das análises foram registrados na **Tabela 2**. Não houve diferenças significativas entre altura de plantas e altura de espigas, demonstrando a uniformidade do conjunto avaliado. A produtividade média foi de 11.589 kg/ha.

Apresentaram produtividade acima desta média os híbridos: 30A37 PW, NS90 PRO2, 2B604 PW, BALU480 PRO, 2B810 PW, CR109, 2B610 PW, NS92 PRO, SHS5560, BM820, AS1596 PRO2, BM650 PRO2, 30A91 PW, CR111, 2M70, 2B339 HX, BALU761 e BRS2022, com 13.859 Kg/ha,

13.806 Kg/ha, 13.773 Kg/ha, 13.457 Kg/ha, 13.344 Kg/ha, 13.295 Kg/ha, 13.203 Kg/ha, 13.085 Kg/ha, 12.968 Kg/ha, 12.731 Kg/ha, 12.658 Kg/ha, 12.654 Kg/ha, 12.423 Kg/ha, 12.270 Kg/ha, 12.246 Kg/ha, 12.143 Kg/ha, 11.957 Kg/ha e 11.810 Kg/ha, respectivamente (**Tabela 2**). Essas altas produtividades superaram as médias registradas em safras anteriores (IBGE, 2016), configurando essa importante região do estado de Sergipe como excelente produtora de grãos, o que continuará atraindo a atenção de produtores locais e de outras regiões do país.

Considerando-se estes resultados, infere-se que todas estas cultivares podem ser recomendadas para exploração comercial do milho.

CONCLUSÃO

Os híbridos 30A37 PW, NS90 PRO2, 2B604 PW, BALU480 PRO, 2B810 PW, CR109, 2B610 PW, NS92 PRO, SHS5560, BM820, AS1596 PRO2, BM650 PRO2, 30A91 PW, CR111, 2M70, 2B339 HX, BALU716 e BRS2022 produziram acima da média e constituem-se opções para cultivo do milho na região produtora de Frei Paulo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Assistentes de Pesquisa Robson Silva de Oliveira, Arnaldo Santos Rodrigues, José Raimundo dos Santos e José Ailton dos Santos pela participação efetiva no decorrer de todas as fases de avaliação das cultivares.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, H. W. L.; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, I. R.; PACHECO, C. A. P.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; FEITOSA, L. F.; MELO, K. E. O. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, v. 13, n. 1, p. 15-29. 2011.

CARVALHO, H. W. L.; CARDOSO, M. J.; PACHECO, C. A. P.; ROCHA, L. M. P.; GUIMARAES, P. E. O.; TABOSA, J. N.; MACEDO, J. J. G.; TAVARES, J. A.; OLIVEIRA, T. R. A.; MENEZES, V. M. M.; SANTOS, D. L.; MOITINHO, A. C.; MARQUES, M. G. **Desempenho de cultivares de milho no Nordeste Brasileiro: Safra 2012/2013**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 137).



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
Produção Agrícola Municipal. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

SANTOS, H. G. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** (3a ed. rev. ampl.). Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

Tabela 1. Características agrônômicas das cultivares de milho avaliadas em ensaio na região produtora de Frei Paulo, Sergipe. Safra de 2014.

Cultivar	Transgênico/ Convencional ¹	Tipo ²	Ciclo ³	Cor Grão ⁴	Textura Grão ⁵	Empresa
AS 1596 PRO2	T	HS	P	AM	SMDE	Agroeste Sementes
AS 1598 PRO2	T	HS	P	AL	SMDU	Agroeste Sementes
AS 1626 PRO	T	HS	P	AL	SMDU	Agroeste Sementes
BALU 188	C	HT	P	AL	SMDU	Balu Sementes
BALU 280 PRO	T	HS	P	AL	DURO	Balu Sementes
BALU 480 PRO	T	HS	P	AL	SMDU	Balu Sementes
BALU 761	C	HD	P	AL	DURO	Balu Sementes
BM 650 PRO2	T	HS	SP	AM	SMDU	Biomatrix
BM 709 PRO2	T	HS	SI	SI	SI	Biomatrix
BM 820	C	H	P	AL	DURO	Biomatrix
CR 109	C	HSM	P	AM/AL	SMDU	Criagene SK
CR 111	C	HS	P	SI	DENT	Criagene SK
CR 114	C	HS	P	VE	SMDU	Criagene SK
DB2B339 HX	T	HT	P	AM/AL	SMDE	Dow Agro
2 B 604 PW	T	HSM	P	AL	SMDU	Dow Agro
2 B 610 PW	T	HS	P	AM/AL	SMDE	Dow Agro
2 B 810 PW	T	HS	P	AL	SMDU	Dow Agro
BR 206	C	HD	P	AM;AL	SMDE	Embrapa
BRS 2022	C	HD	P	AL	SMDE	Embrapa
2 M 70	C	HS	P	AL	SMDU	J Men
2 M 77	C	SI	SI	SI	SI	J Men
3 M 51	C	HT	P	AL	DURO	J Men
LG 6030 PRO	T	HS	P	AM/AL	SMDU	Limagrín
30 A 91 PW	T	HSM	P	AM/AL	SMDU	Morgan
30 A 37 PW	T	HS	P	AM/AL	SMDU	Morgan
NS 92 PRO	T	HS	P	LR	SMDU	Nidera Sementes
NS 50 PRO	T	HS	SP	LR	SMDU	Nidera Sementes
NS 90 PRO2	T	HS	P	LR	SMDU	Nidera Sementes
XB 7116	C	HT	P	AL	SMDU	Semeali
XB 8010	C	HD	P	LR	DURO	Semeali
XB 8030	C	HD	P	AL	DURO	Semeali
22 D 11	C	HD	SP	AL	SMDU	Sempre
SEMPRE X 100	C	HS	P	AL	SMDU	Sempre
BI 9256 PRO	T	SI	SI	SI	SI	SI
BJ 9451 PRO	T	SI	SI	SI	SI	SI
SHS 5560	C	HT	P	LR	DURO	Santa Helena

¹T = híbrido transgênico, C = híbrido convencional; ²HD = híbrido duplo, HT = híbrido triplo, HS = híbrido simples, HSM = híbrido simples modificado; ³P = precoce, SP = super precoce; ⁴AL = alaranjado, AM = amarelado, LR = laranja, VE = vermelho; ⁵DENT = dentado, DURO = duro, SMDE = semidentado, SMDU = semiduro, SI = sem informação

Tabela 2. Médias e resumos das análises de variância conjuntas para as características: altura da planta, altura da espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e rendimento de grãos. Região produtora de Frei Paulo, Sergipe. Safra de 2014.

Híbridos	Altura planta (cm)	Estande Colheita (nº)	Altura espiga (cm)	Espigas colhidas (nº)	Rendimento (Kg/ha)
30 A 37 PW	185a	48a	100a	48a	13859a
NS 90 PRO2	215a	30c	115a	49a	13806a
2B 604 PW	215a	50a	65a	50a	13773a
BALU 480 PRO	235a	49a	125a	47a	13457a
2B 810 PW	215a	50a	110a	51a	13344a
CR 109	215a	50a	105a	50a	13295a
2B 610 PW	200a	47a	110a	47a	13203a
NS 92 PRO	215a	41a	125a	42b	13085a
SHS 5560	210a	48a	115a	49a	12968a
BM 820	195a	48a	110a	48a	12731a
AS 1596 PRO2	195a	43a	95a	42b	12658a
BM 650 PRO2	225a	49a	110a	49a	12654a
30 A 91 PW	210a	48a	110a	49a	12423a
CR 111	195a	45a	105a	44a	12270a
2 M 70	210a	47a	105a	47a	12246a
DB2B 339 HX	210a	49a	115a	50a	12143a
BALU 761	210a	48a	115a	48a	11957a
BRS 2022	220a	46a	110a	46a	11810a
2 M 77	210a	46a	110a	45a	11504b
BALU 280 PRO	195a	47a	100a	48a	11402b
3 M 51	195a	25c	95a	49a	11384b
AS 1598 PRO2	200a	39b	100a	40b	11320b
BJ 9451 PRO	205a	41a	110a	39b	11159b
BALU 188	200a	47a	100a	47a	10815b
BR 206	200a	44a	105a	46a	10793b
NS 50 PRO	235a	48a	125a	47a	10699b
22 D 11	200a	48a	105a	47a	10500b
BM 709 PRO2	205a	44a	110a	46a	10482b
XB 8030	195a	47a	115a	46a	10471b
LG 6030 PRO	210a	46a	115a	46a	10387b
XB 7116	215a	47a	115a	45a	9802c
XB 8010	195a	42a	100a	43b	9762c
BI 9256 PRO	185a	37b	90a	39b	9499c
SEMPRE X 100	210a	45a	115a	45a	8649c
CR 114	180a	37b	80a	36c	8646c
AS 1626 PRO	190a	36b	100a	35c	8267c
Média	206	45	107	45	11589
C.V (%)	6,4	6,1	15	4,5	6,3
F (Tratamento)	1,9 *	8,6 **	1,1 ns	7,1 **	8,9 **



** , * e ^{ns} Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Desempenho de híbridos de milho pipoca nos municípios de Sabáudia e Maringá, Paraná, na safra 2015/2016.

Camila Rodrigues Castro⁽¹⁾; Vânia Maria Pereira⁽²⁾; Rodrigo Ivan Contreras-Soto⁽³⁾; Alex Alves Viana⁽⁴⁾; Marcelo Akira Sato⁽⁵⁾; Amanda Tamí Kuroda⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; camila.rcastro@hotmail.com; ⁽²⁾ Bolsista PIBIT/CNPq; Universidade Estadual de Maringá; ⁽³⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento; Universidade Estadual de Maringá; ^(4,5,6) Mestrandos em Genética e Melhoramento; Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO: No Brasil, genótipos de alta qualidade de pipoca e características agronômicas favoráveis são escassos. A obtenção de híbridos de milho pipoca adaptados às condições brasileiras é imprescindível para diminuir a dependência da importação da pipoca norte americana. Um dos pontos fundamentais para a obtenção de híbridos promissores são experimentos com foco na interação genótipo x ambiente, isto é, na resposta diferenciada de cada genótipo em diferentes ambientes. Baseado nestes fatores, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de híbridos simples de milho pipoca em dois locais pela metodologia de modelos lineares mistos. Os experimentos foram delineados em blocos completos ao acaso com três repetições nos municípios de Sabáudia e Maringá, Paraná. As parcelas foram de duas linhas de 4 m com espaçamento entre as linhas de 0,90 m. Para as análises, utilizou-se os dados de rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e capacidade de expansão (mL g^{-1}), seguindo o modelo 23 do software SELEGEN-REML/BLUP. De acordo com os valores genotípicos, destacaram-se os híbridos POP-7 e POP-15 no ambiente de Sabáudia, apresentando alta produtividade e excelente capacidade de expansão, e no ambiente de Maringá destacou-se o híbrido POP-3.

Termos de indexação: REML, BLUP, Interação GxL.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as pesquisas em milho pipoca tem recebido especial atenção devido ao número limitado de cultivares que apresentem características agronômicas satisfatórias com elevada capacidade de expansão, sendo esta, a principal barreira à expansão da cultura (Amaral-Junior et al., 2013). Neste sentido, a obtenção de

híbridos adaptados às condições brasileiras é imprescindível para diminuir a dependência da importação da pipoca norte americana.

Programas de melhoramento para o desenvolvimento de variedades e/ou híbridos com alto potencial agronômico é um fator chave para estimular o sub-setor do agronegócio do cultivo de pipoca. Assim, a obtenção de híbridos promissores visa o conhecimento dos genótipos e sua interação em diferentes ambientes, este conhecimento é um dos fatores mais decisivos no futuro dos híbridos desenvolvidos e de seu posicionamento no mercado de sementes. Portanto, um bom entendimento da interação entre genótipo e ambiente poderá contribuir para o aproveitamento de seus efeitos benéficos, bem como buscar alternativas para seus efeitos indesejáveis sobre a avaliação de genótipos e recomendação de cultivares.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de híbridos simples de milho pipoca em dois locais, utilizando a metodologia de modelos lineares mistos, via estimador REML, para os componentes de variância, e preditor BLUP, para os valores genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho utilizou 45 híbridos simples de milho pipoca pertencentes ao banco de germoplasma da Universidade Estadual de Maringá e três testemunhas comerciais. Os experimentos foram delineados em blocos completos ao acaso, com três repetições, nos municípios de Sabáudia e Maringá, no Estado do Paraná. As parcelas consistiram em duas linhas de 4 m com espaçamento entre as linhas de 0,90 m.

Para as análises, consideraram-se os dados individuais das parcelas para rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e capacidade de expansão (mL g^{-1}). Utilizou-se o programa SELEGEN (Resende 2002; Resende, 2007) modelo 23 denotado na forma

matricial por: $y = Xr + Zg + Wi + e$, em que y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados a média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), i é vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral de valores genotípicos ($u+g$) considerando todos os híbridos avaliados foi de 2275 kg ha⁻¹ e 34 mL g⁻¹, para rendimento de grãos e capacidade de expansão (CE), respectivamente (**Tabela 1**).

Para rendimento de grãos e capacidade de expansão a estimativa do componente de variância fenotípica e sua decomposição nos componentes de variância genotípica e variância da interação genótipo x ambiente são apresentadas na **Tabela 1**. Para rendimento de grãos a variância do efeito de genótipos não foi significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Qui-quadrado para a razão de verossimilhança (LTR), demonstrando pouca variabilidade entre os híbridos de pipoca testados. O efeito da interação genótipo x ambiente foi significativo para LTR, indicando que os híbridos apresentaram um desempenho diferenciado frente às variações ambientais a que foram submetidos. Com base no teste F de Snedecor, houve significância para os efeitos de bloco dentro de ambiente e ambiente ($p < 0,05$).

Para rendimento de grãos 24% da variação fenotípica observada foi proveniente da interação genótipo x ambiente. Onde o coeficiente de determinação da interação genótipo x ambiente (c^2_{ga}) sugere quanto este componente contribuiu para a variação fenotípica total (Borges et al., 2010).

A correlação genotípica dos híbridos por meio dos locais foi de 0,17 (**Tabela 1**), revelando uma interação complexa e indicando que a classificação dos híbridos por meio dos ambientes não necessariamente será a mesma.

Considerando que houve interação genótipo x ambiente significativa para rendimento de grãos, na **Tabela 2** são apresentados os resultados dos 15 melhores híbridos para cada local (Sabaúdia e Maringá).

Para capacidade de expansão (CE), a variância do efeito de genótipo foi significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Qui-quadrado para a razão de verossimilhança (LTR), demonstrando a existência de variabilidade. De acordo com a herdabilidade (h^2g), os efeitos de genótipos para CE explicaram 81% da

variação total entre os híbridos avaliados. O efeito da interação genótipo x ambiente foi não significativo ($p > 0,05$) de acordo ao teste LRT, indicando que os híbridos respondem na mesma proporção a mudança no ambiente. Portanto, serão apresentados os efeitos genotípicos (g) e os valores genotípicos ($u+g$) baseados na média dos dois locais, para a característica CE (**Tabela 3**). Não houve significância, de acordo com o teste F de Snedecor, para os efeitos de bloco dentro de ambiente e ambiente ($p > 0,05$).

Os valores genotípicos variaram de 3357 a 2987 kg ha⁻¹ no experimento de Sabaúdia, e de 2189 a 1088 kg ha⁻¹ no ensaio de Maringá, para rendimento de grãos (**Tabela 2**). Para CE, de acordo com a média dos dois locais variaram de 40 mL g⁻¹ a 29 mL g⁻¹ (**Tabela 3**). Os valores genotípicos devem ser os preferíveis pelos pesquisadores de melhoramento, pois são estes os verdadeiros valores a serem preditos.

Neste estudo, pode ser verificado que os valores genotípicos ($u+g$) são bem próximos da nova média e vice-versa para ambos os ambientes. Valores de nova média são as predições feitas pelo BLUP para os cultivos comerciais, ou seja, nos cultivos comerciais os híbridos deverão produzir, em média, tais valores.

No ambiente de Sabaúdia, o híbrido que obteve a melhor classificação foi à testemunha comercial IAC-125 (**Tabela 2**), ficando em quarto lugar para capacidade de expansão na média dos dois locais (**Tabela 3**). O valor genotípico predito ($u+g$), para rendimento de grãos e CE foi de 3357 kg ha⁻¹ e 36 mL g⁻¹, respectivamente, a nova média foi de 3357 kg ha⁻¹ evidenciando a estabilidade do material. Os híbridos simples comerciais, por já terem sido testados em muitos ambientes, agregam alta produtividade com grande proporção de locos favoráveis já fixados, mantendo-se estáveis.

Para rendimento de grãos, os 45 híbridos simples de milho pipoca (POP-1 a POP-45) pertencentes ao banco de germoplasma da Universidade Estadual de Maringá avaliados em Sabaúdia, alcançaram um ranqueamento superior, as demais testemunhas comerciais, ou seja, aos híbridos POPTEN e POPTOP (**Tabela 2**), além de se destacar para CE nos valores genotípicos na média dos ambientes (**Tabela 3**), são eles: POP-7 com uma CE de 36 mL g⁻¹ e POP-15 com 35 mL g⁻¹, ressaltando que materiais com CE acima de 35 mL g⁻¹ são classificados como excelentes. Deste modo, verifica-se um potencial para utilização desses híbridos no Brasil, podendo substituir com vantagens alguns híbridos comerciais disponíveis no mercado e apresentando desempenho similar ao híbrido IAC-125, um híbrido adaptado às principais regiões produtoras de milho pipoca da região Centro

Sul do Brasil.

No ambiente de Maringá (**Tabela 2**), de acordo com os valores genotípicos ($u+g$) para produtividade, os cinco melhores híbridos, superando todas as testemunhas com valores destacados de BLUP, são: POP-2, POP-20, POP-37, POP-3 e POP-18. Sendo que o híbrido POP-3 apresentou uma excelente capacidade de expansão (36 mL g^{-1}), na média dos dois locais (**Tabela 3**).

CONCLUSÃO

Destacam-se com alta produtividade e excelente capacidade de expansão os híbridos POP-7 e POP-15 no ambiente de Sabáudia, e em Maringá o híbrido POP-3.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMARAL JUNIOR, AT.; GONÇALVES, L.S.A.; FREITAS JÚNIOR, S.; CANDIDO, L.S. UENF 14: a new popcorn

cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n 3, p. 218-220, 2013.

BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BORGES, V.; FERREIRA, V. P.; SOARES, L.; SANTOS, G. M.; SANTOS, A. M. M. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 32, n.4, p.643-649, 2010.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen-REML/BLUP**. Embrapa Florestas, Documentos 77, Colombo. 67p. 2002.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Embrapa Florestas, Documentos 100, Colombo. 65p. 2004

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Embrapa Florestas, Colombo, 561p. 2007.

Tabela 1 – Análise de deviance, componentes de variâncias, acurácia, coeficiente de determinação, correlação genotípica e coeficientes de variação genotípico e residual obtidos via REML, considerando a análise agrupada de 48 híbridos simples de milho pipoca para rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e capacidade de expansão (mL g^{-1}).

Efeito	Deviance		LTR		Componentes de Variância	
	REND.	CE	REND.	CE	REND.	CE
Genótipo	3788,25	870,27	0,40 ^{ns}	29,53*	-	4,67
Interação G x A	3798,98	843,59	11,12*	2,88 ^{ns}	61770	-
Modelo Completo	3787,85	840,71	-	-	-	-
Fenótipo	-	-	-	-	250173	4,46
Ambiente	-	-	F = 126,61*	1,85 ^{ns}		
Bloco/Ambiente			F = 4,48*	1,48 ^{ns}		
					REND.	CE
h^2g - herdabilidade;					-	0,81
A - acurácia da seleção de híbridos;					0,47	0,90

c^2_{ga} - coeficiente de determinação dos efeitos da interação G x A;	0,24	-
r_{ga} - correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes;	0,17	-
CVg% - coeficiente de variação genotípica,	5	6
Média Geral	2275 kg ha ⁻¹	34 mL g ⁻¹

*,^{ns}: significativo e não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste do Qui-quadrado e F de Snedecor; REND: Rendimento de grãos; CE: Capacidade de expansão.

Tabela 2 – Ordenamento, híbridos de milho pipoca, efeito genotípico (g) e valores genotípicos preditos ($u+g$) dos 12 híbridos simples de milho pipoca e das 3 testemunhas comerciais para rendimento de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, nos municípios de Sabáudia e Maringá, Paraná.

Sabáudia						Maringá					
Ord.	Híbrido	g	$u+g$	Ganho	Nova Média	Ord.	Híbrido	g	$u+g$	Ganho	Nova Média
1	IAC-125	364	3357	364	3357	1	POP-2	620	2189	620	2189
2	POP-20	315	3307	340	3332	2	POP-20	358	1926	489	2057
3	POP-27	271	3262	317	3309	3	POP-37	355	1924	444	2013
4	POP-11	266	3257	304	3296	4	POP-3	354	1923	422	1990
5	POP-7	260	3250	295	3287	5	POP-18	338	1907	405	1974
6	POP-25	230	3220	284	3276	6	POP-5	338	1907	394	1963
7	POP-19	229	3218	276	3267	7	POP-41	235	1803	371	1940
8	POP-30	189	3177	265	3256	8	POP-27	211	1779	351	1920
9	POP-6	182	3171	256	3247	9	POP-6	197	1766	334	1903
10	POP-23	181	3169	249	3239	10	POP-39	186	1754	319	1888
22	POP-31	15	2999	155	3147	22	POPTEN	9	1577	192	1761
26	POP-15	-19	2964	130	3122	26	IAC-125	-35	1534	159	1727
45	POP-12	-353	2620	29	3016	45	POPTOP	-283	1285	26	1595
47	POPTEN	-407	2564	11	2997	47	POP-15	-387	1181	10	1579
48	POPTOP	-496	2474	0	2986	48	POP-17	-480	1088	0	1569

Tabela 3 - Ordenamento, híbridos de milho pipoca, efeito genotípico (g) e valores genotípicos preditos ($u+g$) dos 12 melhores híbridos simples de milho pipoca e das 3 testemunhas comerciais para capacidade de expansão (mL g^{-1}), nos dois ambientes e para o ambiente médio.

Ord.	Híbrido	Sabáudia		Maringá		Ambiente Médio	
		g	$u+g$	g	$u+g$	g	$u+g$
1	POPTEN	4	38	8	42	6	40
2	POPTOP	4	37	6	40	5	39
3	POP-7	2	36	3	37	3	36
4	IAC-125	2	35	3	37	2	36
5	POP-14	2	35	2	36	2	36
6	POP-3	2	36	2	36	2	36
7	POP-43	3	37	0	34	2	36
8	POP-28	2	35	1	35	2	35
9	POP-15	3	36	0	34	2	35
10	POP-11	2	35	1	35	2	35
11	POP-38	1	34	2	36	1	35
12	POP-8	0	34	2	36	1	35
13	POP-13	0	33	2	36	1	35
14	POP-16	1	34	1	35	1	35
15	POP-33	1	35	0	34	1	34
48	POP-24	-5	29	-4	30	-4	29



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Desempenho de híbridos top-crosses de milho pipoca no estado de São Paulo

Eduardo Sawazaki⁽¹⁾; Marcelo Ticelli⁽²⁾, Vera Lúcia Nishijima Paes de Barros⁽³⁾; Aildson Pereira Duarte⁽¹⁾; Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani⁽¹⁾

(1) Pesquisador Científico, Instituto Agronômico de Campinas, SP, sawazaki@iac.sp.gov.br; (2) Pesquisador Científico, APTA, Polo Sudoeste Paulista, Tatui, SP; (3) Pesquisador Científico, APTA, Polo Sudoeste Paulista, Capão Bonito.

RESUMO: O desenvolvimento de híbridos de alta produtividade e qualidade de grãos e adaptados ao plantio de verão é fundamental para viabilidade da cultura do milho pipoca no estado de São Paulo. Avaliou-se a produtividade e a qualidade dos grãos de top-crosses de milho pipoca, no estado de São Paulo na safra de verão de 2015/16. Utilizaram-se 10 top-crosses experimentais, incluindo 4 testemunhas (1 top-cross e 3 híbridos triplos), em Campinas, Tatui e Capão Bonito, em plantio de novembro a dezembro. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com 2 repetições, parcelas de 4 linhas de 5m, espaçadas a 0,8m entre linhas por 0,20m entre plantas. Estudou-se a produção de grãos (MG), a capacidade de expansão da pipoca (CE) e número de grãos em 10 gramas (NG). As análises conjuntas mostraram efeitos significativos de ambientes e híbridos em todos os caracteres. Houve efeito significativo de top-cross e para testemunha em todos os caracteres, exceto para MG. Top crosses com alta CE, mais produtivos e com menor NG que os híbridos triplos foram evidenciados. A variedade exótica 6102 mostrou excelente combinação com as linhagens 14 e 96.

Termos de indexação: milho pipoca, produtividade, capacidade de expansão.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho pipoca no estado de São Paulo reduziu muito a área cultivada com o deslocamento da cultura para safra de inverno no Centro-Oeste utilizando cultivares exóticos de alta qualidade de grãos. O aumento da produtividade do milho transgênico e facilidade de manejo vem contribuindo para redução de áreas com o cultivo de milhos especiais, incluindo o milho pipoca.

Para viabilização da cultura do milho pipoca no estado de São Paulo, é fundamental o desenvolvimento de híbridos de alta produtividade e qualidade de grãos e adaptados ao ambiente de verão. Estudos de cruzamentos de híbridos exóticos com linhagens e híbridos simples obtidos de variedades locais, realizados por Sawazaki et al., 2002, mostraram ser muito promissor o desenvolvimento de híbridos top-crosses de milho pipoca de alta produtividade e capacidade de expansão.

Com objetivo de avaliar a produtividade e qualidade de grãos de novos híbridos top-crosses de milho pipoca, foi realizado o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 14 híbridos de milho pipoca do Instituto Agronômico de Campinas, sendo 10 top-crosses experimentais e 4 testemunhas (3 comercial e 1 experimental), que se encontram descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1. Relação dos tratamentos com identificação do tipo de híbrido e esquema do cruzamento utilizado na síntese.

Tratamentos	Híbridos	Cruzamentos
T1 (IAC 367)	Triplo	HS x L
T2 (IAC 125)	Top-cross	HS X V
T3 (IAC HT 06B)	Triplo	HS x L
T4 (IAC 268)	Triplo	HS x L
TC1 (9614 A.83)	Top-cross	HS x V
TC2 (9614.83)	Top-cross	HS x V
TC3 (9614.6102)	Top-cross	HS x V
TC4 (169138.6102)	Top-cross	HS x V
TC5 (6102.169138)	Top-cross	V x HS
TC6 (96.6102)	Top-cross	L x V
TC7 (6102.14)	Top-cross	V x L
TC8 (14.6102)	Top-cross	L x V
TC9 (6102.138-8)	Top-cross	V x L
TC10 (96B.6102)	Top-cross	L x V

Obs: na indicação dos cruzamentos, o primeiro foi usado como fêmea e o segundo como macho, sendo V=variedade, L= linhagem, HS= híbrido simples, T = testemunhas.

Os híbridos foram avaliados em três locais do Estado de São Paulo, no Centro Experimental do Instituto agrônomo em Campinas e nas unidades do Polo Sudoeste Paulista da APTA, em Tatuí e Capão Bonito, na safra de 2015/16. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 2 repetições e parcelas de 4 linhas de 5m, espaçadas a 0,8m entre linhas por 0,20m entre plantas. Foram estudados os caracteres de produção de grãos corrigida para umidade de 13% (MG), capacidade de expansão da pipoca (CE), obtida em forno de micro-ondas, utilizando-se duas repetições de 40 gramas por amostra e pote importado apropriado para estourar pipoca sem óleo, e número de grãos em 10 gramas (NG). Os ensaios foram semeados em 17/11/2015 em Capão Bonito, 16/11/2015 em Campinas, e 04/12/2015 em Tatuí, adubados com a formulação 8-28-16, nas doses de 420 kg.ha⁻¹ em Capão Bonito e 440 kg.ha⁻¹ em Campinas, 400 kg.ha⁻¹ em Tatuí. A adubação de cobertura foi de 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia em Campinas e Capão Bonito, e 100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em Tatuí, na forma de sulfato de amônio.

Para análise estatística conjunta dos experimentos utilizou-se o modelo misto considerando Locais aleatórios, sendo o teste F de tratamentos obtido em relação à interação Tratamento X Locais. Para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises conjuntas de variância na **Tabela 2**, mostram efeitos significativos do ambiente e de híbridos para todos os caracteres avaliados. As interações híbridos x locais foram significativas ao nível de 5% para MG e NG. O desdobramento dos híbridos em testemunhas e top-crosses, acusou diferenças significativas entre os top-crosses para todos os caracteres e entre as testemunhas, os efeitos foram significativos apenas para CE e NG. O contraste top-cross versus testemunha, foi significativo apenas para NG, onde a média de NG das testemunhas foi maior.

Tabela 2. Valores do teste F das análises de variância conjunta de três locais para massa de grãos (MG), capacidade de expansão da pipoca (CE) e número de grãos em 10 gramas (NG), dos ensaios de híbridos de milho pipoca na safra de 2015/16.

Fonte variação	GL	MG Kg.ha ⁻¹	CE mL.g ⁻¹	NG Grãos
Blocos/locais	3	2,07ns	1,51ns	,88ns
Locais (L)	2	10,2**	6,46**	17,3**
H x L	26	1,9*	1,51ns	1,96*
Híbridos (H)	13	5,4**	3,08**	,15**
Top-crosses (TC)	9	7,4**	2,33*	,73**
Testemunhas (T)	3	1,04ns	5,67**	8,03**
TC vs T	1	0,001ns	2,13ns	22,3**
QM Resíduo	39	142730	3,2219	4,2253
CV %		11,2	4,8	5,67
Média dos TC		3.386	42,9	71,7 b
Média Testemunhas		3.379	42,8	74,9 a
Dms Tukey a 5%		256	1,1	1,4

*,** respectivamente significativo pelo teste F a 5% e 1%.

Obs: médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na **Tabela 3**, são apresentadas as médias de MG, CE e NG, comparadas pelo teste de Tukey. Entre os híbridos, apresentaram maiores médias de MG, os top-crosses TC8, TC7, TC1 e TC10, que diferiram significativamente do TC4, TC5 e TC9. O TC8 e TC7, são versão do mesmo híbrido, com inversão dos parentais utilizados como macho e fêmea na síntese do híbrido. Foi observado pequeno efeito maternal na CE e tamanho de grãos, o que, além da produtividade de sementes, pode ser levado em consideração na escolha do progenitor fêmea do híbrido. Para CE, observou-se menor média da testemunha comercial T2, que não diferiu da testemunha T4 e dos top-crosses TC2, TC3, TC6 e TC7. Com relação a NG, de acordo com escala descrita por Sawazaki et al., 2012, todos os híbridos top-crosses apresentaram grãos médios, e todos os híbridos triplos se enquadram na categoria de grão pequeno.

Tabela 3. Médias da produtividade de grãos corrigida a 13% de umidade (MG), capacidade de expansão obtida em micro-ondas (CE) e número de grãos em 10 gramas (NG), de três locais do Estado de São Paulo na safra de 2015/16.

Híbridos	MG kg.ha ⁻¹	CE mL.g ⁻¹	NG Grãos.10 ⁻¹ g
T1	3.117 ab	43,7 A	75,7 Ab
T2	3.451 ab	38,6 B	70,2 Bc
T3	3.320 ab	44,0 A	75,8 Ab
T4	3.301 ab	41,6 Ab	78,0 A

TC1	3.941	A	44,0	A	74,8	Ab	2011 na região de Rio Verde, GO. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012. Anais... Águas de Lindóia, SP. IAC CD ROOM.
TC2	3.456	ab	42,3	Ab	71,6	Bc	
TC3	3.629	ab	42,7	Ab	72,2	Bc	
TC4	2.605	B	44,8	A	72,4	Bc	
TC5	2.692	B	43,8	A	73,3	Abc	
TC6	3.354	ab	42,5	Ab	68,6	C	
TC7	4.014	A	42,3	ab	68,1	C	
TC8	4.066	A	44,1	a	71,5	Bc	
TC9	2.632	B	44,6	a	73,9	Ab	
TC10	3.802	A	43,7	a	69,3	C	
Média	3.384		43,1		71,7		
Dms Tukey	1.010		4,3		5,6		

Obs: médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando a produtividade e qualidade dos grãos, os melhores top-crosses foram o TC1 e o TC8, tendo maior viabilidade comercial o TC1, que tem como progenitor fêmea um híbrido simples muito produtivo, enquanto que o TC8, a fêmea é uma linhagem pouca produtiva e de ciclo mais tardio, o que encarece a produção de sementes. Em ambos, o progenitor macho são variedades originadas de híbridos exóticos americanos. Sawazaki et al., 2002, também obtiveram top-crosses de alta produtividade e CE, em um dialelo combinando genótipos obtidos de variedade locais com híbridos exóticos americanos.

CONCLUSÕES

Híbridos top-crosses com alta CE, mais produtivos e com menor NG que os híbridos triplos, foram evidenciados. A variedade exótica 6102 mostrou excelente combinação com as linhagens 14 e 96.

REFERÊNCIAS

SAWAZAKI, E.; GALLO, P.B.; CASTRO, J.L.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; SILVA, R.M.; LUDERS.R.R. Capacidade combinatória de genótipos locais e híbridos exóticos de milho pipoca avaliados em dialelo parcial. In: XXIV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2002. **Anais**, Florianópolis, SC. EMBRAPA, CD ROOM.

SAWAZAKI, E.; ALVES JUNIOR, L.C.; DUARTE, A.P. Híbridos de milho pipoca: características agronômicas e qualidade de grãos na safrinha de



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Desempenho de variedades de milho em Santa Catarina

Felipe Bermudez⁽¹⁾; Alberto Höfs⁽²⁾; Cristiano Nunes Nesi⁽²⁾; Gilcimar Adriano Vogt⁽²⁾; Cirio Parizotto⁽²⁾.

⁽¹⁾Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Chapecó, SC; felipepereira@epagri.sc.gov.br; ⁽²⁾Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

RESUMO: O milho tem grande importância como atividade comercial, pois é a base da alimentação de suínos e aves, atividades de suma importância para Santa Catarina, além de dar suporte a uma série de outras atividades de subsistência do pequeno produtor rural. Assim, o objetivo desse trabalho foi comparar o desempenho de diferentes variedades de milho para Santa Catarina. Para isso, foram utilizadas 15 variedades de milho provenientes de empresas públicas e privadas. Os ensaios foram conduzidos em três locais: Campos Novos, Chapecó e Papanduva, na safra 2015/16. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições, com parcelas constituídas de 4 linhas de 4 metros de comprimento e espaçamento de 0,80m entre linhas, utilizando-se as 2 linhas centrais para determinação do rendimento. O rendimento médio dos 3 ambientes foi de 7.039 kg.ha⁻¹, com destaque para as variedades desenvolvidas pela Epagri, as quais estão entre as quatro primeiras colocadas em Chapecó, com a SCS155 Catarina e IPR 164. A SCS155 Catarina também ficou em destaque em Papanduva, juntamente com a IPR 114. Papanduva foi o ambiente que menos influenciou as médias das variedades. Em Chapecó e Campos Novos, o ambiente teve mais influência e de forma similar nos dois ambientes. Com isso, a variedade SCS155 Catarina é a indicada como a de maior rendimento de grãos e com boa estabilidade para ser cultivada no estado de Santa Catarina.

Termos de indexação: *Zea mays*; interação GxE; AMMI.

INTRODUÇÃO

Segundo a CONAB (2016), no ano agrícola de 2015/16, foram cultivados 370 mil ha de milho no estado de Santa Catarina, atingido uma produção de 2,7 milhões de toneladas, o que corresponde a um rendimento de 7.333 kg.ha⁻¹.

Este cereal tem importância como atividade comercial, sendo a base da alimentação de suínos e aves, duas das principais atividades agropecuárias de Santa Catarina, além de dar suporte a uma série de outras atividades de subsistência do pequeno produtor rural, podendo ainda constituir na sua principal fonte de alimentação (Bisognin et al., 1997).

As variedades tradicionais de milho de polinização aberta foram substituídas ao longo dos últimos 30 anos pelos híbridos, os quais, hoje, dominam o mercado e têm maior potencial produtivo, porém são mais exigentes em insumos e investimento (adubação, disponibilidade hídrica e defensivos). A adoção desses híbridos pelos produtores deu-se de forma quase generalizada. No entanto, a adoção da tecnologia disponível para a cultura, e requerida pelos híbridos, não foi empregada na mesma intensidade. Esse cenário contribui para o baixo rendimento observado no setor, já que esses produtores não conseguem explorar todo o potencial produtivo dos híbridos (Emygdio et al., 2008).

O desenvolvimento de novos cultivares de milho do tipo varietal, “variedades de polinização aberta” ou “variedades melhoradas”, resulta em um potencial produtivo muito superior ao das tradicionais variedades crioulas ou locais (Emygdio et al., 2008).

Segundo Reunião... (2008), existem, ainda, pelo menos três fatores que colocam os cultivares de milho do tipo varietal de polinização aberta como uma excelente opção de cultivo para agricultores de pequena propriedade: a) O baixo custo da semente, até cinco vezes menor que o custo da semente de um cultivar híbrido; b) A possibilidade de produção de semente própria, pois, ao contrário dos híbridos, as variedades não perdem o potencial produtivo quando plantadas na safra seguinte; e, c) A maior plasticidade das variedades, em condições de estresse, quando comparadas aos híbridos.

Com isso, o objetivo desse trabalho foi comparar o desempenho de diferentes variedades de milho para Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 15 variedades de milho provenientes de empresas públicas e privadas, sendo eles: AM 4001, AM 4002, AM 4003, Sintético PF 7021, Sintético PF 7031, BRS 4103, BRS Missões, BRS Planalto, SCS 156 Colorado, SCS 155 Catarina, SCS 154 Fortuna, IPR 164, IPR 114, FEPAGRO Pagnoceli, FEPAGRO 35.

Os ensaios foram conduzidos em três locais: Campos Novos, Chapecó e Papanduva, na safra 2015/16.

As datas de semeadura foram: 28/10/2015 em Chapecó; 25/11/2015 em Campos Novos; 10/11/2015 em Papanduva. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições, com parcelas constituídas de 4 linhas de 4 metros de comprimento e espaçamento de 0,80m entre linhas, utilizando-se as 2 linhas centrais para determinação do rendimento. A correção e adubação do solo seguiram as recomendações da Sociedade... (2004), visando rendimento superior a 6000 kg.ha⁻¹.

As variáveis observadas foram: altura de planta e de inserção de espiga e rendimento de grãos.

As análises de variância foram realizadas considerando modelo fixo e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott.

A homogeneidade de variâncias, distribuição normal dos resíduos e aditividade dos blocos foram verificadas, respectivamente, pelos testes de Bartlett, Shapiro-Wilk e de aditividade de Tukey. Todas as análises foram realizadas a 5% de significância.

Para o estudo de variedades superiores quanto ao rendimento e estabilidade, recomenda-se utilizar análises que levem em consideração a interação do genótipo com o ambiente. A análise utilizando o modelo AMMI (*Additive Main effects and Multiplicative Interaction analysis*) combina, em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais (genótipos (G) e ambientes (E)) e componentes multiplicativos para os efeitos da interação GxE. O método AMMI permite uma análise mais detalhada da interação GxE, garante a seleção de genótipos capazes de capitalizar interações positivas com ambientes, propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística (Duarte & Vencovsky, 1999). O resultado da análise é apresentado na forma de um gráfico Biplot, que

apresenta a média da variável rendimento *versus* o primeiro componente principal (PC1).

As análises estatísticas foram realizadas com o programa R, versão 3.3.0 (R CORE TEAM, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as pressuposições da análise de variância foram atendidas. Além disso, o efeito de tratamento foi significativo a 1% de probabilidade, tornando possível a distinção dos materiais em cada ambiente (dados não mostrados).

Os resultados médios de rendimento, altura de planta e de inserção da espiga para cada ambiente, são apresentados na **tabela 1**. O rendimento médio dos três ambientes foi de 7.039 kg.ha⁻¹, com destaque para as variedades desenvolvidas pela Epagri, as quais estão entre as quatro primeiras colocadas em Chapecó, com rendimentos acima de 9.700 kg.ha⁻¹.

Em Chapecó o genótipo com a maior média foi o SCS155 Catarina, não diferindo apenas do IPR 164.

Para o ambiente de Campos Novos, o genótipo de maior média foi o SCS155 Catarina. No entanto, o grupo de maior desempenho diferiu apenas do FEPAGRO Pagnoceli e do PF 7031.

O ensaio de Papanduva apresentou problemas de germinação, o que acarretou na eliminação do material AM4001 desse ambiente na análise, pois só foi possível obter dados de uma das repetições. Apesar disso, os genótipos de maior rendimento de grãos foram o IPR 114 e SCS155 Catarina, diferindo dos demais genótipos neste ambiente.

Papanduva foi o ambiente que menos influenciou as médias das variedades (menos contribui para a interação), o que pode ser observado pelo menor comprimento da seta. Em Chapecó e Campos Novos, os ambientes tiveram maior influência e de forma similar em ambos (**Figura 1**).

A SCS 155 Catarina (14) foi identificada como a variedade com maior rendimento (afastada para a direita do eixo vertical) e maior estabilidade de produção (próxima ao eixo horizontal).

Destaque, também, para as variedades IPR 164 (12), IPR 114 (11) e SCS154 Fortuna (13) por apresentarem rendimento acima da média e alta estabilidade. O último foi a variedade mais estável identificada nessa análise.

O sintético PF7031 (5) apresentou baixo rendimento e estabilidade. E a variedade AM4003 (3), identificado como o menos estável.

CONCLUSÕES

A variedade SCS155 Catarina é a indicada como a de maior rendimento de grãos e com boa estabilidade para ser cultivada no estado de Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todas as empresas que enviaram seus materiais para a realização desse estudo. Além disso, agradecem às unidades da Epagri de Campos Novos e Canoinhas pela condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

BISOGNIN D. A.; CIPRANDI, O.; COIMBRA, J. L. M. & GUIDOLIN, A. F. Potencial de variedades de polinização aberta de milho em diferentes condições adversas de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, p. 29-34, 1997.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/16. Acompanhamento de safra brasileira: grãos – Nono levantamento / Junho, 2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2016.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipo x ambiente: uma introdução à análise AMMI**. Série Monografias SBG, n. 9, 1999.

EMYGDIO, B. M.; SILVA, S. D. dos A.; PORTO, M. P.; TEIXEIRA, M. C. C.; OLIVEIRA, A. C. B. de. **Fenologia e características agrônômicas de variedades de milho recomendadas para o RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 18p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 74).

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2016. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em 28 de junho de 2016.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 53., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 36. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande Sul, 2008/2009. Pelotas. Embrapa Clima Temperado. 169p. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC 394p. 2004.

Tabela 1. Rendimento de grãos, altura da planta e da inserção da espiga nos ensaios de desempenho de variedades de polinização aberta de milho em três locais de Santa Catarina para a safra 2015/16. Epagri – Cepaf, 2016.

Variedade	Chapecó ⁽¹⁾	Campos Novos ⁽¹⁾	Papanduva ⁽¹⁾	Altura	
				Planta	Espiga
	.....(kg.ha ⁻¹).....			.....(m).....	
SCS155 Catarina	11.425 a	8.482 a	8.969 a	2,61	1,34
IPR 164	11.219 a	7.375 a	7.264 b	2,38	1,18
SCS154 Fortuna	9.924 b	7.534 a	6.920 b	2,40	1,19
SCS156 Colorado	9.762 b	5.862 a	7.140 b	2,43	1,21
Fepagro Pagnoceli	9.588 b	4.526 b	6.768 b	2,77	1,67
AM 4002	9.506 b	6.748 a	6.735 b	2,23	1,10
BRS Missões	9.116 b	8.662 a	4.690 c	2,39	1,19
BRS 4103	8.705 c	6.478 a	6.977 b	2,21	1,01
BRS Planalto	8.388 c	6.135 a	4.797 c	2,36	1,11
AM 4003	8.036 c	9.883 a	4.486 c	2,06	0,99
IPR 114	7.909 c	8.421 a	9.213 a	2,46	1,26
AM 4001	7.238 c	7.407 a	-----	2,03	0,97
PF 7021	7.216 c	6.007 a	7.307 b	2,25	1,05
Fepagro 35	7.175 c	7.487 a	5.818 c	2,45	1,19
PF 7031	6.359 c	1.968 c	4.993 c	1,98	0,87
C.V. (%)	10,72	19,52	9,52		

¹ Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5%.

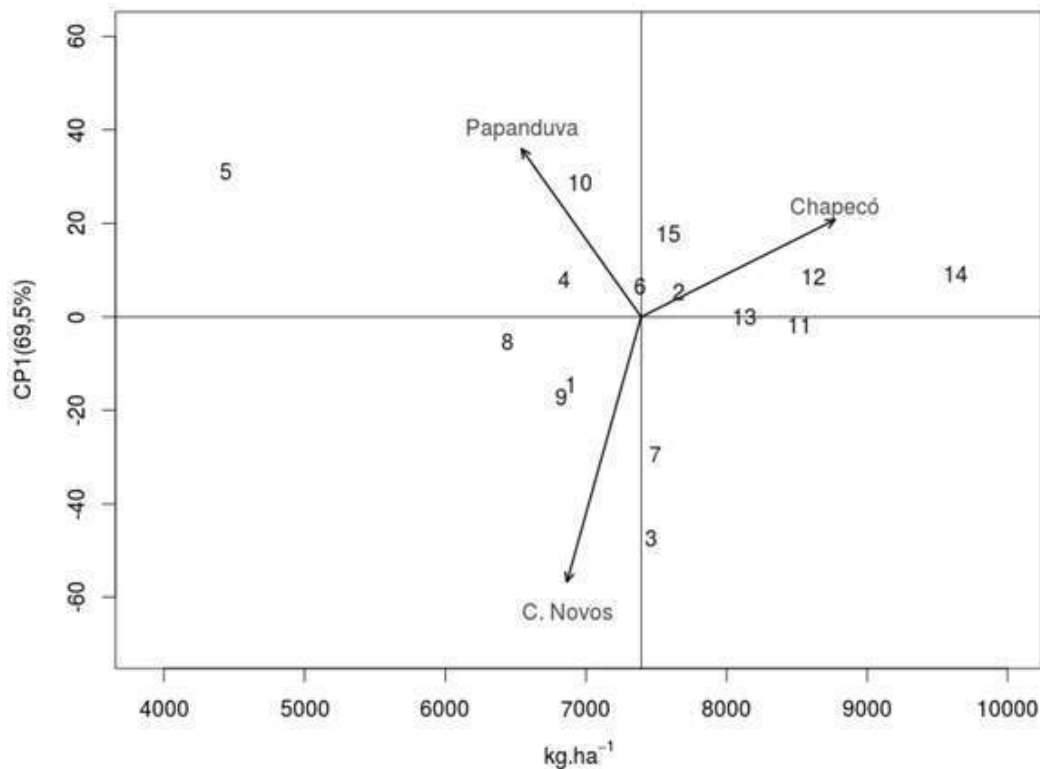


Figura 1. Biplot AMMI para dados de rendimento de grãos de milho, com 15 genótipos (1:AM4001; 2:AM4002; 3:AM4003; 4:PF7021; 5:PF7031; 6:BRS4103; 7:BRS Missões; 8:BRS Planalto;



9:FEPAGRO 35; 10:FEPAGRO Pagnoceli; 11:IPR 114; 12:IPR 164; 13:SCS154 Fortuna;
14:SCS155 Catarina; 15:SCS156 Colorado) e 3 ambientes no estado de Santa Catarina. Epagri –
Cepaf, 2016.

Desempenho Produtivo de Cultivares de Milho em Três Locais do Estado do Pará

Francisco Ronaldo Sarmanho de Souza¹; Leonardo Melo Pereira da Rocha² Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães²; Carlos Alberto Costa Veloso¹; Jamil Char El Husny¹.

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA; Email: ronaldo.sarmanho@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O rendimento das lavouras de milho no Pará, vem aumentando gradativamente, devido ao uso de variedades e de híbridos desenvolvidas pela pesquisa, aliadas às práticas culturais mais modernas. Torna-se fundamental desenvolver atividades de pesquisa voltada para a avaliação de variedades e híbridos, para selecionar materiais adaptados e portadores de atributos agronômicos desejáveis, como precocidade, tolerância as principais pragas e doenças, menor altura de plantas e espigas e produtividade, entre outros. Objetivou-se avaliar híbridos pré - comerciais e comerciais, para selecionar e indicar cultivares de alta produtividade e adaptados ao Nordeste e Oeste paraense. Os ensaios fazem parte da Rede Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho – RENAMILHO, e do programa de Desenvolvimento de cultivares de milho para as diversas regiões do Brasil e foram conduzidos no ano agrícola 2013/2014. Utilizou-se o esquema de latissse 6 x 6, com duas repetições. Na análise, foi detectada diferença estatística, a 5 % de probabilidade pelo teste F, para tratamentos, indicando a existência de diferenças genéticas entre as cultivares. A diferença mínima significativa (DMS t) a 5 % de probabilidade, foi 1.739 kg/ha de grãos. A amplitude de variação ficou entre 9.599 kg/ha (159 sacos) e 4.939 kg/ha (82 sacos), com média de 6.947 kg/ha (116 sacos). Os resultados sugerem a indicação para plantio nesses locais das cultivares: experimentais 1 K 1341 (9.599), 1 K 1301, Embrapa 1 J 1132, Embrapa 1 J 1203, Embrapa 3 H 842, CD 393Hx e 2B604PW por apresentarem bom desempenho produtivo e outras características de interesse agrônomo.

Termos de indexação: *Zea mays*, avaliação, híbridos.

No estado do Pará, áreas localizadas, principalmente, nas regiões Nordeste, Sudeste, Oeste, Baixo Tocantins e Região da Transamazônica apresentam excelente potencial para a produção de grãos. O rendimento das lavouras de milho, nestas regiões, vem aumentando gradativamente, devido ao uso de variedades e de híbridos que vêm sendo desenvolvidas pela pesquisa, aliadas às práticas culturais mais modernas. Desse modo, torna-se fundamental desenvolver atividades de pesquisa voltada para a avaliação de variedades e híbridos, visando à seleção de materiais adaptados e portadores de atributos agronômicos desejáveis, como precocidade, tolerância ao quebraamento do colmo, bom empalhamento, menor altura de planta e inserção da primeira espiga, sanidade foliar, estabilidade e produtividade, entre outros. As cultivares mais comuns disponíveis no mercado são as variedades e os Híbridos (simples, triplos e duplos). Os híbridos têm - se destacado nos empreendimentos de grande porte, onde são utilizadas tecnologias modernas de produção. As variedades melhoradas, predominam em sistemas de produção de pequenos e médios produtores. Sabe-se que a semente é o principal insumo de uma lavoura, e a escolha correta da semente deve merecer toda atenção do produtor para obter sucesso em seu empreendimento. Objetivou-se avaliar híbridos pré - comerciais e comerciais de milho, visando selecionar e indicar cultivares de alta produtividade. Os ensaios fazem parte da Rede Nacional de Avaliação de Cultivares de Milho – RENAMILHO, e do programa de Desenvolvimento de cultivares de milho para as diversas regiões do Brasil e foram conduzidos no ano agrícola 2013/2014, nas bases físicas de pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental.

INTRODUÇÃO

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliou-se 36 híbridos de milhos comerciais e pré-comerciais de várias instituições do país. Utilizou-se o esquema de latisse 6 x 6, com duas repetições, em todos os ensaios e locais. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5 m de comprimento. O espaçamento adotado foi de 0,80 m entre fileiras e 0,20 m entre covas, deixando-se uma planta após o desbaste. A adubação de plantio correspondeu a 300 kg por hectare da formulação NPK (10-28-0), efetuou-se a adubação de cobertura usando-se 150 kg/ha da formulação NK (20-00-20), foi realizada a análise estatística individual e conjunta para avaliar o desempenho produtivo alcançado pelas cultivares. Aproveitou-se o efeito da calagem efetuada no ano anterior, para verificar o efeito desta sobre o desempenho dos materiais. As demais práticas culturais foram realizadas conforme recomendado para a cultura do milho no estado Souza et al. (1999). Foram observadas e mensuradas as produtividades, em kg/ha (corrigidas para 13 % de umidade), altura das plantas, período entre o plantio e o florescimento masculino e ocorrência de pragas e doença. As características edafoclimáticas ocorrentes onde os experimentos foram realizados nas principais regiões do Estado do Pará. Na região do sudeste paraense o município de Paragominas representa um polo representativo de grãos, a precipitação média anual em torno de 1800 mm, com altitude de 85m, com Latitude 2^o 57'24" e Longitude 47^o 31'36", cultivado em Latossolo Amarelo distrófico e textura argilosa. Na região do baixo Amazonas o município Belterra apresenta uma precipitação média anual em torno de 1900 mm, com altitude de 175m, com Latitude 2^o 25'03" e Longitude 54^o 00'00", cultivado em Latossolo Amarelo distrófico e textura argilosa. Enquanto a região da transamazônica representada pelo município de Altamira corresponde a uma precipitação média anual em torno de 1680 mm, com altitude de 63m, com Latitude 3^o 11' 41" e Longitude 52^o 12'33", cultivado em Terra Roxa estruturada com textura argilosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os dados médios obtidos na análise conjunta nos três locais onde os ensaios foram conduzidos, como pode ser observado, a produtividade de grãos apresentou uma amplitude entre 9.599 kg/ha (159 sacos) a 4.939 kg/h (82 sacos) com média geral de 6.947 kg/ha (116 sacos). As melhores cultivares foram: 1K1341 (9.599), 1K1301 (8.927), Embrapa 1J1132 (8.924), XB 8018 (8.477), Embrapa 1J1203 (8.289),

Embrapa 3 H 842 (8.029), CD 393 Hx (7.898) e 2B604PW sendo a maior produtividade média alcançada pelos híbridos 1K1341, 1K1301, Embrapa 1J1132, XB8018, Embrapa 1J1203 e Embrapa 3 H 842 que apresentaram desempenho semelhante aos dois primeiros colocados uma vez que não foram estatisticamente diferentes conforme DMS (5%). Como o número de cultivares avaliadas foi muito grande, adotou-se como critério para seleção, indicação e recomendação para plantio nessas microrregiões, as sete melhores em relação ao desempenho produtivo.

A significância verificada mostra que houve diferença no comportamento das cultivares, e que, de um local para outro exibiram manifestação fenotípica inconsistente perante as variações ambientais. O efeito desta manifestação tem sido estudado em todas as regiões do país, tanto para os diversos tipos de cultivares existentes no mercado, como para vários tipos de famílias obtidos na cultura do milho (Carvalho et al.; 1992); Souza et al.;2002b).

Normalmente, quando cultivares desenvolvidas por outras regiões do país, como Sul e Sudeste e até mesmo Centro Oeste, onde o ciclo das cultivares varia de 55 até 70 dias em relação ao florescimento são introduzidas no Pará, estas sofrem uma redução no ciclo vegetativo em até duas semanas, e dependendo da região da Amazônia, esta redução é bem significativa, fato este também verificado no estudo em questão. Ribeiro et al. (2000) comenta que em Roraima, os materiais com ciclo mais longo sofrem maior redução que os precoces, quando introduzidos o que também foi verificado neste estudo. Talvez isto explique a pouca diferença entre a média máxima e mínima obtidas para esta característica. Embora a média geral de produtividade de grãos (6.947 kg/ha) dos ensaios tenha sido um pouco abaixo das médias obtidas em outros centros do País, tem-se que esse valor supera em mais de 100% a média do Estado do Pará, que foi de 3.232 kg/ha (Levantamento da Produção Agropecuária, 2015).

Considerando-se os resultados é possível dizer que esses híbridos podem ser indicados para cultivo nas regiões Nordeste paraense, polo de grãos de Paragominas, e na região Oeste paraense nos municípios de Belterra e Altamira e suas adjacências, por apresentarem alta produtividade e outras características de interesse como precocidade, altura de plantas e espigas que facilitam a colheita e outras práticas culturais.

CONCLUSÕES

Os híbridos experimentais de maior desempenho produtivo 1 k 1341; 1 K 1301; Embrapa 1J1132, Embrapa 1J1203, Embrapa 3 H 842, CD 393Hx e 2B604PW podem ser indicados para plantio nas regiões em questão por apresentarem alta produtividade e outras características de interesse como precocidade, altura de plantas e espigas que facilitam a colheita e outras práticas culturais.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, H. W. L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. L. S. Estabilidade da produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.1073-1082, jul. 1992.

Pesquisa Mensal da Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas. In: **Relatório do Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária**. Belém, 2015.p.8.

RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, J.C.; BENTO D.A.V. Desempenho de populações de híbridos comerciais de milho em três *ambientes* no Estado de Roraima. In. XXIII congresso nacional de milho e sorgo. Uberlândia, 2000. **Anais...** Uberlândia - MG: ABMS. (CD ROM I).

SOUZA, F.R.S. de; VELOSO, C.A.C.; POLTRONIERI, L.S.; ARAÚJO, S.M.B. de. **Recomendações básicas para o cultivo do milho no Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999 a. 20p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 2).

SOUZA, F.R.S.de; RIBEIRO, P.H. E; VELOSO, C.A. C; CORRÊA, L.A. Produtividade e estabilidade fenotípica de cultivares de milho em três municípios do Estado do Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1269-1274, set. 2002b.

Tabela 1. Desempenho produtivo médio (PGCR), florescimento masculino (FLM), altura de plantas (AP) e espigas (AE), porcentagem de plantas acamadas + quebradas, estande final (SF), e umidade dos grãos (U), obtidas por cultivares de milho, avaliadas em três locais do estado do Pará, (Belterra, Paragominas e Altamira). Embrapa Amazônia Oriental, 2013/2014.

Cultivares	Peso Grãos (kg/ha)	Média (%)	Flores (dias)	Alt Plant (cm)	Alt Espi (cm)	Acam. + Quebr	Stand Final (x 1000)	Umidade (%)
1K1341	9599	138	57	198	88	0	61	22
1K1301	8927	128	57	210	95	0	64	21
Embrapa 1J1132	8924	128	55	198	96	0	62	22
XB 8018	8477	122	55	209	109	0	64	21
Embrapa 1j1203	8269	119	57	206	96	0	62	21
Embrapa3 H 842	8029	116	54	197	92	0	61	21
CD 393Hx	7898	114	55	199	96	1	57	21
2B604PW	7842	113	55	200	88	1	55	21
CD 384Hx	7826	113	55	201	99	0	62	21
2B512PW	7733	111	54	192	95	0	59	22
LAND-219	7638	110	61	197	100	0	60	21
30 ^a 91PW	7619	110	53	199	91	0	61	22
XB 6012Bt	7513	108	58	202	102	1	64	20
CD 324Pro	7470	108	53	205	105	2	59	21
2B707	7225	104	56	195	90	0	67	21
CD 3590Hx	7128	103	58	196	102	0	55	21
Média	6947	100	55	198	96	1	56	21
ExpCr110	7046	101	54	194	91	0	58	20
ExpCr109	6993	101	54	196	87	0	60	22
PRE 22S11	6989	101	57	188	86	1	62	22
2A55PW	6906	99	52	195	84	1	56	21
HIV0908	6525	94	57	201	106	1	60	22
BAL 480 PRO	6448	93	57	209	89	2	57	22
Exp91679	6412	92	50	195	97	0	56	21
SEMPRE x041	6329	91	58	190	99	1	42	20
LAND-533	6302	91	57	196	95	1	51	22
CD 397Pro	6256	90	54	199	100	1	61	21
Mucuripe	6087	88	55	205	107	1	59	21
BRS 4058	5997	86	54	210	98	0	58	20
MC 20	5925	85	54	207	101	1	59	21
Copacabana	5889	85	54	198	96	3	54	19
MC 6028	5836	84	54	205	101	1	43	20
Exp91109	5693	82	55	191	96	1	30	20
Exp96419	5234	75	55	181	83	1	46	20
AL 2010	5090	73	58	194	97	3	52	20
tr 2120	5079	73	50	192	95	0	42	21
tr 167	4939	71	57	188	97	1	58	19
LSD (5%)	1739							
C.V. (%)	15							

Dissimilaridade entre populações de milho com base na caracterização do grão

Airton Rosa da Silva⁽¹⁾; Lílian Moreira Barros⁽²⁾; Daiane Prochnow⁽³⁾; Victória Freitas de Oliveira⁽⁴⁾; Antonio Costa de Oliveira⁽⁵⁾; Luciano Carlos da Maia⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas/UFPEL; Pelotas, RS; rosaaairton@hotmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia; Bolsista CNPq; UFPEL; lilianmbarros@gmail.com; ⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia; Bolsista Capes; UFPEL; daia.prochnow@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia; Bolsista FAPERGS; UFPEL; vicdeol@gmail.com; ⁽⁵⁾ Professor Titular do departamento de Fitotecnia; UFPEL; acostol@terra.com.br; ⁽⁶⁾ Professor Adjunto do departamento de Fitotecnia; UFPEL; lucianoc.maia@gmail.com

RESUMO: Caracteres qualitativos são importantes ferramentas para a caracterização de populações, sendo denominados de variáveis multicategóricas quando representam duas ou mais classes. O objetivo do trabalho foi analisar a distância genética existente entre populações de milho com base em caracteres qualitativos. Foram utilizadas oito populações de milho, entre elas, seis crioulas (Argentino Amarelo, Caiano Rajado, Cateto Amarelo, Dente de Ouro, Sete Sanga e Taquarão) e duas variedades sintéticas (BRS 473 e BRS Planalto). Os caracteres avaliados foram: Tamanho médio do grão (TMG), tipo de grão (TG), coloração da coroa do grão (CCG), coloração do pericarpo (CP) e coloração do endosperma (CE). As classes foram designadas de acordo com a classificação sugerida pela Embrapa. A distância genética foi obtida por meio da matriz de dissimilaridade e os grupos foram formados de acordo com o método de Ward. As análises estatísticas foram aplicadas utilizando o software Genes. Houve a formação de cinco grupos, sendo que dois deles foram formados basicamente por uma única população, o que indica maior dissimilaridade entre as populações e menor entre genótipos de mesma população. Existe similaridade genética entre populações crioulas e variedades sintéticas.

Termos de indexação: variáveis multicategóricas, qualitativos.

INTRODUÇÃO

Considerando as espécies cultivadas, o milho (*Zea mays* L.) possivelmente possui a maior variabilidade genética, a qual é decorrente tanto de caracteres relacionados à adaptação ambiental,

bem como aqueles que não oferecem vantagens adaptativas (Teixeira et al., 2002).

No melhoramento de milho, possíveis genitores podem ser encontrados a partir de estudos da variabilidade em populações, sendo capazes de identificar genótipos geneticamente distantes, (Santos et al., 2014).

A análise da distância genética destina-se principalmente à identificação de grupos de genótipos distintos para a obtenção de efeitos heteróticos (Cruz et al., 2014), todavia, segundo Moll et al. (1965) é necessário que haja um grau ótimo de divergência para a máxima expressão da heterose.

Existem diversas metodologias para a obtenção da distância genética. As formas preditivas são baseadas nas diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando tais diferenças em medidas de dissimilaridade, expressando a distância existente entre dois ou mais genótipos (Cruz et al., 2014).

Caracteres qualitativos são bastante utilizados na identificação de chaves taxonômicas vegetais, mas também são importantes ferramentas na exploração da distância genética (Coimbra et al., 2010), sendo classificados como variáveis multicategóricas quando usados na caracterização morfológica contendo duas ou mais classes (Sudré et al., 2006).

A distância genética baseada em variáveis multicategóricas é obtida por meio da matriz de dissimilaridade e posterior análise de agrupamento (Coimbra et al., 2010).

O método de Ward (Ward, 1963) é uma técnica de agrupamento em que a formação de cada grupo tem por base a soma dos quadrados dos desvios (SQD), sendo que o agrupamento é feito entre os pares de indivíduos com a menor SQD.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi analisar a distância genética existente entre populações de milho com base em caracteres qualitativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda Agropecuária da Palma, no município Capão do Leão, RS, em solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (Santos et al., 2006), durante de 2014 e abril de 2015. O delineamento foi inteiramente casualizado.

Foram avaliadas oito populações de milho, sendo: seis crioulas (Argentino Amarelo, Caiano Rajado, Cateto Amarelo, Dente de Ouro, Sete Sanga e Taquarão) e duas variedades sintéticas (BRS 473 e BRS Planalto). Para as avaliações foram utilizadas dez plantas de cada população selecionadas aleatoriamente.

A semeadura foi realizada de forma manual em linhas de cultivos espaçadas a 0,70 metros, com espaçamento entre plantas de 0,17 metros. A adubação de base foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-20 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura na forma de ureia aplicada em duas parcelas de 150 kg ha⁻¹ cada.

As plantas foram identificadas e suas espigas colhidas individualmente de forma manual. Até o momento da avaliação os grãos foram mantidos em espiga e armazenados em câmara fria a uma temperatura de 16°C.

Após a debulha se realizou a caracterização morfológica dos grãos através dos caracteres de tamanho e cor indicados como descritores morfológicos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (MAPA, 1997).

A caracterização dos genótipos foi realizada de acordo com a classificação sugerida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa para a classificação de recursos genéticos de milho (Teixeira & Costa, 2010).

Avaliou-se o tamanho médio do grão (TMG), nas classes 1- pequeno, 3- médio e 5- grande; tipo do grão (TG), em que 1- duro, 2- semiduro, 3- semidentado, 4- dentado, 5- farináceo, 6- opaco e 7- ceroso; coloração da coroa do grão (CCG), sendo 1- branca, 2- branca amarelada, 3- amarela, 4- amarela alaranjada, 5- alaranjada, 6- vermelha alaranjada, 7- vermelha e 8- vermelha escura; coloração do pericarpo (CP), classificado em 1- incolor, 2- amarela, 3- bronze, 4- marrom, 5- vermelha, 6- roxa e 7- variegada e coloração do endosperma (CE), onde 1- branca, 2- amarela, 3- amarela alaranjada, 4- alaranjada e 5- avermelhada.

Os dados foram submetidos à análise multivariada de classe para a obtenção da matriz de

dissimilaridade e posteriormente processados para o agrupamento utilizando o método de Ward (Ward, 1963). O ponto de corte para a formação dos grupos foi calculado com base na distância média entre os genótipos, desvio padrão e o coeficiente K, gerado pela análise estatística realizada no programa computacional Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de dissimilaridade separou os genótipos em cinco grupos, demonstrando a existência de variabilidade entre as populações avaliadas (**Figura 1**).

Na **figura 1** pode-se observar que o grupo um foi formado por nove genótipos, sendo que destes sete pertencem à população Caiano Rajado (oito), um pertencente à população Sete Sanga (cinco) e um da população BRS 473 (sete).

O grupo dois foi formado por nove indivíduos da população Sete Sanga (cinco), cinco genótipos da população Dente de ouro (três) e apenas um genótipo pertencente à Argentino Amarelo (quatro), indicando elevada similaridade entre as duas primeiras, ou seja, menor distância genética (**Figura 1**).

No grupo três houve o agrupamento de todos os genótipos da população Taquarão (seis), sugerindo a não existência de variabilidade entre os genótipos, sendo esta também, a mais distante das demais variedades, todavia, no mesmo grupo foram agrupados genótipos das populações BRS 473 e Caiano Rajado (**Figura 1**).

O mesmo isolamento ocorreu com a população Cateto Amarelo (dois), em que nove de seus dez genótipos foram agrupado no grupo quatro, juntamente com um indivíduo da população BRS Planalto (um) e um da população Dente de Ouro (**Figura 1**).

O maior grupo formado foi o cinco, contendo 31 genótipos de cinco populações, sugerindo que neste grupo houve a maior representação da variabilidade genética entre todas as populações. Neste ficaram concentrados sete genótipos da população BRS 473, nove da população Argentino Amarelo, quatro Dente de Ouro, sete genótipos BRS Planalto e dois Caiano Rajado (**Figura 1**).

A proximidade entre populações crioulas, com variedades sintéticas sugere que mesmo passando por processos de melhoramento, os milhos sintéticos ainda são similares aqueles em que o único processo de seleção foi decorrente do próprio ambiente de cultivo e condições as quais foram submetidos.

Com relação ao isolamento das populações Argentino Amarelo e Taquarão, segundo Vieira et al. (2010), genótipos mais distantes ou que se concentram em grupos isolados, representam

importante fonte de genitores para futuros cruzamentos promissores.

CONCLUSÕES

Das oito populações estudadas, seis apresentaram variabilidade entre seus genótipos.

Existe variabilidade genética entre as populações, bem como há similaridade entre populações crioulas e variedades sintéticas.

De acordo com os resultados aqui encontrados, genótipos de Argentino Amarelo e Taquarão podem compor promissores cruzamentos por se distanciarem das demais populações.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul – FAPERGS, pelas concessões das bolsas de estudos

REFERÊNCIAS

COIMBRA, R. R.; MIRANDA, G. M.; CRUZ, C. D.; MELO, A. V.; ECKERT, F. R. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 1, p. 159 - 166, Fortaleza/CE, 2010.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 667 p.

CRUZ, C.D. "Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics." **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.35, n.3, p.271 – 276, 2013.

MAPA – Descritores mínimos do milho (*Zea mays* L.), 1997. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/upload/ax4_1102200832684000_decreto2366milho.pdf>, acessado em 21 de maio de 2016.

MOLL, R. H.; LONQUIST, J. H.; VÉLEZ FORTUNO, J.; JOHNSON, E. C. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. **Genetics**, v. 52, n. 1, p. 139 – 144, 1965.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 2006. 306p.

SANTOS, W. F.; PELÚZIO, J. M.; SODRÉ, L. FL.; AFÉRRRI, F. S.; LOPES, J. A. M.; MORAIS, R. A. Divergência genética para produção de proteína em populações de milho no Município de Palmas, TO. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.8, n.5, p.25-28, 2014.

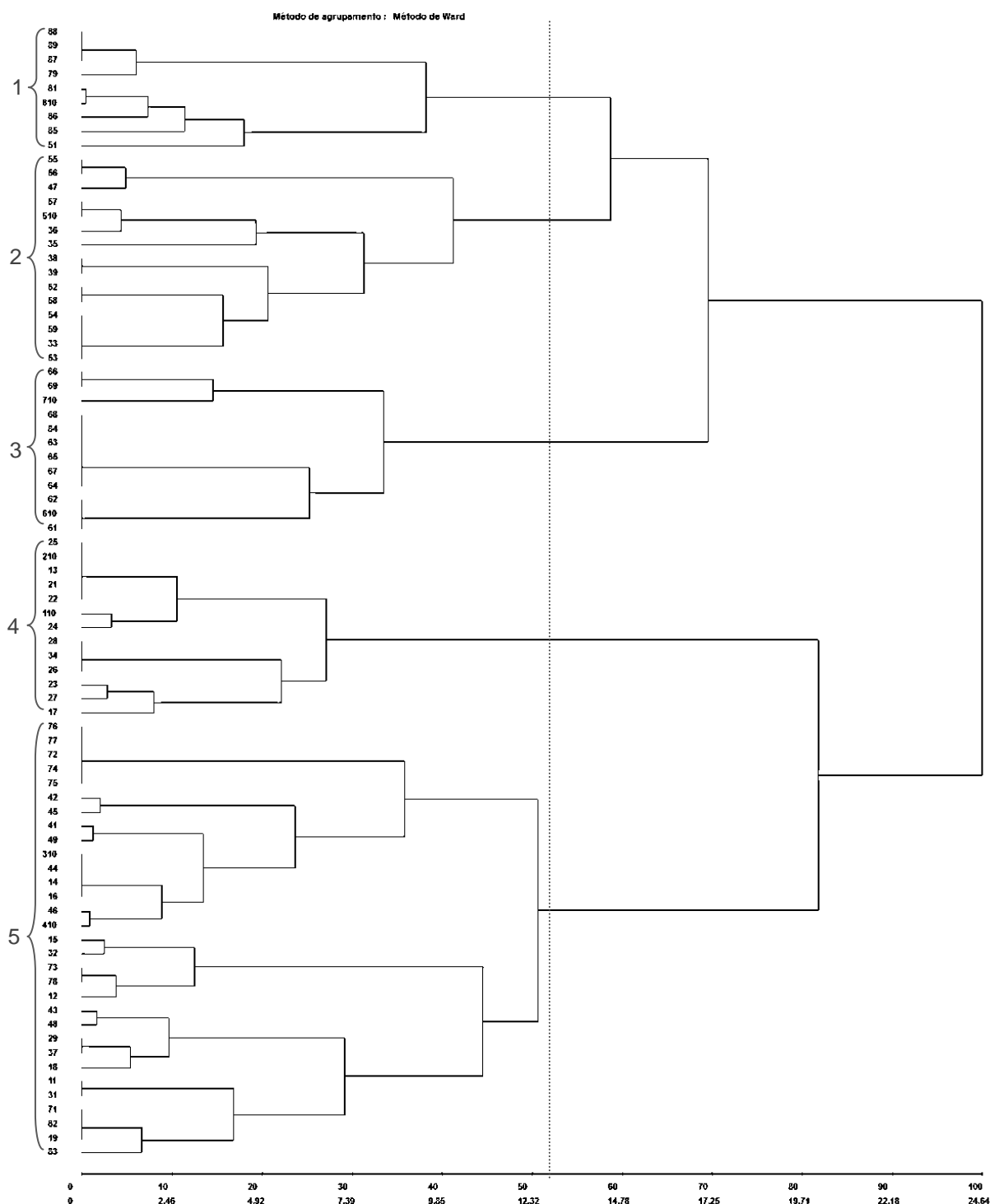
SUDRÉ, C. P.; CRUZ, C. D.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do.; SILVA, D. J. H. da.; PEREIRA, T. N. S. Variáveis multicatóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Associação Brasileira de Horticultura**, v. 24, n. 1, p. 88 – 93, 2006.

TEIXEIRA, F. F.; ANDRADE, R. V.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, A. S.; SANTOS, M. X. Diversidade no germoplasma de milho coletado na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.59-67, 2002.

TEIXEIRA, F. F.; COSTA, F. M. Caracterização de recursos genéticos de milho. Comunicado técnico, Sete Lagoas, MS: Embrapa, 2010. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/883797/caracterizacao-de-recursos-geneticos-de-milho>>. Acesso em 21 de maio de 2016.

VIEIRA, M. A.; CAMARGO, M. K.; DAROS, E.; ZAGONEL, J.; KOEBER, H. S. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 81-86, 2010.

WARD JR, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, n. 301, p. 236 – 244, 1965.



*Populações: 1 – BRS Planalto; 2 – Cateto Amarelo; 3 – Dente de Ouro; 4 – Argentino Amarelo; 5 – Sete Sanga; 6 – Taquarão; 7 – BRS 473; 8 – Caiano Rajado.

Figura 1. Dendrograma obtido pelo método de Ward, a partir da matriz de dissimilaridade entre oito populações* de milho. Capão do Leão/RS, 2016.

Diversidade Genética de Milho-Doce Utilizando Marcadores Microsatélites

Marcos de Oliveira Pinto⁽¹⁾; Flavia França Teixeira⁽²⁾; Claudia Teixeira Guimarães⁽²⁾.

⁽¹⁾ Analista de pesquisa e desenvolvimento; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG, marcos.deoliveira@embrapa.br;

⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

RESUMO: O conhecimento da diversidade genética de uma cultura é uma poderosa ferramenta para os programas de melhoramento. Este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade genética de 37 genótipos de milho-doce que representam os principais materiais disponíveis no Banco de Gemoplasma da Embrapa Milho e Sorgo, além de cultivares comerciais. Um total de 24 marcadores microsatélites, distribuídos ao longo do genoma geraram 212 alelos que foram utilizados para calcular o índice de dissimilaridade genética, como o complemento do coeficiente de Dice. Os agrupamentos foram realizados pelo método hierárquico UPGMA e pela análise de componentes principais. O valor de PIC médio foi 0,75, variando de 0,4, para o loco bnlgl155, a 0,91, para os locos dupSSR24 e bnlgl161. O valor de dissimilaridade genética variou de 0,13 a 0,74 mostrando uma ampla variabilidade genética entre os genótipos de milho-doce. A análise da diversidade genética evidenciou que a origem foi o fator mais preponderante do agrupamento tendo como base a similaridade genética. Adicionalmente, verificou-se a existência de variabilidade genética disponível dentro do Banco de Gemoplasma que pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos materiais.

Termos de indexação: *Zea mays* L.; Marcadores moleculares e SSR.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho-doce é uma hortaliça voltada para o processamento industrial, sendo ainda pouco difundido para o consumo "in natura" pelo restrito número de cultivares adaptadas ao clima tropical (Kwiatkowski & Clemente, 2007), sendo que o número de variedades disponíveis em coleções elites e bancos de gemoplasma é muito reduzido quando comparado ao milho comum (Teixeira, 2013). De acordo com o registro de cultivares do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento,

em 2016 apenas 58 cultivares de milho-doce foram recomendadas por dez diferentes empresas, sendo que poucas apresentam potencial de serem realmente cultivadas.

O estudo de diversidade genética, principalmente utilizando-se marcadores moleculares, é uma ferramenta muito importante para a caracterização e utilização do germoplasma nos programas de melhoramento. Além disso, permite que empresas, públicas e privadas, realizem introgressões de novos materiais para ampliar a base genética dos seus programas.

Os microsatélites (SSR) estão entre os principais marcadores moleculares utilizados na caracterização de linhagens de milho em programas de melhoramento e de acessos em vários países, como Índia (Sharma et al., 2010), Canadá (Reid et al., 2011) e Brasil (Eloi et al., 2012).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a diversidade genética de 37 genótipos de milho-doce que representam os principais materiais disponíveis no Banco de Gemoplasma mantido na Embrapa Milho e Sorgo além de cultivares comerciais, para auxiliar o programa de melhoramento de milho-doce da Embrapa.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético

Foram utilizados 37 genótipos de milho-doce, que podem ser classificados nos seguintes três grupos de acordo com a sua origem, sendo 19 retirados no BAG Milho que são em sua maioria cultivares comerciais antigas, sete cultivares híbridos comerciais recentes e 11 introduzidos dos EUA no Brasil em 2009 para fins de melhoramento e que por essa razão podem ser classificados como germoplasma de origem temperada (Tabela 1).

Extração de DNA, amplificação dos SSR e eletroforese

Para a extração do DNA genômico foi feito uma

amostragem de discos foliares de oito plantas individuais para representar cada genótipo. A extração foi realizada em placas de 96 poços utilizando o aparelho GenoGrinder 2000 (Spex, NJ, EUA), segundo Lana et al. (2010).

Tabela 1 - Genótipos de milho-doce utilizados no estudo de diversidade genética.

Nº	Genótipo
1	Doce do Hawai – BAG
2	Doce UNB 1 – BAG
3	Tuc Blanco Dulce EEAOC – BAG
4	Splendor – Comercial
5	PI 503577 Z20-010 – Intr. para melhoramento
6	Doce Cubano – BAG
7	Milho-doce 2 – BAG
8	MG 161 – Branco Doce – BAG
9	Sh MS EX 03411227 – Comercial
10	PI 608778 – B86 – Intr. para melhoramento
11	Doce Opaco – BAG
12	BR 400 - Superdoce – BAG
13	MG 162 - Amarelo Doce – BAG
14	SWB 551 – Comercial
15	PI 644099 – Florida 56 – Intr. para melhoramento
16	Doce Flor da Serra – BAG
17	BR 401 – Doce de ouro – BAG
18	Doce da Flórida – BAG
19	DO 04 – Intr. para melhoramento
20	PI 644100 – Florida 32 – Intr. para melhoramento
21	BR 402 – Doce Cristal – BAG
22	Doce Sofia – Comercial
23	AMES 15667- Country Dakota Yellow – Intr. para melhoramento
24	NSL 4640 Hawaiian Sugar – Intr. para melhoramento.
25	PR 030 Doce Flor da Serra 51 – BAG
26	BR 427 III – BAG
27	Doce Elisa – Comercial
28	NSL 179257 – Sweet Corn – Intr. para melhoramento
29	PI 612343-SHRUNKEN Zapalote chico – Intr. para melhoramento
30	CMS 27 III Doce Hawai – BAG
31	CNPH 1 – BAG
32	BRS Vivi – Comercial
33	PI 269756–North Dakota Yellow Sweet – Intr. para melhoramento
34	Milho-doce 1 UNB – BAG
35	TEEA Dulce EEAOC – BAG
36	Tropical Plus – Comercial
37	PI 451692 – Cargill North Temp. Zone Coroico –intr. para melhoramento

A genotipagem foi realizada com bases em 24

iniciadores SSR marcados com fluorocromos e amplamente distribuídos ao longo do genoma. As reações de amplificação foram realizadas utilizando 50 ng de DNA, 0,2 µM de cada iniciador e Taq DNA polimerase (Invitrogen, CA, EUA), conforme recomendações do fabricante. As reações de PCR foram realizadas em *touchdown*: desnaturação inicial a 94 °C por 2 min; 7 ciclos de 94 °C por 20 s, 60 °C (com redução de 1 °C por ciclo até 53 °C) por 1 min e 72 °C por 1 min, 35 ciclos de 94 °C por 20 s, 53 °C por 1 min e 72 °C por 1 min; extensão final de 72 °C por 5 min. Os fragmentos gerados foram analisados no sequenciador automático Mega Bace 1000 (GE Healthcare Life Science, SP, Brasil).

Análises de dados moleculares

O índice de dissimilaridade genética foi estimado a partir do complemento do coeficiente de Dice . O dendrograma foi obtido a partir da matriz de dissimilaridade pelo método de agrupamento UPGMA. Adicionalmente foi realizada a análise de componentes principais. As análises dos dados moleculares foram realizadas empregando-se o programa Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos 24 locos SSR foi possível obter a amplificação de 212 alelos, o número de alelos amplificados variou de 2 (umc1139) a 21 (bnlg125), tendo como média 8,75 alelos por loco. O PIC (Conteúdo de Informação Polimórfica) médio foi 0,75, variando de 0,4, para o loco bnlg155 a 0,91, para os locos dupSSR24 e bnlg161, a (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Número de alelos amplificados e PIC dos 24 locos SSR amplificados.

SSR	*Bin	Nº de alelos amplificados	PIC
umc1222	1,01	14	0,85
umc1862	1,11	9	0,77
bnlg125	2,02	21	0,89
phi109642	2,04	3	0,58
dupssr24	2,08	19	0,91
phi374118	3,02	7	0,74
phi053	3,05	8	0,75
umc1489	3,07	4	0,68
umc1759	4,01	9	0,75
phi093	4,08	3	0,66
umc1056	5,03	8	0,79
bnlg161	5,05	20	0,91
umc1887	6,03	5	0,73
mmc0241	6,05	10	0,81
bnlg155	7,03	5	0,40
umc1139	8,01	2	0,52
umc2146	8,03	4	0,58

dupSSR14	8,09	10	0,87
phi028	9,01	5	0,74
umc1033	9,02	15	0,87
umc1771	9,04	6	0,74
umc1366	9,06	5	0,72
phi041	10,00	6	0,81
umc1084	10,07	12	0,82

*Bin – Posição do marcador ao longo dos cromossomos.

As medidas de dissimilaridades obtidas ficaram entre 0,13 e 0,74, indicando uma ampla variação no coeficiente e alta diversidade ente os genótipos de milho-doce avaliados.

A dispersão dos genótipos de milho-doce foi avaliada com base no dendograma gerado pelo método hierárquico UPGMA (**Figura 1**) e pela análise de componentes principais (**Figura 2**). A partir dessas análises foi possível verificar que os genótipos de milho-doce da Embrapa ficam dispersos em três agrupamentos principais. O primeiro agrupamento, disposto na base da **Figura 1**, é composto de apenas um genótipo, denominado PI 612343 *shrunk Zapalote Chico* que trata-se de uma introdução recente dos Estados Unidos da América no Brasil com a finalidade de melhoramento. Esse genótipo é derivado da raça Zapalote Chico de origem mexicana (Widstrom et al, 2003). Possivelmente, a maior distancia genética entre esse genótipo e os demais se deva justamente ao uso da raça local Zapalote Chico na obtenção da população, uma vez que os demais acessos são derivados, possivelmente de coleções elite de programas de melhoramto. O segundo agrupamento, engloba os seguintes genótipos de origem norte americana: PI 644099 - Flórida 56, Doce Flórida, PI 644100 – Flórida 32, Ames 15667 – *Country Dakota Yellow*, NSL 179257 – *Sweet Corn* e PI 269756 – *North Dakota Yellow Sweet* que mostraram ter como ponto em comum a origem, pois a maioria dos integrantes deste *agrupamento* têm referência aos estados da Flórida e de Dakota do Norte. Os demais acessos foram reunidos no mesmo agrupamento que engloba 30 dos 37 genótipos avaliados. Nesse agrupamento, também estão genótipos de origem em comum, pois neles foram incluídos todos os genótipos comerciais do Brasil, todos os acessos do banco de germoplasma, exceto do Doce da Flórida, e parte dos genótipos introduzidos recentemente no Brasil para fins de melhoramento. Esse resultado era esperado tendo em vista que os genótipos do banco de germoplasma são em sua maioria introduções originárias de programas de melhoramento brasileiros e estrangeiros.

A apresentação gráfica da análise de

componentes principais (**Figura 2**) confirma esses resultados uma vez que os acessos pertencentes aos dois primeiros *agrupamentos* da **Figura 1** mantiveram-se agrupados quando se empregou a metodologia de componentes principais. Na **Figura 2**, pode ser observado também a similaridade entre os acessos BR 427 III, BR 401 - Doce de Ouro, CNPH 1, Doce do Hawaii e CMS 27 III, o que era esperado pois a maioria desses genótipos está relacionado com o programa de melhoramento de milho-doce conjunto entre as Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Hortaliças desenvolvido nos anos de 1980 (Teixeira et al., 2013).

O melhoramento de milho-comum no Brasil está estruturado para a exploração de grupos heteróticos baseados nos tipos de grãos duro e dentado (Parentoni et al., 2001). Essa classificação não pode ser estendida para o milho-doce, justamente devido ao tipo de grão. Assim, informações sobre a divergência genética entre genótipo de milho-doce permitem a identificação de acessos com maior potencial de heterozigosidade e que poderá estar associada a maior heterose. Os resultados obtidos mostraram potencial para o uso de genótipos de outras raças para ampliar a divergência no conjunto gênico do milho-doce, entretanto a escolha desses genitores deverá ser criteriosa tendo em vista que outros caracteres relacionados à qualidade de grãos e espigas devem ser considerados no melhoramento do milho-doce (Teixeira et al, 2013).

CONCLUSÕES

A análise da diversidade genética entre genótipos de milho-doce evidencia que a origem dos genótipos foi o fator mais preponderante para a formação dos agrupamentos tendo como base a similaridade genética.

Adicionalmente, é verificada a existência de variabilidade genética disponível dentro do Banco de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo que poderá ser utilizada para o desenvolvimento de novos materiais.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo e à FAPEMIG pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, p. 271-276, 2013.

ELOI, I. B. O.; MANGOLIN, C. A.; SCAPIM, C. A., GONÇALVES, C. S.; MACHADO, M. F. P. S. Selection of high heterozygosity popcorn varieties in Brazil based on SSR markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, p. 1851-1860, 2012.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Characteristics of sweet corn (*Zea mays* L.) for industrialization. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 2 p. 93-103, 2007.

PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. V.; PACHECO, C. A. P.; SANTOS, M. X.; ABADIE, T.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; MEIRELLES, W. F.; LOPES, M. A.; VASCONCELOS, M. J. V.; PAIVA, E. Heterotic groups based on yield-specific combining ability data and phylogenetic relationship by RAPD markers for 28 tropical maize open pollinated varieties. **Euphytica**, v. 121, p. 197-208, 2001.

LANA, U. G. de P.; GOMES, P. C.; TINOCO, C. F. da S.; OLIVEIRA, B. C. F. S.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. de; OLIVEIRA, B. C. F. S **Procedimento da Embrapa Milho e Sorgo para extração de DNA de tecido vegetal em larga escala**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 104).

REID, L. M.; XIANG, K.; ZHU, X.; BAUM, B. R.; MOLNAR, S. J. Genetic diversity analysis of 119 Canadian maize inbred lines based on pedigree and simple sequence repeat markers, **Canadian Journal of Plant Science**, v. 91, p. 651-661, 2011.

SHARMA, L.; PRASANNA, B. M.; RAMESH, B. Phenotypic and microsatellite-based diversity and population genetic structure of maize landraces in India, especially from the North East Himalayan region, **Genetica**, v. 138, p. 619-631, 2010.

TEIXEIRA, F. F.; MIRANDA, R. A.; PAES, M. C. D.; SOUZA, S. M.; GAMA, E. E. G. **Melhoramento do milho doce**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 32 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 154)

WIDSTROM, N. W.; WISEMAN, B. R.; SNOOK, M. E.; NUSSLY, G. S.; SCULLY, B. T. Registration of the Maize Population Zapalote Chico 2451F. **Crop Sci.**, v. 42, p. 444-445, 2003.

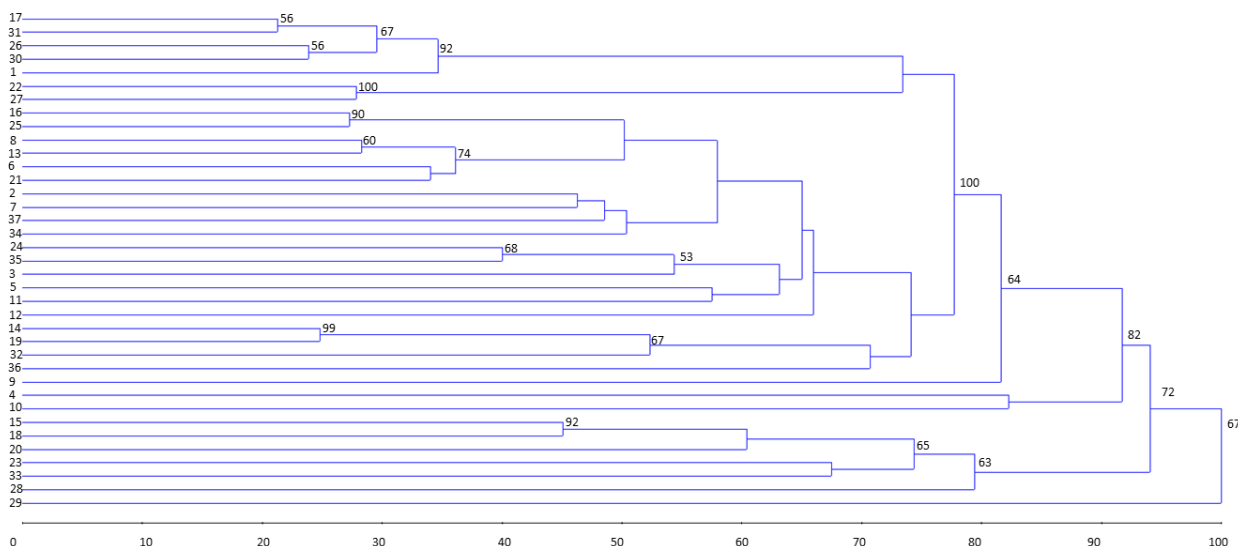


Figura 1: Dendrograma obtido pelo método UPGMA a partir da matriz de dissimilaridade entre genótipos de milho-doce. Os valores a cima de cada ramo representam o *bootstrap*. Genótipos numerados de acordo com a **Tabela 1**.

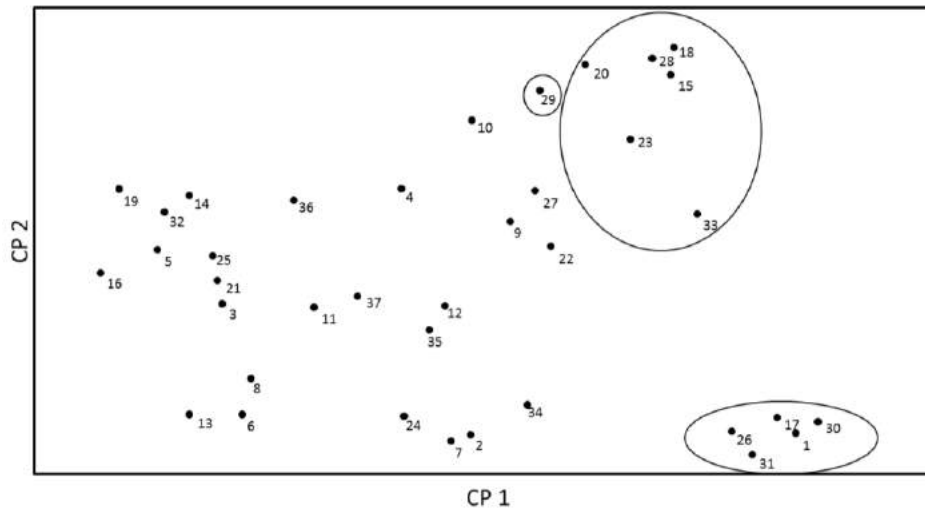


Figura 2: Análise de componentes principais dos genótipos de milho-doce com base na diversidade genética. Genótipos numerados de acordo com a **Tabela 1**.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Efeito do tempo de proteção de espigas de milho (*zea mays* L.) com envelopes de polietileno na receptividade do estilo-estigma ao pólen.

Damião Inácio Clemente⁽¹⁾; Taline Nunes Campos das Neves⁽²⁾ Rogerio Silva Ferreira⁽³⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽⁴⁾; Edvaldo Luiz Bizinoto⁽⁵⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; Jataí, Goiás. email: Inacio2159@hotmail.com; ⁽²⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽³⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁴⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁶⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O processo de polinização manual em milho é relativamente simples, porém oneroso, pois depende de proteção dos órgãos reprodutivos da planta. Para proteção das espigas é necessário a utilização de envelopes de polietileno o que, consequentemente contribui para alteração da transpiração e aumento da temperatura do órgão no interior do envelope. Isto contribui para a redução do número de sementes produzidas e comprometimento da eficiência do processo. Com isto a ocorrência da redução da produtividade de sementes em polinização manual pode estar associada ao tempo de proteção do estilo-estigma. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da proteção da espiga de milho com o uso de envelopes de polietileno na receptividade do estilo-estigma ao grão de pólen, em polinizações manuais de linhagens. O experimento foi conduzido na cidade de Itumbiara, Goiás no ano de 2014/15. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5 sendo: duas linhagens e cinco fases de polinização: GDA 0 - Polinização aberta; GDA 10 - Polinização manual no início do florescimento; GDA 100; GDA 200 e GDA 300 - polinizações com o acúmulo de graus dia após o florescimento. A linhagem 01 apresentou-se mais produtiva e menos tolerante a proteção do estilo-estigma. Em contrapartida seus estilos-estigma permaneceram receptivos por mais tempo. A linhagem 02 não tolera proteções por tempo prolongado, tendo desempenho produtivo satisfatório apenas em polinização aberta e polinização realizada precocemente, GDA 10.

Palavras-chave: Polinização manual, florescimento, unidade de graus dia.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de milho adaptados a diferentes ambientes e com alta estabilidade produtiva vem sendo um desafio para as instituições de pesquisa e produção de sementes. A seleção de plantas de alto potencial produtivo depende de uma série de fatores relacionados a técnicas clássicas de melhoramento, como: desenvolvimento de linhagens endogâmicas, testes de capacidade combinatória, hibridação e exploração da heterose (Pierre et al., 2011).

Várias tentativas têm sido sugeridas para tornar mais eficiente a obtenção de linhagens de milho. Isto porque nas etapas de desenvolvimento de linhagens a polinização manual se faz necessária. Esta prática é relativamente simples, porém onerosa e de custo elevado. Além de produzir quantidades de sementes, significativamente menor quando comparado à polinização aberta.

Para obter produtividade satisfatória a polinização manual torna-se dependente de diversos fatores, como: boa quantidade e viabilidade do pólen, bom sincronismo, receptividade do estilo-estigma, qualidade nutricional das plantas, condição climática favorável, entre outros.

Na polinização manual é necessário que se faça a proteção dos estilos-estigma. Geralmente esta proteção é realizada com envelopes de polietileno, por estes serem mais resistentes a umidade, além de permitirem melhor expansão da espiga durante o crescimento, permitir a visualização dos estilos-estigma durante o florescimento e por apresentarem menor custo.

Em contrapartida, a proteção dos estilos-estigma pode comprometer a eficiência da polinização, provocando uma drástica redução na produção de sementes. Esta proteção pode desencadear dano irreversível no órgão reprodutivo feminino das plantas, em detrimento da impermeabilidade dos envelopes.

Conseqüentemente, esta impermeabilidade promove elevação da temperatura no interior do envelope, levando a desidratação e degradação dos componentes nutricionais do estilo-estigma (Pereira & Guimarães, 2013). Com isto a ocorrência de redução da produtividade de sementes de milho em polinização manual pode estar associada à degeneração do estilo-estigma.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo de proteção das espigas de milho com envelope de polietileno, na eficiência de polinizações manuais de linhagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Itumbiara/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 440 m. O município apresenta clima quente e úmido e a precipitação varia de 1.400 mm a 1.800 mm com chuvas regulares nos meses de Outubro a Março e uma estação seca de Abril a Setembro (Soares & Costa, 1994).

Delineamento experimental e tratamentos

Foram avaliadas duas linhagens de milho contrastantes para tolerância a altas temperaturas: linhagem 01 (sensível) e linhagem 02 (tolerante). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, (DBC), em um esquema fatorial 2x5 (2 linhagens e 5 fases de polinização), com quatro repetições.

Foram polinizadas manualmente todas as plantas da parcela que se encontravam florescidas, segundo os tratamentos:

T1 – Polinização natural (aberta) - (GDA 0)

T2 – Polinização manual no início do florescimento - (GDA 10).

T3 – Polinização com o acúmulo de 100 graus dia após o florescimento - (GDA 100).

T4 – Polinização com o acúmulo de 200 graus dia após o florescimento - (GDA 200).

T5 – Polinização com o acúmulo de 300 graus dia após o florescimento - (GDA 300).

O cálculo dos GDA's foram realizados com base na soma térmica. A partir da temperatura média do ar, subtraída pela temperatura base, registradas em Fahrenheit (°F) (Gadioli et al., 2000).

Amostragem experimental

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de plantio com 5 m de comprimento. Utilizou-se uma densidade de plantio de seis sementes por metro linear e espaçamento de 0,75 m entre linhas.

Foram plantadas três linhas dos genitores masculinos, próximo ao experimento, em três diferentes datas de plantio, com base em acúmulos de graus dia (GDA), sendo: GDA 100, 200 e 300. Esta prática garantiu pólen viável em todo o período de polinização.

Os pendões foram protegidos com sacos de papel de 180 x 420 mm de medida, quando atingiram 50% de suas anteras abertas. A proteção dos estilos-estigma da espiga foi realizada com sacos de polietileno com 80 x 180 mm de medida, assim que as espigas se tornaram expostas às plantas.

Cada fase de polinização teve duração de aproximadamente quatro dias, perfazendo um período de 12 dias de polinização. Durante este período as temperaturas diárias registraram médias de 21°C pela manhã e 35°C à tarde, com máxima de 42°C. A temperatura no interior dos envelopes foi monitorada diariamente, utilizando termômetro digital. A temperatura média foi de 44°C. A temperatura máxima registrada foi de 52°C, obtida no período da tarde.

Os tratamentos foram avaliados através dos seguintes parâmetros:

PTS – Produtividade total de sementes (Kg ha^{-1})

PSS – Produtividade de sacas de 60.000 sementes (sacas ha^{-1})

NSE – Número médio de sementes por espiga

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. A correlação entre os parâmetros de produção de sementes e o tempo de proteção dos estilos-estigma foi testado por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que houvesse boa dispersão de pólen e sua máxima viabilidade fosse explorada, as polinizações foram realizadas pela manhã, entre as 9:00 e 12:00 horas. Este procedimento garantiu pólen viável em toda a fase de polinização, deste modo às variações de rendimento ocorridas entre os períodos de polinização foram proporcionadas pela capacidade dos estilos-estigma em resistir ao aumento do tempo de proteção com os envelopes de polietileno.

Altas temperaturas no interior dos envelopes, registradas durante o período de proteção, levaram a visíveis processos de dano ao estilo-estigma, que se intensificaram com o prolongamento do tempo de

proteção (**Figura 1**).

De acordo com Martin, et al. (2007), em condições climáticas favoráveis o estilo-estigma pode permanecer receptivo por até 8 dias após o florescimento. Condições de estresse hídrico e térmico, alta densidade populacional e deficiências nutricionais podem comprometer a receptividade do estilo-estigma (Bergonci et al., 2001).



Figura 1: Processo de deterioração dos estilos-estigma nos tempos de proteção com envelopes de polietileno GDA 10 (a), GDA 100 (b), GDA 200 (c) e GDA 300 (d).

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) (**Tabela 1**), verificou-se que há uma relação funcional entre os diferentes tempos de proteção e as duas linhagens estudadas, para PTS, PSS e NSE.

Tabela 1: Resumo da análise de variância (ANAVA) na regressão quadrática para produtividade média de sementes em Kg ha⁻¹ (PTS), produtividade de sacas de 60.000 sementes ha⁻¹ (PSS), e número médio de sementes espiga⁻¹ (NSE).

F. Variação	GL	Quadrado Médio		
		PTS	PSS	NSE
Linhagem 01	1	0,24**	4,72**	4,39**
Linhagem 02	1	0,25**	0,67**	0,35*
Tratamentos	9	4.61**	4.52**	4.52**
Blocos	3	0.03ns	0.03ns	0.03ns
Resíduos	30	0.038	0.037	0.037
CV (%)		7,42	7,85	7,74

NS = Não significativo pelo teste de (F). * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade.

Em linhas gerais as linhagens testadas apresentaram produtividade satisfatória para polinização aberta (GDA 0) e polinização no florescimento (GDA 10) (**Figura 2a**). Normalmente polinizações manuais tendem a reduzir a quantidade de sementes produzidas, pois no momento da realização da polinização todos os estilos-estigma devem estar expostos e receptivos, bem como é necessário que haja grãos de pólen viáveis.

A maior produtividade de sementes foi obtida pela linhagem 01 sob polinização aberta (GDU 0), 312 sacas ha⁻¹. A polinização realizada no início do florescimento (GDU 10), promoveu redução na produtividade de sementes da mesma linhagem, 180 sacas ha⁻¹. Em contrapartida esta linhagem manteve produtividade estável, produzindo 172 sacas ha⁻¹ quando polinizada com o acúmulo de 100 unidades de graus dia, (GDU 100) (**Figura 2a**).

A Linhagem 02 produziu 270 sacas ha⁻¹, em polinização aberta e 230 sacas ha⁻¹ quando polinizadas no GDU 10 e apresentou uma drástica redução na produtividade quando polinizada no GDU 100, produzindo 28 sacas ha⁻¹. A diferença de comportamento entre as linhagens 01 e 02 frente ao tempo de proteção demonstra que a eficiência da polinização manual torna-se dependente dos níveis individuais de tolerância, bem como da estabilidade de cada genótipo.

De acordo com Vilhegas et al. (2001), a estabilidade não está associada à produtividade, onde a cultivar mais produtiva nem sempre é a de maior estabilidade. Esta premissa pode ser observada neste estudo. Porém o desempenho produtivo das linhagens demonstra estar ligado a comportamentos fisiológicos específicos entre elas. Ainda assim, para ambas as linhagens a maior eficiência na polinização manual foi obtida quando polinizadas durante o GDU 0 (**Figura 2**).

Deste modo é possível que a linhagem 02 tenha emissão de estilos-estigma de forma mais homogênea durante o florescimento, enquanto a linhagem 01 floresce mais lentamente levando aproximadamente quatro dias para emissão de todos seus estilos-estigma. De acordo com Magalhães et al. (1994), o estilo-estigma da espiga crescem cerca de 2,5 a 4,0 cm por dia e continuam a se alongar até serem fertilizados, assim uma espiga leva de dois a três dias para que todos os estilos-estigma sejam polinizados.

Este critério se torna impróprio quando se trata de polinizações manuais, pois deve ser levado em conta o estresse promovido pelo tempo de proteção das espigas florescidas. Neste sentido se torna viável a polinização precoce, com o objetivo de prevenir a inviabilidade dos estilos-estigma, em

função do estresse promovido pelo tempo de proteção.

O comportamento de ambas as linhagens demonstrou-se similares para os dois parâmetros estudados, PSS e NSE (**Figura 2**). Deste modo torna-se evidente a forte relação entre o número de sementes produzidas por espigas polinizadas e o sucesso do trabalho de polinização manual. Com base nestes resultados pode-se observar a sensibilidade dos estilos-estigma ao tempo prolongado de proteção, deixando claro que para obter bons rendimentos de sementes é necessário que a polinização ocorra precocemente, ou seja, em períodos próximos do florescimento.

Conforme demonstrado na **Figura 2b**, o número de sementes por espiga decresceu de forma expressiva para linhagem 01 no GDU 200 e Linhagem 02 no GDU 100, reduzindo de 187,4 para 40 sem.esp⁻¹ e 250,8 para 30,1 sem.esp⁻¹, respectivamente. Esta redução está efetivamente ligada ao tempo de proteção, somado as altas temperaturas, registradas no interior dos envelopes. Segundo Naveed et al. (2014) estresse por alta temperatura perturba o crescimento da planta e afeta a polinização, isto devido à dessecação do estilo-estigma e o abortamento de grãos de pólen no milho.

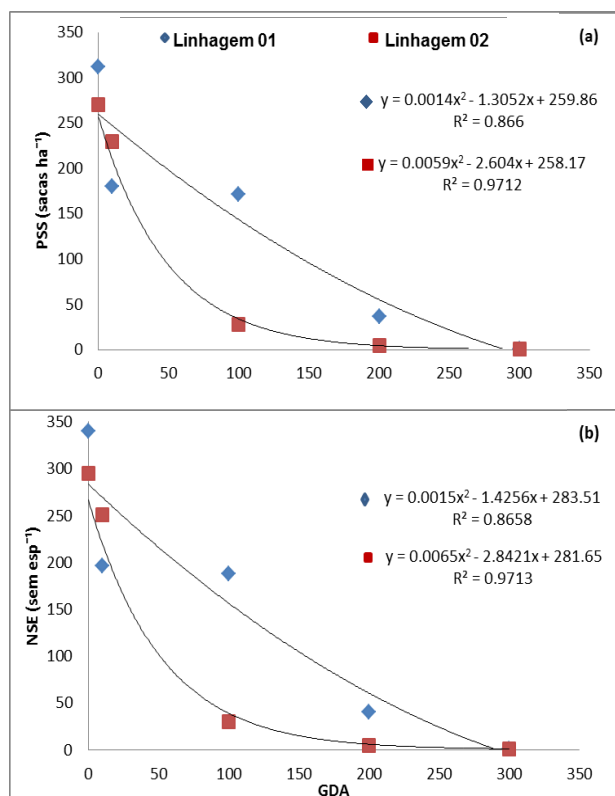


Figura 2. Análise de regressão para PTS - Produtividade total de sementes (Kg ha⁻¹) **(a)**, PSS - Produtividade em sacas de 60.000 sementes (sem ha⁻¹) **(b)** e NSE - Número de

sementes por espiga (sem esp⁻¹) **(c)**, para polinização aberta GDA 0, polinização no período inicial do florescimento GDA 10, polinizações após o florescimento com o acúmulo de 100, 200 e 300 graus dia, (GDA 100, GDA 200 e GDA 300).

CONCLUSÕES

Os estilos-estigma de milho apresentam baixa capacidade de tolerar longos períodos protegidos por envelopes de polietileno.

A proteção dos estilos-estigma por um período superior a 200 GDA's torna-se inviável para produção de sementes por meio de polinizações manuais.

A maior eficiência nas polinizações manuais de plantas de milho se obtém quando as polinizações são realizadas precocemente durante o florescimento.

A tolerância à proteção, bem como a receptividade dos estilos-estigma variam entre genótipos.

REFERÊNCIAS

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v.36, n.7, p.949-56, jul.2001.

GADIOLI, J. L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A. G., BASANTA, M. V. Temperatura do Ar, Rendimento de Grãos de Milho e Caracterização Fenológica Associada à Soma Calórica. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.377-383, jul./set. 2000.

MAGALHÃES, P. C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A. C.; DURÃES, F. O. M.; SANS, L. M. A. **Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Goiânia, ABMS, 1994. p. 190. 1994.

MARTIN, T. N.; TOMAZELLA, A. L.; CICERO, S. M.; DOURADO NETO, D.; FAVARIN J. L.; VIEIRA JUNIOR, P. A. Questões Relevantes na Produção de Sementes de Milho - Primeira Parte. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 119-138. 2007.

NAVEED, S., ASLAM, M., MAQBOOL, M. A., BANO, S., ZAMAN, Q. U., & AHMAD, R. M. Physiology of high temperature stress tolerance at reproductive stages in maize. **Journal of Animal and Plant Science**, 24(4), 1141-1145, 2014 .

PEREIRA, I. A. S.; GUIMARÃES, L. J. M. **Caracterização de Linhagens e Híbridos de Milho Quanto à Eficiência de Uso de Nitrogênio**. EMBRAPA Milho e Sorgo. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/Caracterizacao-linhagens>. Acessado em 15 de agosto de 2013.



PIERRE, P. M. O.; DAVIDE, L. M. C.; COUTO, E. G. O.; SILVA, T. N.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. Duplo-Haploides: Estratégias para Obtenção e Importância no Melhoramento Genético do Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.1-16, 2011.

SOARES, M. C.; COSTA, J. Dados históricos e geográficos do município de Itumbiara- GO. **Secretaria Municipal de Educação**, Itumbiara-GO, 1994. 27p.

VILHEGAS, A. C.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; BRANCCINI, A. L.; SAGRILO, E. Efeito de Épocas de Semeadura e Estabilidade de Híbridos de Milho em Plantios de Safrinha no Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, 60(1), 45-51, 2001.

Ensaio de Valor de Cultivo e Uso com híbridos convencionais de milho conduzidos em regiões de Mato Grosso do Sul e Paraná.

Samuel Silva Souza⁽¹⁾; Kamila Savala Pereira⁽²⁾; Priscila Silva Souza⁽¹⁾; Gabrielle Bezerra Diolindo⁽⁴⁾; Aline Coletti Duarte⁽⁵⁾; Livia Maria Chamma Davide⁽⁶⁾

⁽¹⁾Acadêmico do curso de Agronomia; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; samuelssouza@hotmail.com; ⁽²⁾Acadêmica do curso de Biotecnologia; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Acadêmica do curso de Agronomia; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁴⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁵⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁶⁾Profª Draª Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourado.

RESUMO: Conhecendo a importância do cultivo do milho (*Zea mays*) e seu avanço com a introdução de novos híbridos, este trabalho teve por objetivo realizar ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) a fim de registrar novos materiais para comercialização. O experimento foi conduzido nas cidades de Dourados-MS, Maracaju-MS, Campo Mourão-PR e no distrito de Paranagi-PR sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas com quatro fileiras. Nestas parcelas foram dispostos os 29 genótipos de híbridos convencionais comparados com 5 testemunhas comerciais sendo estes AG 9010 PRO, DKB 330, AX 727, P 30K73 H e BALU 7690. As características observadas foram produtividade em kg ha⁻¹ determinada com as sementes a 13% de umidade, população final em plantas ha⁻¹, porcentagem de plantas acamadas, porcentagem de plantas quebradas e porcentagem de grãos ardidos. Após obtenção dos dados foi realizada a análise de variância individual seguida de análise conjunta dos experimentos e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como resultados o híbrido 1 apresentou maior produtividade, boa população final, nenhuma planta acamada, baixa porcentagem de plantas quebradas e grãos ardidos. 2, 6 e 24 mantiveram um melhor estande final. O material 21 se mostrou mais suscetível ao acamamento e o 20 com maior porcentagem de grãos ardidos. O híbrido 29 demonstrou boa sanidade de grãos porém baixa produtividade. Assim, pode-se concluir que o híbrido 1 é o mais promissor para ser comercializado.

Termos de indexação: VCU, produtividade, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas de maior valor no mercado mundial atual. Este cereal tem grande importância na alimentação humana e animal e origina diversos subprodutos (CRUZ et al., 2008), além de contribuir para grandes avanços técnico-científicos.

O maior sucesso no melhoramento da cultura do milho foi obtido por meio da obtenção de híbridos, que entraram na agricultura americana por volta de 1940 e, no Brasil, poucos anos depois (Miranda Filho e Viégas, 1987). A partir daí, vários materiais vêm sendo obtidos com características diversas e adaptações para diferentes regiões.

Porém, anteriormente ao lançamento desses novos híbridos é necessário realizar ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) que são imprescindíveis para se registrar as novas cultivares desenvolvidas.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo realizar ensaios de VCU para 29 genótipos de milho e selecionar os superiores para posterior lançamento no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos

A semeadura dos híbridos foi realizada em maio de 2011. Os tratamentos consistiram de 29 genótipos de milho do ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) e tiveram como testemunhas cinco cultivares comerciais mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Híbridos comerciais utilizados como testemunhas.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Empresa
----------	------	-------	---------

AG 9010 PRO	HS	SP	AGROCERES
DKB 330	HS	SP	DEKALB
AX 727	HS	P	MELHORAMENTO AGROPASTORIL LTDA
P 30K73 H	HS	P	DU PONT DO BRASIL S.A
BALU 7690	HS	SP	SEMENTES BALU

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após feita a análise de variância verificou-se que houve diferença significativa para produtividade de grãos, população final, porcentagem de plantas acamadas e porcentagem de grãos ardidos. Não havendo diferença significativa para porcentagem de plantas quebradas.

Pelo teste de Tukey (Tabela 3), foi visto que o híbrido que melhor se destacou em relação à produtividade foi o número 1, obtendo um rendimento superior ao híbrido comercial DKB 330.

Os materiais 2, 6 e 24 foram os que mantiveram as maiores populações finais sendo superiores a 55.000 plantas por hectare. O híbrido 21 obteve a maior porcentagem de plantas acamadas.

Em relação à porcentagem de grão ardidos, o 20 foi o que apresentou maior valor, enquanto o 29 mostrou uma melhor sanidade dos grãos, porém, baixa produtividade.

CONCLUSÕES

O híbrido 1, além de obter a maior produtividade apresentou uma boa população final, nenhuma planta acamada, baixa porcentagem de plantas quebradas e grãos ardidos. Sendo assim, o mais promissor.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Federal da Grande Dourados.

REFERÊNCIAS

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá-PR, v. 30, n. 05, p. 733-739, 2008.

MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. **Milho híbrido**. In: Paterniani, E.; Viégas, G.P. (Eds) *Melhoramento e produção do milho*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.277-326, 1987.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2ed. Lavras: UFLA, 2005. 326p.

Tratos culturais

Na implantação dos experimentos foi utilizado o sistema plantio direto tendo como cultura antecessora a soja. Não houve utilização de irrigação e a adubação foi feita no plantio com 247 kg ha⁻¹, 230 kg ha⁻¹ na cobertura e o desbaste 15 dias após plantio.

Não se fez controle de doenças, a fim de se verificar a ocorrência de patógenos nos genótipos.

Delineamento e análise estatística

Os experimentos foram conduzidos em quatro locais (Tabela 2) sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram compostas de quatro fileiras, com 5m de comprimento, espaçadas de 0,80m.

Tabela 2. Características dos ambientes onde foram realizados os experimentos.

Local	Latitude	Longitude	Altitude
Dourados-MS	22° 13' S	54° 48' W	430
Maracaju-MS	21° 36' S	55° 10' W	348
Campo Mourão- PR	24°02' S	52°22' W	630
Paranagi-PR	23° 02' S	50° 50' W	401

As características analisadas foram a produtividade (PROD) em kg ha⁻¹ determinada com as sementes a 13% de umidade, população final (PF) em plantas ha⁻¹, porcentagem de plantas acamadas (%AC), porcentagem de plantas quebradas (%Q) e porcentagem de grãos ardidos (%G.A).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual de acordo com os procedimentos descritos por Ramalho et al. (2005), em seguida por análise conjunta dos experimentos considerando todos os efeitos do modelo como aleatório, exceto a média e os tratamentos. Posteriormente, realizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teste de Tukey para características analisadas de produtividade (PROD), população final (PF), porcentagem de plantas acamadas (%AC), porcentagem de plantas quebradas (%Q) e porcentagem de grãos ardidos (%G.A) à 5% de probabilidade.

Híbrido	PROD	PF	%AC	%Q	%G.A
1	6754 a	57028 ab	0 b	1 a	8,5 bcd
DKB 330	6488 ab	57065 ab	1 b	1 a	4,4 bcd
2	6451 abc	58315 a	0 b	0 a	2,7 cd
3	6359 abc	57046 ab	6 ab	2 a	4,6 bcd
4	6317 abc	56630 ab	0 b	1 a	9,2 bcd
AG 9010 PRO	6310 abc	57056 ab	0 b	1 a	2,6 cd
5	6299 abc	58037 ab	2 ab	3 a	12,2 bcd
6	6234 abc	58574 a	2 b	2 a	11,7 bcd
7	6165 abc	57750 ab	0 b	1 a	9,5 bcd
AX 727	6100 abc	57472 ab	1 b	0 a	4,9 bcd
8	6095 abc	57472 ab	0 b	0 a	5,7 bcd
9	6088 abc	56917 ab	3 ab	1 a	13,0 bcd
10	6070 abc	57908 ab	2 b	4 a	17,2 ab
11	6059 abc	57620 ab	1 b	0 a	12,6 bcd
12	6011 abc	57500 ab	5 ab	1 a	10,9 bcd
13	6009 abc	57065 ab	5 ab	0 a	7,3 bcd
14	5979 abc	57907 ab	0 b	1 a	9,5 bcd
15	5931 abc	57352 ab	3 ab	1 a	12,1 bcd
16	5870 abc	56213 ab	5 ab	4 a	13,5 bcd
17	5869 abc	58018 ab	1 b	0 a	4,2 bcd
P 30K73 Hx	5863 abc	57908 ab	1 b	0 a	2,5 cd
18	5828 abc	57889 ab	0 b	0 a	11,1 bcd
19	5768 abc	57602 ab	0 b	0 a	13,5 bcd
20	5691 abc	57194 ab	4 ab	1 a	27,8 a
21	5647 abc	57907 ab	17 a	1 a	13,8 abcd
22	5566 abc	57463 ab	7 ab	1 a	16,4 abc
23	5562 abc	57769 ab	0 b	0 a	3,5 bcd
24	5517 abc	55093 b	1 b	4 a	4,4 bcd
25	5505 abc	56472 ab	5 ab	2 a	8,8 bcd
26	5441 abc	57482 ab	4 ab	2 a	4,4 bcd
27	5376 abc	57602 ab	0 b	1 a	7,4 bcd
28	5258 abc	57463 ab	0 b	0 a	4,8 bcd
BALU 7690	4988 bc	56361 ab	2 ab	1 a	9,6 bcd
29	4929 c	57630 ab	5 ab	2 a	1,3 d

*Médias seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Estimativa de $m+a'$ e d para a seleção de genitores em um programa de melhoramento de milho.

Názila Nayara Silva de Oliveira⁽¹⁾; João Cândido de Souza⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Doutorado; Bolsista Cnpq; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; nayara.sancho@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Titular: Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG.

RESUMO: A estimativa de $m+a'$ e d , proposta por Vencovsky (1987), facilita a escolha de populações de elevado potencial em gerações precoces. O objetivo do trabalho foi estimar a contribuição dos locos em heterozigose (d) em conjunto com a contribuição dos locos em homozigose ($m+a'$) em híbridos comerciais na seleção de genitores em Programas de Melhoramento. Foram analisados experimentos provenientes das gerações F1 e F2 de 11 híbridos comerciais em Lambari/MG no ano agrícola 2013/14 em DBCC com quatro repetições. Desses experimentos, foram mensurados o Estande e o Peso por parcela, para posterior correção e Análise. Quanto a médias da geração F1 e F2 (2,92 e 1,74 Kg/parcela respectivamente), foi observada uma redução da média de F2 em relação a F1 comprovando o efeito da endogamia na produção e isso é mais evidenciado pelo fato de o milho ser uma espécie alógama e portando necessita de alto nível de vigor híbrido. O híbrido 5, possui o maior valor de $m+a'$ e como esperado o menor valor de d (4,76 e -1,87 respectivamente) ou seja, apresentou maior contribuição dos efeitos genéticos aditivos das linhagens parentais para o desempenho de F1. O milho como espécie alógama possui alta contribuição da dominância e os híbridos 2, 6, 8 e 9 obtiveram os maiores contribuições dos locos em heterozigose para a produção. O híbrido 5 possui o maior potencial para extração de linhagens visto que atingiu o maior valor de $m+a'$.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* ssp. *Mays*), espécie pertencente à família das gramíneas, corresponde ao único cereal nativo do Novo Mundo. Sendo

essencialmente Americano, já era cultivado desde o Canadá até a Argentina antes da descoberta da América e seu contato com o homem civilizado ocorreu quando Colombo chegou às Américas (Paterniani & Campos, 1999).

Proporcionando grande incremento no melhoramento de plantas convencional, o desenvolvimento de linhagens endogâmicas utilizadas na produção de cultivares híbridos, viabilizou a introdução de novas características ao milho, como resistência a doenças e pragas, melhor qualidade nutricional, maior resposta às práticas de manejo, menor tombamento e quebraamento. Tais fatores facilitaram, a partir do século passado, a adaptação do milho a diferentes ambientes e condições edafoclimáticas, tornando-o hoje, uma cultura produzida e consumida em todos os continentes, sendo quase totalidade da produção advinda do cultivo do milho híbrido (Paterniani, 1993).

Em um programa de melhoramento de milho, um fator de alta importância é a escolha adequada das populações a serem trabalhadas, uma vez que os alelos favoráveis advindos destas é que permitirão a extração de linhagens superiores (Hallauer et al., 2010). E tal fato está ligado diretamente ao uso de procedimentos que auxiliem adequadamente nessa escolha.

A estimativa de $m+a'$ e d , proposta por Vencovsky (1987), facilita a escolha de populações de elevado potencial em gerações precoces. Desse modo o desempenho da geração F1 de um híbrido é devido aos componentes $m+a'+d$. Assim, $m+a'$ é a contribuição dos locos em homozigose, dependendo do desempenho das linhagens *per se*, enquanto que d trata-se do desvio dos heterozigotos em relação

à média, ou seja, depende da divergência entre as linhagens e da dominância.

O objetivo do trabalho foi estimar a contribuição dos locos em heterozigose (d) em conjunto com a contribuição dos locos em homozigose ($m+a'$) em de híbridos comerciais para a escolha de genitores em Programas de Melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, Foram analisados experimentos provenientes das gerações F1 e F2, sendo esta última obtida a partir da autofecundação controlada de 11 híbridos F1 comerciais (**Quadro 1**), cujo experimento foi realizado em Lambari/MG.

Procedeu-se a implantação dos experimentos no ano Agrícola 2013/14, no delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. Desses experimentos, foram mensurados o Estande e o Peso por parcela, para posterior correção e Análise.

O espaçamento utilizado foi de 0,60 m, sendo o estande de 50.000 plantas ha^{-1} . A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas estavam no estágio de 4-5 folhas totalmente expandidas, sendo aplicados 300 kg ha^{-1} da fórmula 30 (N): 00 (P_2O_5): 20 (K_2O).

Análises estatísticas

Foram realizadas análises de variância conforme proposto por Ramalho et al (2005). conforme os modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + h_i + r_j + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} : observação referente ao híbrido i na repetição j ;

μ : média geral;

h_i : efeito fixo do híbrido i , $i=1,2,3,\dots,10$;

r_j : efeito aleatório da repetição j , $j=1,2,3$;

e_{ij} : erro experimental $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$

Estimativas de ($m+a'$) e d

A partir dos dados obtidos, foram estimados os componentes de médias $m+a'$, como proposto por Vencovsky (1987). Sendo avaliados simultaneamente as gerações F1 e F2. Nessa metodologia a média de F1 é fornecida por $F1=m+a+d$ e de $F2=m+a+(1/2)d$ e portanto, o contraste

$2F2-F1$ fornece a estimativa de $m+a'$, em que F1 e F2 correspondem as médias das gerações F1 e F2, respectivamente, da população i ; m é a média geral, a é a contribuição dos locos em homozigose e d é a contribuição dos locos em heterozigose. Foi calculada a significância da estimativa usando o teste t (Pimentel Gomes & Garcia, 2002).

A estimativa de d representa a contribuição dos locos em heterozigose também definida como a heterose e pode ser obtida pelo estimador $2(F1-F2)=d$. Ao final, será feita a significância da estimativa obtida através do teste t (Pimentel Gomes & Garcia, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de variância mostrou diferenças pelo teste t ao nível de 5% de significância tanto para $m+a$ como para d (**Tabelas 1 e 2**).

Para produção em F1 e F2, o coeficiente de variação foi aceitável (18,99% e 23,87%, respectivamente) de acordo com Pimentel Gomes (1985). O CV maior em F2 que em F1 é devido ao fato de que na variação em F1 consta apenas o fator ambiental, enquanto que em F2 a variação se deveu ao fator genético e ambiental, visto que para cada híbrido as plantas também eram diferentes geneticamente entre si.

Quanto a médias da geração F1 e F2 (2,92 e 1,74 Kg/parcela respectivamente), foi observada uma redução da média de F2 em relação a F1 comprovando o efeito da endogamia na produção e isso é mais evidenciado pelo fato de o milho ser uma espécie alógama e portando necessita de alto nível de vigor híbrido.

O híbrido 5, possui o maior valor de $m+a$ e como esperado o menor valor de d (4,76 e -1,87 respectivamente) ou seja, apresentou maior contribuição dos efeitos genéticos aditivos das linhagens parentais para o desempenho de F1 (**Figura 1**). Tal fato indica que este híbrido possui maior potencial para extração de linhagens com maior produtividade de grãos uma vez que, segundo Lima et al. (1984), valores elevados de $m+a$ são indicativos do potencial do material de gerar linhagens superiores.

Quanto a estimativa de *d* observou-se de um modo geral valores de maior magnitude, comprovando que os locos em heterozigose tem maior contribuição para a produção (Figura 1). Os híbridos 2, 6, 8 e 9 obtiveram maiores valores e consequentemente maior contribuição dos locos em heterozigose. Viana (2007) também obteve alta magnitude de *d* em relação a *m+a* em híbridos de milho principalmente no caráter peso de grãos.

Figuras e Tabelas

Quadro1. Relação de parentais utilizados nos experimentos.

Híbrido	Nome	Empresa
1	DKB 177 PRO	Monsanto
2	AG 7098 PRO2	Monsanto
3	GNZ 9688 PRO	Gênese
4	AS1555 PRO2	Agroeste
5	DKB 310 PRO	Monsanto
6	GNZ9626 PRO	Gênese
7	P30F53 H	Pioneer
8	AS 1625 PRO	Agroeste
9	DKB 340 PRO	Monsanto
10	AG8676 PRO	Monsanto
11	GNZ9501	Gênese

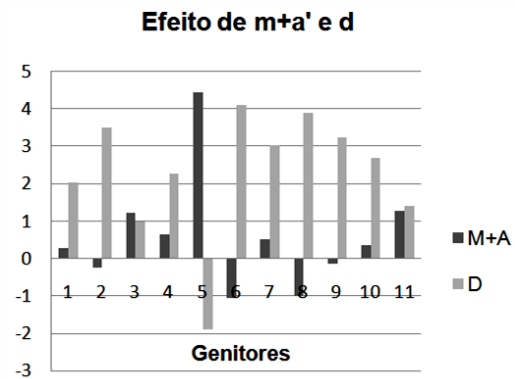
Tabela 1 - Análise de variância correspondente aos valores de *m+a'* dos 11 híbridos de milho.

FV	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	3	1,94	0,64	
TRAT	10	89,73	8,97	8,76**
RES	30	30,71	1,02	
TOTAL	43	122,39		
MÉDIA	0,56			

Tabela 2 - Análise de variância correspondente aos valores de *d* dos 11 híbridos de milho.

FV	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	3	10,07	3,35	
TRAT	10	116,26	11,62	5,9**
RES	30	59,11	1,97	
TOTAL	43	185,46		
MÉDIA	2,3			

Figura 1 - Efeito dos valores de *m+a* e *d* em relação aos diferentes híbridos de milho.



CONCLUSÕES

O milho, como espécie alógama, possui alta contribuição da dominância e os híbridos 2, 6, 8 e 9 obtiveram as maiores contribuições dos locos em heterozigose para a produção.

O híbrido 5 possui o maior potencial para extração de linhagens visto que atingiu o maior valor de *m+a*.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, ao Programa de Pós graduação de Genética e Melhoramento de Plantas e ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado.

REFERÊNCIAS

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2010. 500 p.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J. B.; GALLO, P. B. Inbreeding depression in Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v.29, p.203-215, 1984.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento de milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Eds.). **Cultura do milho**. Piracicaba: Esalq, 1993. p. 22–43

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do Milho. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de Espécies cultivadas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 1999. 817 p.



PIMENTEL GOMES, F. Curso de **Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

RAMALHO, M.A.P; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras:UFLA, 2005. 322p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 137–209.

VIANA, L. F. **Estimativas de $m+a'$ e d como indicadores do potencial de híbridos de milho para extração de linhagens**. Dissertação defendida em UFLA. Lavras, 2007. 64 p.

Estimativa do desequilíbrio de ligação e determinação da estrutura populacional utilizando SNPs em progênies de ciclo C-9 de seleção recorrente em milho-pipoca da UENF

Ismael Albino Schwantes⁽¹⁾; Janeo Eustáquio de Almeida Filho⁽²⁾; Fernando Higino de Lima e Silva⁽²⁾; Samuel Henrique Kamphorst⁽¹⁾; Valter Jário de Lima⁽¹⁾; Antonio Teixeira do Amaral Júnior⁽³⁾

⁽¹⁾ estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Norte Fluminense; Campos dos Goytacazes, RJ; ismael.schwantes31@gmail.com; ⁽²⁾ Pós-doutorado; Universidade Estadual do Norte Fluminense; ⁽³⁾ Professor Associado; Universidade Estadual do Norte Fluminense.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi estimar o desequilíbrio de ligação (LD) e determinar a estrutura populacional utilizando SNPs no ciclo C-9 de seleção recorrente em milho-pipoca da UENF, a fim de obter informações relevantes para estudos posteriores envolvendo seleção recorrente genômica e associação genômica ampla. O estudo contou com 200 indivíduos, os quais foram genotipados, e são potenciais genitores das famílias endogâmicas S1 que serão utilizadas em ensaios de progênies. Foram utilizados 21442 SNPs, sendo que pouco mais de 10 % foram monomórficos e aproximadamente 35 % com $MAF > 0$ e < 0.05 . Foram observados poucos dados perdidos, com magnitude inferior a 5%, para a quase totalidade do marcadores. Ao analisar os resultados (PCA e *heatmap*) pode-se constatar que os indivíduos apresentam um grau de parentesco muito baixo e não há indicação de formação de diferentes estruturas populacionais, que é condizente com a estratégia de seleção recorrente intrapopulacional, a partir da UENF-14. O algoritmo de Evanno permitiu identificar 2 grupos genéticos dentro da população de seleção recorrente da UENF, porém, este resultado não é consentâneo com as estimativas de GRM (*Genomic Relationship Matrix*) e pela origem dos genótipos, em que uma única população foi considerada para obtenção dos ganhos genéticos. A análise de LD constatou que a metade do decaimento ocorreu em 109,940 Kb, o que fornece informações estratégicas importantes para estudos posteriores de seleção genômica.

Termos de indexação: desequilíbrio de ligação, seleção recorrente genômica, estrutura populacional

INTRODUÇÃO

Seleção Recorrente (SR) é uma eficiente estratégia de melhoramento populacional, tendo em vista que a população melhorada pode ser recomendada como cultivar, e/ou ser base para obtenção de linhagens elite. Desta forma a SR é um

dos métodos de melhoramento mais utilizados para várias espécies como é o caso do milho-pipoca. Porém, este procedimento é trabalhoso e demanda muito tempo, pois a cada ciclo de seleção geralmente são realizadas três etapas: obtenção das progênies, avaliação e recombinação das famílias superiores. Desta forma, o tempo necessário para completar um ciclo de SR pode requerer de 2,0 a 2,5 anos, o que reduz muito os ganhos genéticos anuais (Hallauer et al., 2010). Com a utilização da Seleção Recorrente Genômica (SRG) – procedimento que utiliza os princípios da Seleção Genômica Ampla (GWS) – pode-se diminuir o tempo demandado para cada ciclo de seleção (Heffner et al., 2009), pois a SRG possibilita realizar as fases de avaliação e recombinação simultaneamente. Esse método proporciona uma forma de seleção precoce direta, ou seja, atua precocemente sobre os genes expressos na idade adulta (Fritsche Neto, 2011). Além do mais, a predição do valor genético utilizando as informações de marcas genéticas tem se mostrado mais acurada, do que as avaliações tradicionais que são baseadas exclusivamente no pedigree (Crossa et al., 2014).

Contudo o sucesso da GWS e dos estudos de associação genômica ampla (GWAS) dependem da extensão do desequilíbrio de ligação (LD) ao longo do genoma. Uma vez que idealmente para a seleção genômica todos os genes que contribuem para a variação do caráter estarão em desequilíbrio de ligação com pelo menos um marcador, na população em estudo (Goddard & Hayes, 2007). Dessa forma o decaimento do desequilíbrio de ligação (LD) sobre a distância física em um população determina a densidade da cobertura por marcadores necessária para realizar análises genômicas. Por exemplo, se o LD decai rapidamente, uma densidade mais elevada de marcadores é necessária para obter marcadores localizados perto o suficiente de *loci* funcionais (Yu & Buckler, 2006).

Outro fator crucial principalmente para a GWAS é a estrutura populacional, uma vez que várias associações espúrias podem ser devido a padrões estruturais (Yang et al., 2014). A estrutura em uma população que ocorre naturalmente devido a processos dispersivos (deriva genética), sistemáticos (mutação, migração e seleção), bem como acasalamentos controlados, comumente observados em populações de melhoramento. No caso da GWS, o efeito da estrutura teria maior impacto na extrapolação do modelo preditivo para outra população não relacionada (Wray et al., 2013).

Portanto, a proposta do presente estudo foi de estimar o desequilíbrio de ligação e determinar a estrutura populacional utilizando SNPs no ciclo C-9 de seleção recorrente em milho-pipoca da UENF, a fim de obter informações relevantes para estudos posteriores envolvendo seleção recorrente genômica e associação genômica ampla.

MATERIAL E MÉTODOS

A população utilizada nesse estudo é referente ao nono ciclo (C-9) de seleção recorrente intrapopulacional de milho-pipoca da UENF, essa população foi concebida pela recombinação das 30 famílias de irmãos completos selecionadas no ciclo anterior (C-8). O presente estudo contou com 200 indivíduos, potenciais genitores das famílias endogâmicas S_1 que serão utilizadas em ensaios de progênies.

A extração do DNA genômico foi realizada utilizando-se o kit de extração QIAGEN (DNeasy® Mini Kit), conforme exigências da empresa de genotipagem, uma vez que a técnica exige concentrações adequadas e excelente integridade molecular. O material vegetal a ser utilizado no processo de extração foi proveniente de tecido foliar jovem, coletado individualmente dos genótipos genitores. A quantificação do DNA foi realizada por meio de kits específicos para o fluorômetro Qubit™ (invitrogen™), a exemplo o Qubit® dsDNA BR (molecular probes® by life technologies). As imagens da integridade das amostras extraídas foram foto documentadas em gel de agarose a 1 %, utilizando o quantificador de peso molecular DNA Lambda (invitrogen™).

As análises moleculares e de bioinformática foram realizadas na RAPID GENOMICS LLC, sendo esta uma empresa incubada na Florida University, em Gainesville-Flórida-USA. Para a genotipagem, foram utilizados cerca de 22000 SNPs, disponibilizados pela empresa responsável, que realizou o processo de hibridização entre as sondas e as sequências de DNA de milho-pipoca disponibilizadas.

Para determinar a estrutura populacional foi

utilizado o software R (R Development Core Team, 2013), com o qual foi estimada a matriz de parentesco genômico, usando todos os marcadores com *Minor Allele Frequency* (MAF) > 0.05 (GRM-*Genomic Relationship Matrix*) usando a função A.mat do pacote rrBLUP (Endelman, 2012), e pela GRM foi realizado a análise de componentes principais (PCA). Para complementar a avaliação da estrutura populacional, foi realizada a inferência Bayesiana implementada pelo programa STRUCTURE (Pritchard et al., 2000), sendo que o número de clusters foi avaliado pelo método proposto por Evanno et al. (2005). Para o STRUCTURE foram utilizados 684 SNPs filtrados com o software PLINK 1.9 (Purcell & Chang, 2015), todos com MAF >0.05, em equilíbrio de Hardy-Weinberg (p -valor<0.05) e também filtrados pelo LD, usando o procedimento *LD pruning* mantendo apenas marcadores com r^2 <0.2 em janelas de 1000Kb.

A estimativa do desequilíbrio de ligação foi realizada por meio do quadrado da correlação de Pearson (r^2), o r^2 foi calculado entre todos os pares de marcadores com MAF>0.05 pertencentes ao mesmo cromossomo, utilizando-se o software PLINK. Para o estudo do decaimento, foi ajustado o modelo não linear proposto por Hill & Weir (1988), usando a função *nIm* do software R (R Development Core Team, 2013). A medida r^2 capta, além dos efeitos da fração de recombinação entre os locos sobre o decaimento do LD, as histórias mutacionais ocorridas (Mangin et al., 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada um dos 200 genitores foi genotipado para 21442 SNPs, sendo pouco mais de 10 % de monomórficos e aproximadamente 35 % com MAF > 0 e <0.05 (Figura 1). Foi observada reduzida magnitude de dados perdidos, com percentual inferior a 5 % para a maioria dos marcadores.

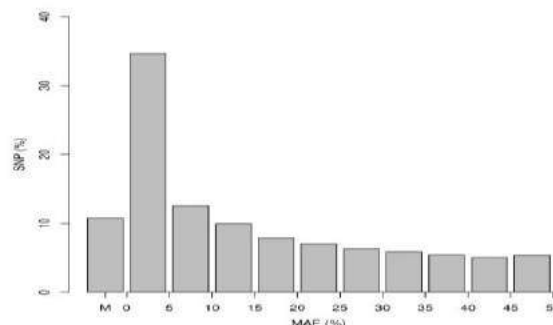


Figura 1. Distribuição de frequência da MAF dos marcadores polimórficos e dos monomórficos (M).

Por meio do uso de marcadores moleculares é possível estimar o coeficiente de parentesco entre os indivíduos e, com isto melhorar

as estimativas dos componentes de variância, aumentar a acurácia na predição dos valores genotípicos dos indivíduos em seleção e também inferior sobre o padrão estrutural da população considerando a identidade por estado (IBS).

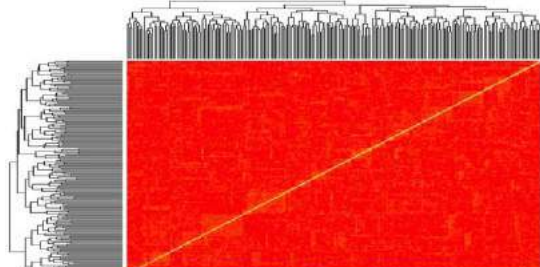


Figura 2: Matriz dos coeficientes de parentesco (GRM)

Analisando-se a matriz de parentesco na Figura 2, onde quanto maior a intensidade do vermelho menor é o parentesco e quanto maior a intensidade do amarelo maior é o coeficiente de parentesco, pode-se inferir que os 200 genitores apresentam um grau de parentesco muito baixo e não há indicação de formação de diferentes estruturas populacionais.

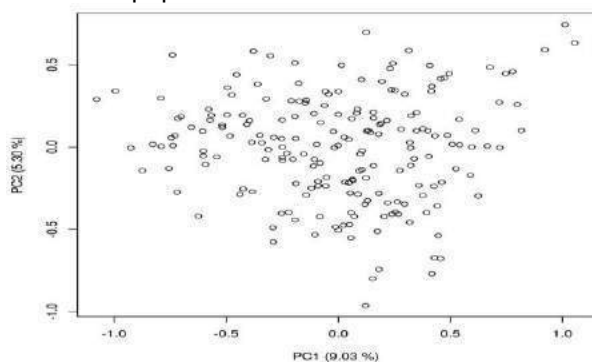


Figura 3: Análise de componentes principais (PCA)

Ao realizar a análise de componentes principais na matriz de parentesco, pode ser verificado que os dois primeiros componentes explicaram menos de 15 % da variação total da matriz GRM, além de verificar que não há formação de grupos populacionais, o que é condizente com a população de seleção recorrente em uso (Figura 3).

K	Reps	Mean LnP(K)	Stdev LnP(K)	Ln'(K)	|Ln"(K)|	Delta K
1	20	-124996.845000	1.422923	—	—	—
2	20	-123898.635000	5.663761	1098.210000	407.840000	72.008693
3	20	-123208.265000	11.017368	690.370000	221.345000	20.090552
4	20	-122739.240000	620.110547	469.025000	197.920000	0.319169
5	20	-122072.295000	141.074838	666.945000	122.190000	0.866136
6	20	-121527.540000	42.454129	544.755000	62.245000	1.466171
7	20	-121045.030000	44.220513	482.510000	15.805000	0.357413
8	20	-120578.325000	64.930172	466.705000	271.430000	4.180337
9	20	-120383.050000	689.262958	195.275000	113.165000	0.164183
10	20	-120074.610000	585.882651	308.440000	—	—

Figura 3: Saída de dados do método de Evanno gerado via Structure.

O software STRUCTURE é utilizado para inferir sobre a estrutura da população, que abrange a heterogeneidade na distribuição dos genótipos e do grau de endogamia dentro de populações e entre estas. O algoritmo de Evanno et al. (2015) identificou 2 grupos genéticos dentro da população UENF-14, sob seleção recorrente. Entretanto, este resultado não corrobora o indicado pela GRM (PCA e *heatmap*) e pela origem dos genótipos, uma vez que são indivíduos oriundos de um programa de seleção recorrente intrapopulacional, sendo realizadas recombinações entre progênies selecionadas de uma mesma população. Isto pode ser explicado pelo fato do critério delta K não realizar o cálculo de K, para delta K=1. No entanto ao se analisar o *Mean LnP(K)*, gerado pelo STRUCTURE (Tabela 1), pode-se verificar que o maior valor negativo foi para K=1. Com isso, pode-se especular que a ausência de uma suposta estrutura, permite realizar estudos de associação genômica ampla para essa população.

Desequilíbrio de ligação (LD) é a associação não aleatória entre alelos de diferentes locos em uma população e utilizando-se marcadores SNPs, a medida r^2 é uma das mais utilizadas (Mangin et al., 2011). Procedendo-se a análise de LD deste estudo (Figura 4) pode-se constatar que a metade do decaimento ocorreu em 109,940 Kb, sendo este um resultado semelhante ao encontrado por Ching et al. (2002) em milho comum, onde relatam um alcance do LD de 100-500 Kb em linhagens endogâmicas. Porém estes valores não são comuns e resultam dos processos específicos de melhoramento a que esta população foi submetida.

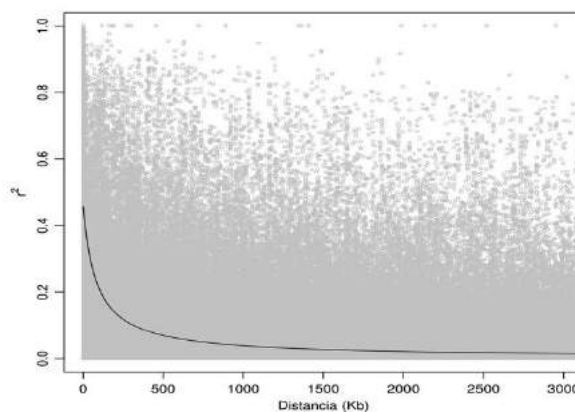


Figura 4: Análise do desequilíbrio de ligação (LD)

Outros estudos realizados com milho comum relatam a extensão do LD como baixa, com rápido decaimento ao longo das distâncias físicas entre locos, com alcance variando, na maioria das

populações, entre 0,5 e 7,0 Kb (Remington et al., 2001; Truntzler et al., 2012). Em milho, o LD encontrado depende muito do tipo de população estudada, mas basicamente o LD possui baixa extensão, devido ao grande genoma e a alta taxa de recombinação, além da grande mobilidade existente no genoma desta espécie (pela ação de transposons e retrotransposons) (Gupta et al., 2005).

Pode-se inferir que a população de seleção recorrente de milho-pipoca em uso possui uma LD com decaimento um tanto mais elevado que o normal e que isto ocorre devido ao efeito da seleção artificial realizada durante o melhoramento. Dessa forma, para a presente população, o número de marcadores necessários tanto para GWS quanto para GWAS é substancialmente menor do que em populações de tamanho efetivo elevado, como por exemplo coleções nucleares. Em contrapartida as inferências realizadas para uma população convencional de melhoramento tanto em termos de GWS como GWAS não podem ser extrapoladas para outras populações, uma vez que determinados blocos haplótipos de tamanho elevado observados em uma população de melhoramento provavelmente não são comuns a outras populações. Isto posto, demonstra a importância do conhecimento da magnitude do LD, já que esta informação estabelece a quantidade de marcas necessárias para a realização de diversos estudos, incluindo os estudos de associação e de seleção assistida (Goldstein, 2001).

CONCLUSÕES

Os genótipos em estudo caracterizam-se por não formar diferentes estruturas populacionais.

A origem dos genótipos em estudo explica os resultados encontrados.

O software STRUCTURE via método de Evanno não fornece o delta K, para casos onde o número ideal de grupos é 1.

O LD foi de cerca de 100 kb, o que fornece informações estratégicas importantes para estudos posteriores de seleção genômica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências de fomento à pesquisa: CAPES, FAPERJ e CNPq.

REFERÊNCIAS

CHING, A. D. A.; CALDWELL, K. S.; JUNG, M.; DOLAN, M.; SMITH, O. S. H.; TINGEY, S.; MORGANTE, M.; RAFALSKI, A. J. SNP frequency, haplotype structure and linkage disequilibrium in elite maize inbred lines. **BMC genetics**, Londres, v. 3, n. 1, p. 19, 2002.

DESCHAMPS, S.; LLACA, V.; MAY, G. D. Genotyping-by-sequencing in plants. **Biology**, v. 1, p. 460-483, 2012.

FRITSCHÉ-NETO, R. **Seleção genômica ampla e novos métodos de melhoramento do milho** (Tese de Doutorado). Viçosa: UFV, 2011, 28p.

GODDARD, M. E.; HAYES, B. J. Genomic selection. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 124, n. 6, p. 323-330, 2007.

GOLDSTEIN, D. B. Islands of linkage disequilibrium. **Nature Genetics**, New York, n. 29, p. 109-111, 2001.

GUPTA, P. K.; RUSTGI, S.; KULWAL, P. L. Linkage disequilibrium and association studies in higher plants: Present status and future prospects. **Plant molecular Biology**, Amsterdam, n. 57, p. 461-485, 2005.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B.; CARENA, M.J. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3. ed, New York : Springer, 2010, 663p.

HEFFNER, E.L.; SORRELLS, M. E.; JANNINK, J. L. Genomic Selection for Crop Improvement. **Crop Science**, n. 49, p.1, 2009.

HILL, W.G.; WEIR, B.S. Variances and covariances of squared linkage disequilibria in finite populations. **Theor Popul Biol**, v.33, p. 54-78, 1988.

MANGIN, B.; SIBERCHICOT, A.; NICOLAS, S.; DOLIGEZ, A.; THIS, P.; CIERCO-AYROLLES, C. Novel measures of linkage disequilibrium that correct the bias due to population structure and relatedness. **Heredity**, New York, v. 108, n. 3, p. 285-291, 2011.

PURCELL, S; CHANG, C. PLINK, Version 1.9. 2015

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 27 de maio de 2016.

REMINGTON, D. L.; THORNSBERRY, J. M.; MATSUOKA, Y.; WILSON, L. M.; WHITT, S. R.; DOBLEY, J.; KRESOVICH, S.; GOODMAN, M. M.; BUCKLER, E. S. Structure of linkage disequilibrium and phenotypic associations in the maize genome. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 98, n. 20, p. 11479-11484, 2001.

PRITCHARD, J. K.; STEPHENS, M.; DONNELLY, P. Inference of Population Structure Using Multilocus Genotype Data. **Genetics**, Heidelberg, v. 155, p. 945-959, 2000.

TRUNTZLER, M.; RANC, N.; SAWKINS, M. C.; NICOLAS, S.; MANICACCI, D.; LESPINASSE, D.; RIBIÈRE, V.; GALAUP, P.; SERVANT, F.; MULLER, C.; MADUR, D.; BETRAN, J.; CHARCOSSET, A.; MOREAU, L. Diversity and linkage disequilibrium features in a composite

public/private dent maize panel: consequences for association genetics as evaluated from a case study using flowering time. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 125, n. 4, p. 731-747, 2012.

YANG, J.; ZAITLEN, N.; GODDARD, M.; VISSCHER, P.; PRICE, A. “Advantages and Pitfalls in the Application of Mixed-Model Association Methods.” **Nature Genetics**, v. 46, n. 2, p.100–106, 2014.

YU, J.; BUCKLER, E.S. Genetic association mapping and genome organization of maize. **Curr. Opin. Biotechnol.** v.17, p. 155–160, 2006.

WRAY, N. R.; YANG, J.; HAYES, B.; PRICE, A.; GODDARD, M.; VISSCHER, P. “Pitfalls of Predicting Complex Traits from SNPs.” **Nature Reviews. Genetics**, v.14, n.7, p. 507–515, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Estudo cinético das concentrações de rutina e de ácido clorogênico em folhas de quatro genótipos de milho infestadas com larvas de *Spodoptera frugiperda*

Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro⁽¹⁾; Paulo Afonso Viana⁽²⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽²⁾; Fabiano Okumura⁽³⁾; Jacqueline Aparecida Takahashi⁽⁴⁾; João Paulo Dale Costa e Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; paulo.eduardo@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Analista; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Professora e Pesquisadora; Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, é a principal praga do milho. Dentre as diversas abordagens para lidar com esse fitófago, a identificação dos fatores químicos de resistência natural encontrada em alguns genótipos resultantes de melhoramento genético é de grande importância para o desenvolvimento de cultivares resistentes adaptadas às condições tropicais. O objetivo desse trabalho foi realizar o acompanhamento cinético da concentração de duas substâncias possivelmente associadas à resistência do milho a essa praga, como forma de elucidar um desses mecanismos de defesa. As concentrações de rutina e de ácido clorogênico foram acompanhadas por sete dias, demonstrando que, nos genótipos considerados resistentes a *S. frugiperda*, houve aumento na concentração dessas substâncias, indicando que possivelmente tratam-se de substâncias associadas à defesa induzida do milho.

Termos de indexação: comunicação planta-planta, defesa induzida, resistência a pragas.

INTRODUÇÃO

O milho possui mecanismos constitutivos de defesa, que se utilizam de compostos químicos provenientes de metabolismo secundário para afetar a sobrevivência e o comportamento de insetos-pragas, seja por toxicidade, detergência ou mesmo repelência. Esses compostos são sintetizados, acumulados e estocados pela planta nos diferentes estágios de seu desenvolvimento (MALVAR et al., 2008).

A lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*) é a principal praga do milho no Brasil. A identificação de resistência natural de genótipos de

milho e de outros hospedeiros é, portanto, uma das abordagens promissoras para enfrentamento dessa praga. Machado et al. (2014) identificaram a presença de duas substâncias em genótipos de milho considerados mais resistentes à *S. frugiperda*: a rutina, um flavonoide glicosídico, e o ácido clorogênico, um ácido fenólico. Entretanto, não foi possível determinar se esses compostos são constitutivos e têm ação direta sobre a praga ou se apresentam-se como precursores em um processo de defesa induzida.

O objetivo desse trabalho foi determinar a variação das concentrações das substâncias rutina e ácido clorogênico nas folhas de genótipos de milho após infestação com *S. frugiperda* e, com isso, auxiliar na compreensão de seus papéis na resistência natural de milho a essa praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados quatro genótipos de milho provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo para avaliação da concentração de rutina e ácido clorogênico nas folhas, sendo dois considerados resistentes a *S. frugiperda* (Zapalote Chico - ZC e Sintético Spodoptera - SS), um considerado intermediário (L3) e um considerado susceptível (BRS 4103). Foram plantadas em casa de vegetação oito sementes por vaso, com desbaste antes das coletas para cinco plantas por vaso de cinco litros. A disposição dos vasos foi em blocos ao acaso, entretanto os diferentes vasos do mesmo genótipo não foram usados como repetições, mas para formação de uma amostra composta com massa suficiente para realizar as extrações.

Quando as plantas estavam em estágio V4, foram

coletadas as segundas folhas das plantas de cada genótipo. Foi pesado com precisão 1 grama de cada amostra, triturada em nitrogênio líquido e extraída com 3 x 5 mL de etanol 70%. Os extratos foram transferidos para tubos tipo Falcon de 50 mL e o volume foi completado para 20 mL. As amostras foram armazenadas em freezer a -20 °C para análise posterior (adaptado de AN et al., 2013).

Ainda no estágio V4, metade das plantas de cada genótipo foi infestada com 10 larvas neonatas de *S. frugiperda* por planta. Foram realizadas coletas e extrações de folhas de plantas infestadas e não infestadas de cada genótipo após 1, 2, 4 e 7 dias de infestação, utilizando o mesmo procedimento descrito acima.

As amostras foram analisadas em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência acoplado a Espectrômetro de Massas (Thermo TSQ Access Max) para determinar a concentração de rutina e de ácido clorogênico em cada amostra. As transições m/z utilizadas para quantificação de rutina foram 609>585,69, 609>267,97 e 609>239,90 e para o ácido clorogênico 353>325,65, 353>146,47 e 353>126,81 (TORRAS-CLAVERIA et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações iniciais de rutina na folha, antes da infestação das plantas com as larvas de *S. frugiperda*, variaram de 248,4 a 675,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. O monitoramento dessa concentração nos quatro genótipos após a infestação mostra uma tendência de aumento da concentração de rutina um dia após a infestação para os genótipos L3 e ZC, enquanto SS permaneceu estável e BRS 4103 apresentou redução (Figura 1). No segundo dia após a infestação, a concentração de rutina permaneceu em queda nas folhas do genótipo BRS 4103, reduziu em L3 e ZC, enquanto SS apresentou aumento na concentração de rutina. Esse comportamento nos primeiros dias após a infestação sugere que a rutina possa estar relacionada com as características de resistência de ZC e de SS, entretanto a segunda com uma resposta um pouco tardia. Do quarto dia após a infestação em diante, BRS 4103 apresenta uma reação ainda mais tardia, com aumento da concentração de rutina, podendo-se associar essa demora na resposta, quando comparado com os outros genótipos, a sua susceptibilidade a *S. frugiperda*.

A comparação da resposta dos genótipos infestados com seus respectivos controles (planta não

infestada) revela ainda uma possível evidência de comunicação planta-planta em alguns genótipos. Analisando a Figura 2, é possível verificar que, mesmo não tendo sido infestadas, as plantas de ZC apresentaram um aumento na concentração de rutina dois dias após a infestação das outras plantas do experimento, que se encontravam na mesma casa de vegetação, portanto, com um dia de diferença em relação às plantas infestadas do mesmo genótipo. Erb et al. (2015) demonstraram que algumas horas após a infestação de plantas de milho com *Spodoptera littoralis* ocorre liberação do composto volátil indol, capaz de induzir plantas vizinhas a se preparar para possíveis ataques.

Algo semelhante foi observado para o outro genótipo resistente, SS, cujas plantas não infestadas apresentaram o mesmo aumento na concentração das plantas infestadas, mostrando uma provável resposta via comunicação planta-planta que seria tão eficiente, no caso desse genótipo, quanto a resposta à injúria causada diretamente pela larva de *S. frugiperda* (Figura 3).

Avaliando a cinética da concentração de ácido clorogênico, verifica-se que, nos dois primeiros dias após a infestação, L3 e ZC apresentaram valores estáveis, enquanto BRS 4103 apresentou redução e SS aumento (Figura 4). Ao final dos 7 dias de avaliação, todos os genótipos apresentaram concentrações desse composto acima das concentrações iniciais antes da infestação, com um destaque para L3, que apresentou uma resposta bastante tardia, apenas após 7 dias, mas registrou um aumento de 40 vezes em relação à concentração inicial, antes da infestação. Isso pode explicar o fato de L3 ser um genótipo de resistência intermediária a *S. frugiperda*.

Na comparação com o controle, merece destaque a variação da concentração de ácido clorogênico do genótipo ZC. Apesar de não ter se destacado entre os outros genótipos, quando se comparam as plantas infestadas com as não infestadas desse genótipo verifica-se que, enquanto nas plantas não infestadas o ácido clorogênico não foi detectado a partir do segundo dia, nas plantas infestadas ele apresentou aumento crescente na concentração até o final do experimento (Figura 5). Seguindo o raciocínio anterior, o ácido clorogênico não seria uma substância induzida pela comunicação planta-planta.

CONCLUSÕES

Há indícios de que tanto a rutina quanto o ácido clorogênico são substâncias cuja biossíntese nas

folhas de milho resistentes a *S. frugiperda* é aumentada pela infestação por larvas desse fitófago, podendo estar associada aos mecanismos de resistência natural de determinados genótipos.

O aumento da concentração de rutina na folha em genótipos resistentes que não foram infestados sugere a existência de um mecanismo de comunicação planta-planta, como preparação de resposta para um possível ataque desse fitófago. Essa observação precisa ser confirmada em experimentos com isolamento entre as plantas infestadas e não infestadas, para avaliar se o aumento observado realmente é decorrente desse mecanismo ou se ocorreria de qualquer maneira devido ao desenvolvimento fisiológico das plantas desses genótipos, o que caracterizaria uma defesa constitutiva e não induzida.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo apoio na realização das atividades.

REFERÊNCIAS

AN, H.; WANG, H.; LAN, Y.; HASHI, Y.; CHEN, S. Simultaneous qualitative and quantitative analysis of

phenolic acids and flavonoids for the quality control of *Apocynum venetum* L. leaves by HPLC–DAD–ESI–IT–TOF–MS and HPLC–DAD. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Amsterdam, n. 85, p. 295-304, 2013.

ERB, M.; VEYRAT, N.; ROBERT, C. A. M.; XU, H. FREY, M.; TON, J.; TURLINGS, T. C. J. Indole is an essential herbivore-induced volatile priming signal in maize. **Nature Communications**, New York, v. 6, n. 6273, p. 1-10, 2015.

MACHADO, Y.; TAKAHASHI, J. A.; VIANA, P. A.; RIBEIRO, P. E. A.; GUIMARAES, P. E. O. Chemical response of maize plants to fall armyworm feeding damage. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 249-260, 2014.

MALVAR, R. A.; BUTRÓN, A.; ORDÁS, B.; SANTIAGO, R. Causes of natural resistance to stem borers in maize In: BURTON, E. N.; WILLIAMS, P. V. (Ed.). **Crop protection research advances**. New York: Nova Science Publishers, 2008. p. 51-96.

TORRAS-CLAVERIA, L.; JÁUREGUI, O.; CODINA, C.; TIBURCIO, A. F.; BASTIDA, J.; VILADOMAT, F. Analysis of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry in senescent and water-stressed tobacco. **Plant Science**, Limerick, n. 182, p. 71-78, 2012.

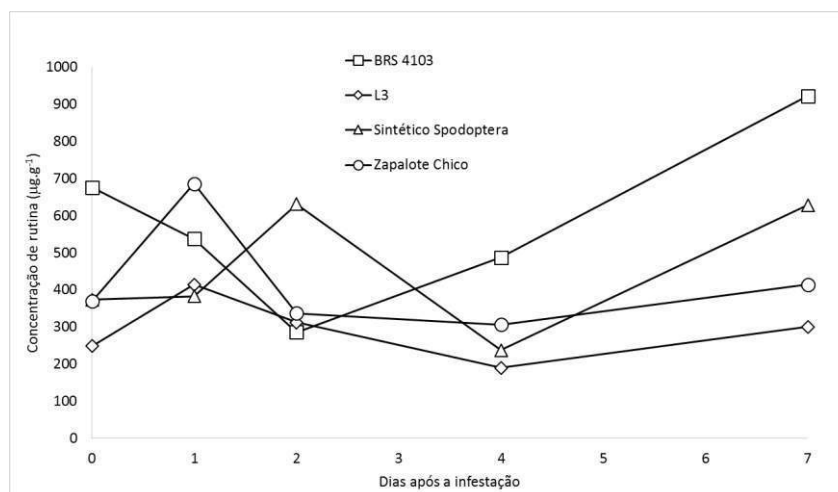


Figura 1 – Concentração de rutina em plantas de milho infestadas com larvas de *S. frugiperda*.

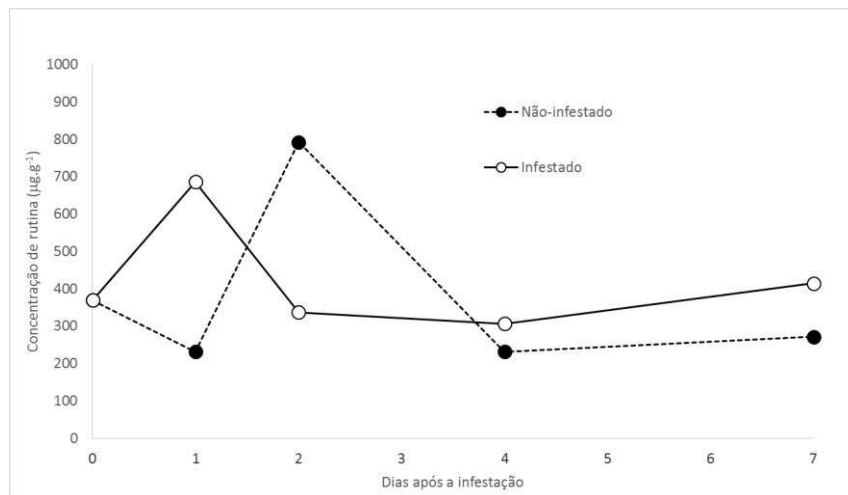


Figura 2 – Concentração de rutina em folhas de milho do genótipo Zepalote Chico infestado e não infestado.

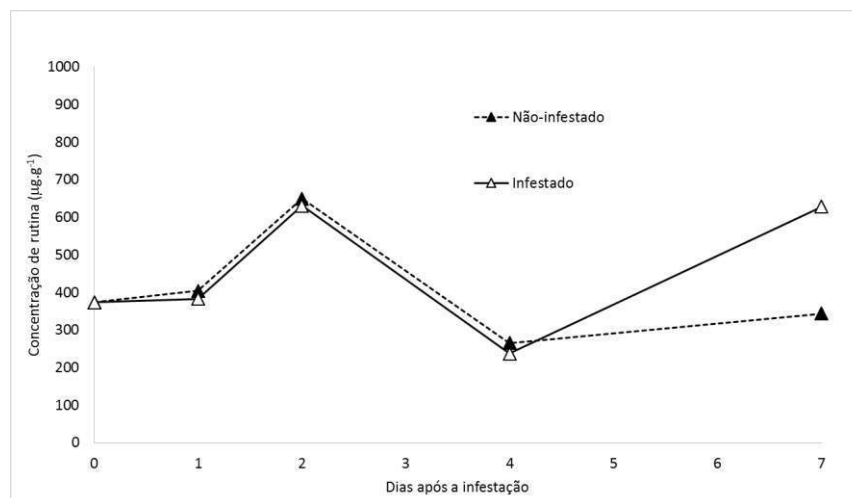


Figura 3 – Concentração de rutina em folhas de milho do genótipo Sintético Spodoptera infestado e não infestado.

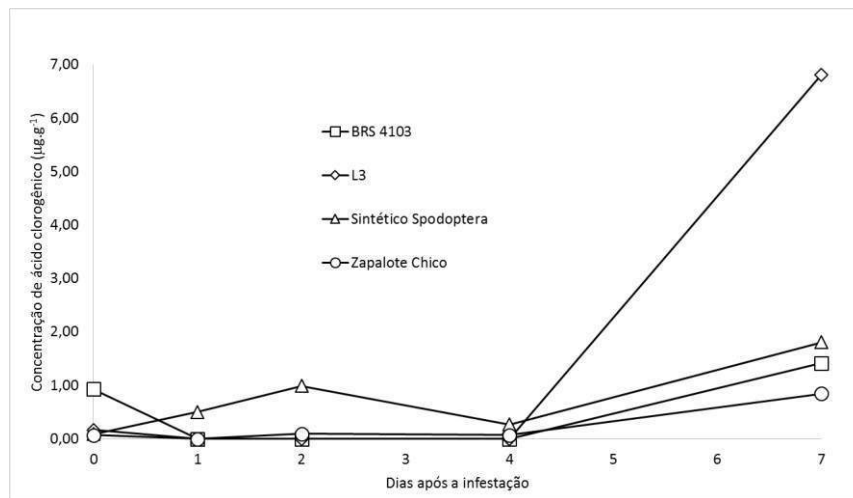


Figura 4 – Concentração de ácido clorogênico em plantas de milho infestadas com larvas de *S. frugiperda*.

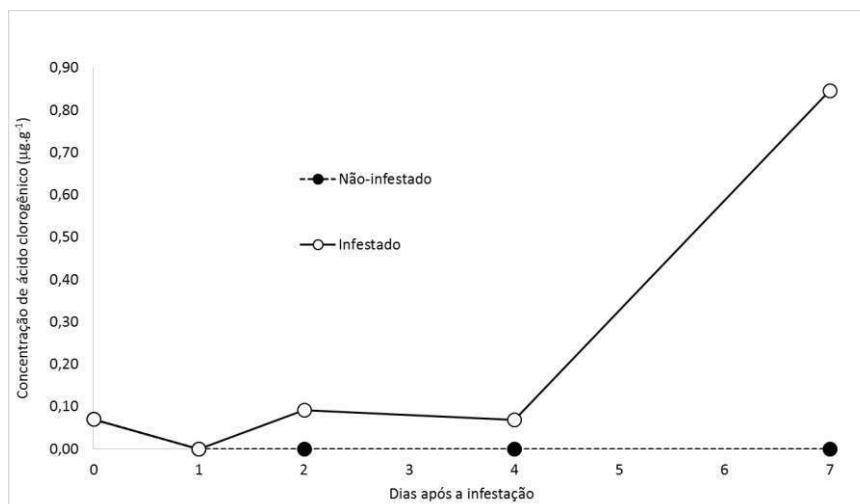


Figura 5 – Concentração de ácido clorogênico em folhas de milho do genótipo Zapalote Chico infestado e não infestado.

Estudo da Capacidade Combinatória e Interação Progênie x Testador em Geração Precoce de Seleção

Nome Felipe Ribeiro Resende ⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires ⁽²⁾; Leandro Lopes Cancellier ⁽³⁾; Renzo Garcia Von Pinho ⁽⁴⁾; Luiz Antonio Yanes Bernardo Júnior ⁽⁵⁾; Ewerton Lelys Resende ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; feliperibeior@bol.com.br; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Pesquisador; Monsanto; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Substituir com vantagens os híbridos atuais é um grandes desafios dos melhoristas. Em programas de melhoramento, uma das principais etapas é a obtenção de linhagens, onde é comum a seleção nas primeiras gerações de autofecundação. Adicionalmente, abordagem analítica via modelos mistos pode aumentar o sucesso na seleção de genótipos, pois proporciona flexibilidade na análise de dados desbalanceados, e fornece valores genotípicos mais acurados acerca das progênies avaliadas. Assim, o objetivo com este trabalho foi estudar o a capacidade combinatória para da produtividade de grãos por ocasião do top cross em geração precoce realizado entre as três populações derivadas de híbridos comumente utilizados na região Sul do Brasil, sendo 175 progênies oriundas da população A, derivada do híbrido triplo Garra (Syngenta); 88 progênies da população B, derivada do híbrido simples AS 1532 (Agroeste) e 237 progênies da população C, derivada do híbrido simples 30B39 (DuPont Pioneer), e três diferentes testadores (a linhagem elite LE84, o híbrido simples experimental HS2532 e o híbrido simples comercial GNZ2004), via abordagem de modelos mistos. Foram preditos os BLUPs da capacidade geral e específica de combinação, e estimados os coeficientes de correlação de Spearman entre os BLUPs. Os efeitos de dominância tiveram maior influência na expressão da produtividade, como verificado com a maior amplitude nos valores da CEC. Adicionalmente, a baixa correlação entre testadores, tanto para CEC, quanto para BLUPs, indica que há interação progênies x testadores.

Termos de indexação: BLUP, top cross, correlações

INTRODUÇÃO

A dinâmica de aumento de produtividade de grãos na cultura do milho está diretamente relacionada à utilização de híbridos superiores, associados aos eventos biotecnológicos que contribuem para melhor exploração do potencial genético desses híbridos. Atualmente, há grande quantidade de híbridos disponíveis aos produtores, e estes apresentam altas produtividades. Desta forma, substituir com vantagens os híbridos atuais é um dos grandes desafios dos melhoristas (Bison et al., 2003).

O estudo e o entendimento do controle genético por meio da capacidade de combinação, e a predição dessa realizada de maneira acurada, pode aumentar a probabilidade de obtenção de híbridos de alto rendimento, devido a maior eficiência na verificação das contribuições dos alelos favoráveis nos genótipos avaliados. Também a identificação de híbridos com maiores valores de capacidade específica de combinação (CEC), indica a possibilidade da exploração efetiva da heterose entre linhagens (Costa et al., 2013).

A utilização de experimentos de grande porte, ou muitos ambientes, comum em melhoramento de plantas, assim como nas fases iniciais dos programas, como no caso da seleção precoce, naturalmente impõe maiores dificuldades no controle do balanceamento experimental, quer seja pela perda de parcelas ou até mesmo pela dificuldade de se obter sementes de todos os cruzamentos. Assim, o tratamento de dados que não considere esse desbalanceamento, acrescentará erro aos valores genotípicos e levará à redução de ganhos genéticos. Uma ferramenta para aumentar o sucesso na seleção precoce, e aumentar a eficiência nos programas de melhoramento, é a utilização de análise via modelos mistos. Diante do exposto, realizou-se o presente

trabalho com o objetivo de estudar a capacidade combinatória entre progênies para produtividade de grãos por ocasião do topcross em geração precoce realizado entre as três populações derivadas de híbridos comumente utilizados na região Sul do Brasil com testadores previamente selecionados no programa de melhoramento de milho da UFLA.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos de novembro de 2011 a maio de 2013. Na safra 2011/2012 instalou-se o campo de cruzamento para a obtenção dos híbridos topcrosses. Foram utilizadas, 500 progênies $S_{0.2}$ originadas de três populações distintas, sendo 175 progênies oriundas da população A, derivada do híbrido triplo Garra (Syngenta); 88 progênies da população B, derivada do híbrido simples AS 1532 (Agroeste) e 237 progênies da população C, derivada do híbrido simples 30B39 (DuPont Pioneer). Realizou-se uma seleção fenotípica próxima ao florescimento e pré-colheita, adotando como critério, plantas mais vigorosas, menor incidência de doenças foliares, folhas eretas, uniformidade de plantas dentro da progênie, dentre outras. Obteve-se apenas 189 progênies com quantidade suficiente de sementes para condução de pelo menos um experimento, formando assim 457 híbridos topcrosses. Na safra 2012/2013 foram realizados os experimentos em cinco locais, três no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA, em diferentes épocas de semeadura, sendo em 09/11/2012 com 144 híbridos testados, em 16/11/2012 com 81 híbridos testados e em 23/11/2012 com 289 híbridos. Outro experimento foi conduzido em Guarapuava/PR, com semeadura dia 17/10/2012 com 316 híbridos e em São Miguel d'Oeste/SC, semeado em 07/11/2012 com 348 híbridos. Os híbridos foram distribuídos aleatoriamente nos experimentos para que não houvesse o confundimento entre efeitos ambientais com os efeitos de população ou testadores. Desta forma, 13,8% dos híbridos (63) foram testados em somente um experimento, 16,6% (76) foram testados em apenas dois experimentos, 68,5% (312) em três experimentos, 0,87% (4) em quatro experimentos e apenas 0,43% (2) foram testados nos cinco experimentos, totalizando assim os 457 híbridos avaliados.

Dentre os 457 híbridos avaliados, 444 são híbridos topcrosses, resultante dos cruzamentos das progênies das três populações com os testadores. Porém, para algumas progênies, não foram obtidas sementes suficientes nos cruzamentos com os três testadores, sendo que

7,4% das progênies foram testadas com apenas um testador, 50,3% foram testadas somente com dois testadores, e 42,3% das progênies foram testadas com os três testadores.

O delineamento nos ensaios instalados em Lavras/MG foram o látice quadrado simples. Nos ensaios instalados no PR e SC foram utilizados blocos casualizados, com duas repetições. As parcelas experimentais em Lavras/MG constituíram de 2 linhas de 5 metros cada, com espaçamento de 0,55 m, e nos ensaios do PR e SC de 4 linhas de 5 metros com espaçamento entre linhas de 0,5 m. Foi avaliada a produtividade de grãos a partir do peso de grãos obtidos na parcela, e os dados extrapolados para $Kg\ ha^{-1}$ com a correção de umidade para 13%.

A análise dos dados foi realizada pela abordagem de modelos mistos, utilizando para o cálculo dos componentes de variância genotípica e residual, o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML). A partir do ajuste do modelo pelo processo iterativo, foi obtida a predição dos componentes de variância de cada vetor aleatório, assim como a solução do vetor de efeitos fixos.

Inicialmente foram obtidas as médias BLUPs (u+g) dos híbridos.

As estimativas dos BLUPs da capacidade geral de combinação e da capacidade específica de combinação foram realizadas com o auxílio do software SAS, utilizando o proc mixed. Neste estudo, optou-se por utilizar o modelo com todos os genótipos dentro de um mesmo grupo, de acordo com Balestre et al. (2010) e Oliveira et al. (2010). Segundo estes autores, o modelo que considera os genótipos em um único grupo fornece estimativas de CGC e CEC mais acuradas que o modelo que considera dois grupos distintos, mesmo com informação de parentesco.

Foram estimadas as correlações de ranqueamento de Spearman entre médias BLUPs (u+g), médias BLUEs e CEC. A análise foi realizada utilizando o software SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros úteis para a seleção de genótipos, a capacidade combinatória tem destaque por ter fácil interpretação. No presente estudo, a relação da variância da CEC foi 4,15 vezes maior que a variância da CGC. Os componentes de variância dos modelos podem expressar a variabilidade genética dos genótipos, o que permite realizar inferências sobre o tipo de ação gênica predominante para cada uma das características. Tal resultado indica que no conjunto de progênies

em estudo, os efeitos de dominância têm maior influência na expressão da produtividade de grãos.

Em contrapartida, no trabalho de Englesong et al. (2011), Oliveira et al. (2011), Paterniani et al. (2006) e Rovaris et al. (2014), a maior estimativa de CGC em relação à CEC indicou que a ação gênica aditiva contribuiu mais para o aumento da produtividade. Tal divergência de resultados pode ser explicada pelo simples fato de que a capacidade de combinação de um genótipo é relativa aos demais genótipos em teste, assim um determinado genótipo pode apresentar alta ou baixa CGC, dependendo dos genótipos que estão sendo testados. Oliveira et al. (2011) citaram que o tipo de interação alélica predominante depende da população envolvida no dialelo, desta forma, o resultado é específico para os genótipos avaliados.

A expressão da interação alélica predominante também depende da intensidade de melhoramento que os genótipos em teste tenham sido submetidos. Conforme Paterniani et al. (2006), linhagens extensivamente melhoradas em ambientes distintos tendem a ter maior contribuição dos efeitos aditivos na manifestação da produtividade. Este efeito está em acordo com o presente estudo, onde foram utilizadas progênies com baixo grau de endogamia que foram alvo de seleção fenotípica massal. Dessa forma, é possível o predomínio dos efeitos de dominância no estudo do controle genético, do caráter em questão.

Foram encontradas altas magnitudes nos coeficientes de correlação entre CEC, BLUP e BLUE, assim como para a correlação entre BLUP e CEC dentro de cada testador. Infere-se que independente do testador, utilizando médias BLUP ou CEC, o ranqueamento dos híbridos será pouco alterado. Desta forma pode-se adotar somente um destes parâmetros para utilizar no processo de seleção de progênies. Devido a grande flexibilidade de análise, a abordagem dos modelos mistos (BLUP) pode ser uma opção vantajosa, não só permitir lidar melhor com problema do desbalanceamento.

A alta correlação entre as médias preditas BLUP e as médias estimadas BLUE podem ser visualizadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 1. Estimativa da correlação de Spearman entre os testadores para CEC e Média BLUP em 444 híbridos de milho.

Correlações entre testadores	Média BLUP	CEC
	r	r
GNZ2004 x HS2532	0,13	-

GNZ2004 x LE84	0,36**	0,2
LE84 x HS2532	-0,03	-

** significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste t.

Resultado semelhante foi encontrado por lemma (2003), comparando a metodologia de modelos mistos com o modelo fixo em análise dialélica, obtendo correlação de 0,99 entre BLUP e BLUE, atribuindo este fato pelo BLUP considerar a matriz identidade na estrutura de variâncias e covariâncias, não resultando assim, em grandes diferenças na metodologia. Desta forma, pode-se inferir que para a produtividade de grãos, a classificação dos híbridos sofre pouca alteração quando se considerou as metodologias de modelo misto e modelo fixo. Resultados semelhantes foram obtidos por lemma (2003).

A alta magnitude do coeficiente de correlação entre CEC e a média BLUP também foi observada por Balestre et al. (2008a), sendo atribuído ao fato de que a produtividade é o principal parâmetro usado nestas estimativas. Estes autores relatam ainda, que há alta correlação entre CEC e heterose com a produtividade, e que estes são úteis na escolha da população usada para a extração de linhagens.

Foi detectada baixa correlação entre os testadores tanto considerando médias BLUP quanto CEC. Assim, o desempenho das progênies mostra-se totalmente dependente do testador, indicando que a frequência alélica do testador é fator importante, e deve ser considerada no teste das progênies. Elias et al. (2000) também relatam que há baixa correlação no desempenho e classificação dos híbridos topcrosses quando se utiliza diferentes testadores, atribuindo esta diferença nas estruturas genéticas nas populações, assim como nos testadores.

Considerando que quando se utiliza híbridos comerciais ou híbridos elite de programas de melhoramento como testadores, espera-se que estes possuam alta frequência de alelos favoráveis para diversos genes. Desta forma pode haver efeitos mascaradores dos alelos favoráveis dominantes no testador (Elias et al., 2000). Esta situação também contribui para a baixa correlação entre testadores, assim como resultados que não representam o real mérito das progênies, mas sim, o desempenho específico da combinação progênie x testador (Barreto et al., 2012). Mesmo que testadores com alta frequência de alelos favoráveis não sejam considerados os ideais do ponto de vista conceitual, os resultados podem ser de grande valia se o objetivo for a obtenção de híbridos triplos.

Baixas correlações entre testadores também implicam na intensidade de seleção, pois, as

correlações entre as capacidades de combinação das progênies com diversos tipos de testadores, normalmente são baixas para se ter algum valor preditivo e, portanto, uma alta intensidade de seleção só pode ser aplicada para um testador específico, pois, a probabilidade de selecionar linhagens com alta capacidade de combinação para testadores distintos é muito baixa (Fuzatto, 2003).

CONCLUSÕES

Houve maior influência dos efeitos de dominância na expressão da produtividade, mas os efeitos aditivos não devem ser desconsiderados.

Houve alta correlação entre CEC e BLUP da média, permitindo adotar apenas uma opção para uso na seleção de progênies.

A baixa correlação entre testadores tanto para CEC quanto para BLUP da média, indica que há interação progênies x testadores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsa para o primeiro autor e a Limagrain pelo apoio nos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C.; MACHADO, J. C. Potential of maize single-cross hybrids for extraction of inbred lines using the mean components and mixed models with microsatellite marker information. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 1106–1118, out. 2008a.
- BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C. Prediction of maize single-cross performance by mixed linear models with microsatellite marker information. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 9, n. 2, p. 1054–1068, jan. 2010.
- BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para extração de linhagens. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348–355, abr. 2003.
- COSTA, K. D. D. S.; CARVALHO, I. D. E. D.; SILVA, J. W. D.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, J. D.; TEIXEIRA, J. D. S. Escolha de famílias em cana-de-açúcar via modelos mistos. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, Patos, v. 9, n. 1, p. 7–13, jan./mar. 2013.
- ELIAS, H. T.; CARVALHO, S. P.; ANDRÉ, C. G. M. Comparação de testadores na avaliação de famílias S2 de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1135–1142, jun. 2000.
- ENGELSING, M. J.; ROZZETTO, D. S.; COIMBRA, J. L. M.; ZANIN, C. G.; GUIDOLIN, A. F. Capacidade de combinação em milho para resistência a *Cercospora zeae-maydis*. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 232–241, jan./mar. 2011.
- FUZATTO, S. R. *Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (Zea mays L.): efeito do número de cruzamento*. 2003. 131 p. **Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)** - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LÜDERS, R. R.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de top crosses em três locais do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 597–605, out./dez. 2006.
- IEMMA, M. *Uso do melhor preditor linear não viesado (Blup) em análises dialélicas e predição de híbridos*. 2003. 92 p. **Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrícola)** - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- OLIVEIRA, L. R. D.; MIRANDA, G. V.; DE LIMA, R. O.; SOUZA, L. V. D.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. D.. Combining ability of tropical maize cultivars in organic and conventional production systems. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 739–745, maio 2011.
- OLIVEIRA, R. L. de.; BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C. de. *Potencial do uso de marcadores moleculares na predição de valores genéticos e no desempenho de híbridos de milho*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiania. **Anais...** Goiania: ABMS, 2010. p. 3012-3019.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LÜDERS, R. R.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de top crosses em três locais do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 597–605, out./dez. 2006.



ROVARIS, S. R.; ZAGATTO, M. E.; SAWAZAKI, E. Combining ability of white corn genotypes with two commercial hybrids. *Maydica*, Bergamo, v. 59, n. 1, p. 96–103, jan./abr. 2014.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Estudo de adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho na região Sul do Brasil

Jane Rodrigues de Assis Machado⁽¹⁾; Adilson Ricken Schuelter⁽²⁾; Cinei Terezinha Riffel⁽³⁾; Marcos Garrafa⁽³⁾; Beatriz Marti Emygdio⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; Passo Fundo, RS; jane.machado@embrapa.br; ⁽²⁾ Docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA/Unioeste); Cascavel, PR; ⁽³⁾ Professor; Setrem; Três de Maio, RS; ⁽⁴⁾ Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS .

RESUMO: Para que a seleção de novos híbridos seja eficiente, estes precisam ser avaliados em vários locais por vários anos, possibilitando a realização de estudos de interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade. O presente trabalho objetivou avaliar ocorrência de interação genótipo x local, adaptabilidade e estabilidade de híbridos na região Sul do Brasil. Os ensaios foram conduzidos em nove diferentes locais do Paraná e do Rio Grande do Sul. Foram avaliados 20 híbridos experimentais e cinco testemunhas na safra 2014/15. O delineamento foi látice 5x5 com duas repetições, cada parcela foi constituída de duas linhas de cinco metros, espaçadas de 0,80 m. A característica analisada foi produtividade de grãos. A metodologia usada nas análises de adaptabilidade e estabilidade foi a proposta por Annicchiarico (1992). Os híbridos AG 9045 Pro2, P30F53YH, Status Vip Tera, 1M1631, 1M1594, 1M1636, 1M1556 apresentaram adaptabilidade e estabilidade geral aos diferentes ambientes. Os híbridos P2530H e 1J1017 mostraram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e 1M1573, 1M1562, 1M1582, 1M1528 aos ambientes desfavoráveis. Com esses resultados pode ser feito um posicionamento dos híbridos de acordo com sua adaptação nos diferentes locais.

Termos de indexação: Annicchiarico (1992), interação genótipo x local, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de milho buscam híbridos de ciclo mais curto, elevado potencial produtivo e adaptados a diferentes regiões brasileiras. Para que a seleção seja eficiente os híbridos são avaliados em vários locais por vários anos, fazendo necessários estudos de interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade.

As diferenças entre os anos e as regiões de cultivo podem afetar o comportamento das cultivares devido, principalmente, à interação genótipo x ambiente. A avaliação dessa interação nos programas de melhoramento é de grande importância, cabendo ao melhorista quantificar a magnitude e a significância de seus efeitos para adotar estratégias que possam minimizar ou aproveitá-la (Cruz & Regazi, 1997).

Existem atualmente várias metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade citadas na literatura. Dentre as quais a metodologia de Annicchiarico (1992) se apresenta como boa alternativa, devido a simplicidade de apresentação e interpretação dos resultados (Cargnelutti et al. 2009). O presente estudo objetivou avaliar ocorrência de interação genótipo x local, adaptabilidade e estabilidade de híbridos na região Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em diferentes locais do Paraná e Rio Grande do Sul, as datas de semeadura seguiram a indicação para cada região considerando-se a época mais favorável à expressão do potencial produtivo do milho (**Tabela 1**).

Foram avaliados 20 híbridos experimentais e cinco testemunhas na safra 2014/15. O experimento foi em delineamento látice 5x5 com duas repetições, cada parcela foi constituída de duas linhas de cinco metros, espaçadas de 0,80 m.

A característica analisada nesse trabalho foi produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtida colhendo toda a parcela, transformando para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e corrigido o peso para 13% de umidade.

Foram realizadas as análises individuais e conjunta dos locais.

A adaptabilidade e estabilidade foram obtidas pela metodologia proposta por Annicchiarico (1992), em que o índice de confiança (Wi) estima a possibilidade de um genótipo apresentar performance melhor que a média dos genótipos em determinado ambiente. A média dos genótipos em cada ambiente ou média ambiental é representada em porcentagem e considerada 100%. Sendo assim, genótipos com valores acima de 100% são considerados estáveis e adaptados (Machado et al., 2002).

Para todas as análises foi utilizado o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (**Tabela 2**) apresentou diferença significativa para híbridos, locais e interação híbrido x local ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F. A média geral (9.363 kg. ha⁻¹) foi 25% e 30% acima das médias nacional (7.509 kg. ha⁻¹) e do Estado do Rio Grande do Sul (7.209 kg. ha⁻¹), respectivamente (Conab, 2016). Observou-se que na safra 2015/16 o clima na região subtropical foi bastante favorável à cultura milho, possibilitando aos híbridos expressar o seu potencial produtivo.

O coeficiente de variação de 18% indica que os ensaios foram conduzidos de maneira adequada, o que garante maior precisão dos dados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância de 25 híbridos em nove locais do Paraná e Rio Grande do Sul na safra 2014/15.

FV	GL	QM
Blocos	1	2.747.324
Híbridos	24	11.374.689**
Locais	8	450.713.690**
Híb x Locais	144	4.472.175**
Resíduo	157	2.859.749
MÉDIA		9.363
CV(%)		18

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

De acordo com a análise de adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Annicchiarico,

(1992) (**Figura 1**), considerando todos os ambientes, os híbridos AG 9045 Pro 2, P30F53 YH, Status Vip Tera, 1M1631, 1M1594 e 1M1636 apresentaram o índice de confiança respectivamente de 13%, 12%, 10%, 9%, 5% e 2% acima e o 1M1556 igual, à média ambiental. Os híbridos P2530H (103%) e 1J1017 (101%) apresentaram adaptabilidade e estabilidade específica para ambientes favoráveis, necessitando, portanto, de boas condições ambientais para expressarem seus potenciais produtivos. Os híbridos 1M1573 (108%), 1M1562 (102%), 1M1582 (101%) e 1M1528 (101%) mostraram-se com adaptação específica para ambientes desfavoráveis.

Os resultados permitem discutir a indicação de posicionamento de alguns híbridos para determinados ambientes, explorando dessa forma, a interação específica entre híbridos x locais.

CONCLUSÕES

Os híbridos experimentais 1M1631, 1M1594, 1M1636, 1J1017, 1M1573, 1M1562, 1M1582, 1M1528 e as testemunhas AG 9045 Pro2, P30F53YH, Status Vip Tera, e P2530H apresentam adaptabilidade e estabilidade a diferentes ambientes.

O posicionamento do híbrido baseado na sua adaptabilidade permite explorar melhor sua capacidade produtiva.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, ao Setrem e à Coodetec.

REFERÊNCIAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal Genetics Breeding*. Italy, v.46, n.1, p. 269-278, 1992.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J.P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. *Ciência Rural*. Santa Maria, v.39, n.2, p.340-347, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: oitavo levantamento. Brasília. CONAB. Maio. 2016, disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 12 de maio de 2016.



CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ed. Viçosa:UFV, 1997. 390p. 1v.

MACHADO, J.R. de A. PENNA, J.C.V.; FALLIERE, J.; SANTOS, P.G.; LANZA, M.A, Stability and adaptability of seed cotton yields of upland cotton genotypes in the state of Minas Gerais, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n.3, p. 401-410, 2002.

Tabela 1. Descrição dos locais, datas de plantio e colheita, produtividade média por local e coeficiente de variação de 25 híbridos avaliados na safra 2014/15.

Local	Altitude (m)	Data de Semeadura	Data de colheita	Média PG por Local	CV %	Macro região	Tipo de Ambiente
Passo Fundo	687	25/09/2014	19/03/2015	14.102	12,4	SA	F
Panambi	451	28/10/2014	23/04/2015	8.219	23,3	SB	D
Cascavel	800	NI	NI	11.180	8,7	SA	F
Guarapuava	1120	NI	NI	11.581	10,3	SA	F
Ponta Grossa	975	26/11/2014	06/05/2015	8.007	14,5	SA	D
Londrina	610	09/12/2014	21/05/2015	7.208	8,0	T	D
Vacaria	971	19/11/2014	13/05/2015	11.657	16,1	SA	F
Três de Maio	343	22/09/2014	18/02/2015	8.131	11,1	SB	D
Pelotas	21	NI	NI	4.180	45,3	SB	D

NI: não informado; PG: peso de grãos kg.ha⁻¹; CV: coeficiente de variação; SB: região subtropical baixo. SA: região subtropical alto, T: transição; F: ambientes favoráveis, D: ambientes desfavoráveis.

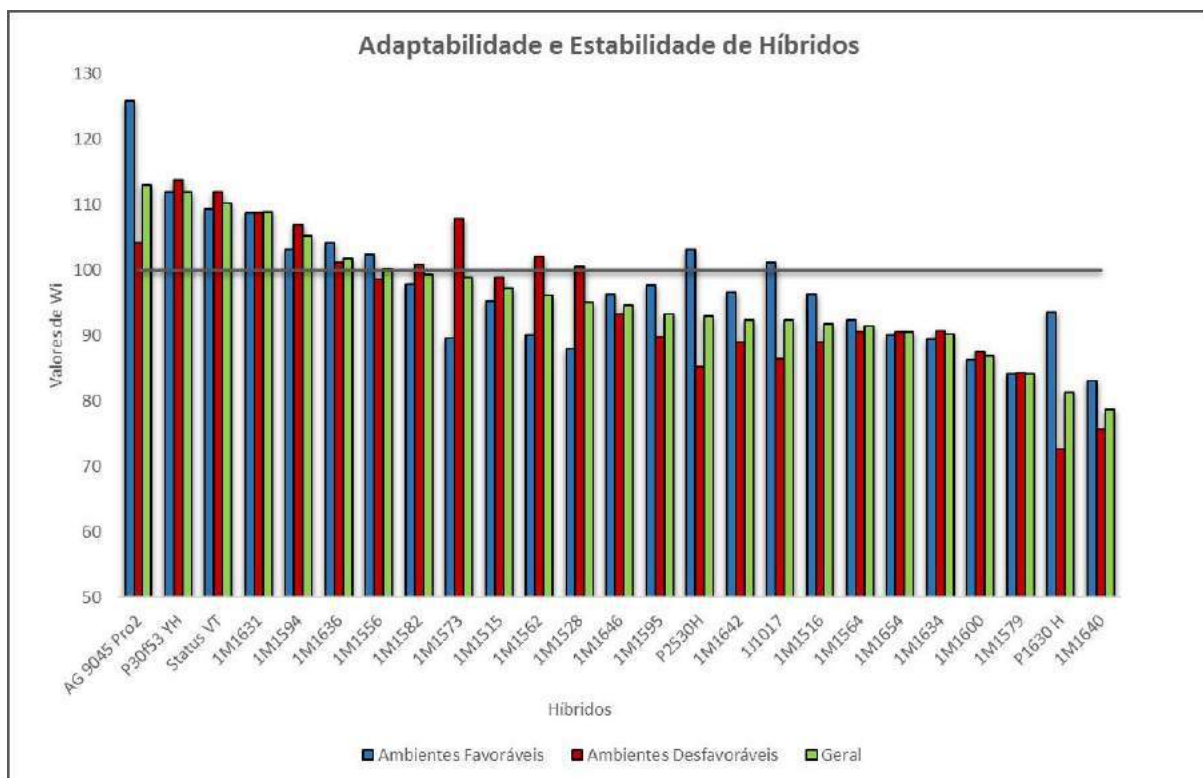


Figura 1. Gráfico com os valores do W_i ; índice de confiança de Annicchiarico (1992), em ambientes favoráveis, desfavoráveis e geral, para 25 híbridos avaliados na região subtropical na safra 2015/16.

Estudo do controle genético para resistência a *Fusarium verticillioides* em milho.

Ewerton Lélys Resende⁽¹⁾; Luiz Antonio Yanes Bernardo Júnior⁽²⁾; Gabriella Santos Pereira⁽³⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽⁴⁾; Rafaela Beiral Campos Borges⁽⁵⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Lavras – UFLA; Lavras, Minas Gerais; elresendeagro@outlook.com; ⁽²⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras – UFLA; ⁽³⁾ Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras – UFLA; ⁽⁴⁾ Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Lavras – UFLA; ⁽⁵⁾ Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Lavras – UFLA; ⁽⁶⁾ Professor Titular do Departamento de Agricultura; Universidade Federal de Lavras – UFLA.

RESUMO: Nos últimos anos tem-se observado uma grande incidência de fungos causadores de “grãos ardidos” na cultura do milho em todo Brasil. Diante disto, os objetivos neste trabalho foram avaliar a reação de linhagens de milho, quando inoculadas com *F. Verticillioides*, verificar se há efeito materno para resistência a grãos ardidos e estudar o controle genético. Primeiramente, foram avaliadas 30 linhagens para a seleção das quatro mais resistentes e suscetíveis à doença. Estas linhagens selecionadas foram cruzadas em esquema de dialelo parcial para o estudo do controle genético da característica. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições. Os experimentos foram avaliados em dois locais, Lavras e Inconfidentes, MG. A inoculação das plantas foi realizada quinze dias após 100% das plantas das parcelas terem emitido os estilo-estigmas. Foram avaliadas porcentagem de espigas doentes, porcentagem de grãos ardidos e incidência de grãos ardidos. As porcentagens médias de grãos ardidos variaram de 4,38 a 34,54. Considerando a análise dialélica conjunta, verificou-se que o quadrado médio da CGC não foi significativo para a característica em estudo. Já a CEC foi significativa, o que indica a predominância de efeitos não aditivos envolvidos no controle da característica. Contudo, pode-se concluir que há variabilidade genética entre as linhagens de milho para a resistência a grãos ardidos causados por *Fusarium verticillioides*. As

linhagens 37, 22, 58 e 91 destacaram-se com alto nível de resistência.

Termos de indexação: *Zea mays*, grãos ardidos, podridão rosada da espiga.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado nas principais regiões onde se cultiva milho no Brasil uma grande incidência de fungos causadores de podridões de espiga, como o *Fusarium verticillioides*. Este fungo deprecia a qualidade dos produtos e causa perda no rendimento dos grãos (Silva et al., 2007). Os grãos infectados por *F. verticillioides* também apresentam valor nutricional reduzido e baixa palatabilidade para animais.

As micotoxinas produzidas por este patógeno podem causar a síndrome do edema pulmonar em equinos, diminuição do consumo de alimentos e diarreia em suínos, inibição do crescimento e mortalidade em aves (Gil & Lima, 1996).

Devido aos grandes prejuízos da doença, o método de controle desta doença mais eficiente e competitivo consiste em lançar mão de híbridos de milho resistente ao *F. verticillioides*. O que se sabe até o momento a respeito da resistência a grãos ardidos causados por *Fusarium spp.* é que se trata de herança poligênica com complexo controle genético (Mesterhazy et al., 2012). Alguns estudos indicaram também presença de efeito materno na resistência aos grãos ardidos (Kovács et al., 1994; Mukanga et al., 2010).

Até o momento, são escassos na literatura trabalhos que foram realizados com intuito de estudar o controle genético da resistência a doença utilizando genótipos desenvolvidos no Brasil.

Sendo assim, os objetivos neste trabalho foram avaliar a reação de linhagens de milho, provenientes do banco de germoplasma do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), quando inoculadas com *F. verticillioides*, verificar se há efeito materno para resistência a grãos ardidos e estudar o controle genético desta característica.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foi realizado o screening das linhagens. Nesta etapa foram avaliadas em relação a infecção do *F. verticillioides* 30 linhagens elites do banco ativo de germoplasma de milho da UFLA.

O inóculo do fungo foi proveniente da micoteca da Embrapa Milho e Sorgo, e sua replicação foi realizada no Laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia da UFLA. Os isolados foram crescidos em meio completo, durante sete dias antes da inoculação. A suspensão de conídios do fungo foi ajustada por meio da contagem em câmara de Neubauer para 10^6 conídios mL^{-1} no dia da inoculação.

As inoculações do patógeno foram realizadas 15 dias após 100% das plantas da parcela terem emitido os estilo-estigmas em campo. Foi utilizada uma pipeta para inoculação de 1 mL da suspensão obtida na região central de cada espiga.

A incidência de grãos ardidos foi determinada conforme procedimento proposto por portaria nº11, de 12/04/96, Brasil (1996). A partir de uma amostra de 300 g de grãos por parcela, foi feita a separação visual e determinação da porcentagem de grãos com sintomas de descoloração em mais de um quarto da sua superfície total. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo software R. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Genes.

Após o screening das linhagens, foram selecionadas as quatro linhagens mais suscetíveis e as quatro mais resistentes. Foram obtidos os híbridos e recíprocos em esquema de dialelo parcial entre os dois grupos de linhagens, sendo um grupo composto pelas linhagens resistentes 22, 37, 58 e 91, e o outro composto pelas linhagens suscetíveis 40, 64, 81, 83.

Foram conduzidos dois experimentos, sendo um na área experimental do Centro de

Desenvolvimento Tecnológico em Agropecuária da UFLA, no município de Lavras-MG, e o outro no Instituto Federal do Sul de Minas em Inconfidentes-MG. Os experimentos foram semeados no final de novembro de 2013.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída por duas linhas de quatro metros de comprimento espaçadas de 0,6 m. As características avaliadas foram porcentagem de espigas doentes, porcentagem de grãos ardidos e produtividade de grãos. Para determinar a porcentagem de espigas doentes, foram contadas todas as espigas e o número de espigas doentes de cada parcela. A porcentagem de grãos ardidos foi determinada da mesma maneira que a incidência de grãos ardidos.

Foram avaliados 40 genótipos de milho, sendo 16 híbridos simples e seus recíprocos e oito linhagens que originaram estes híbridos por meio do esquema de dialelo parcial. Por esta metodologia, foram determinados os valores dos efeitos das capacidades geral e específica de combinação. Posteriormente, foi realizada a análise dialélica conjunta, envolvendo os dois locais, considerando todos os efeitos como fixos, exceto o efeito de genótipos e o erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens médias de grãos ardidos das 30 linhagens variaram de 4,38 a 34,54. Para a fonte de variação genótipos, as diferenças foram significativas ($P \leq 0,05$) para todas as características em Lavras, MG (**Tabela 1**).

É necessário enfatizar que o sucesso na avaliação de cultivares é diretamente dependente da precisão experimental. No presente caso, a precisão foi avaliada pela acurácia seletiva (r_{gg}). A acurácia é um parâmetro que se refere à correlação existente entre o valor genotípico verdadeiro do tratamento genético e os valores estimados ou preditos a partir dos dados obtidos no experimento (Resende & Duarte, 2007). Os resultados evidenciaram que houve alta precisão experimental, uma vez que os valores de r_{gg} foram na maioria superiores a 0,70 nos dois ambientes (Resende & Duarte, 2007).

Apenas em Lavras foi possível detectar diferenças significativas entre os genótipos para porcentagem de grãos ardidos. A acurácia seletiva neste ambiente foi de alta magnitude (0,96429), indicando alta precisão experimental.

Comparando esta característica com a porcentagem de espigas com sintomas de grãos ardidos em Lavras, pode-se inferir que a avaliação

da porcentagem de grãos ardidos foi mais eficiente para avaliação da resistência devido a alta acurácia seletiva comparada com a acurácia da segunda característica mencionada, que foi de 0,7030.

Em Inconfidentes, não houve diferenças significativas para porcentagem de grãos ardidos, mas apenas para porcentagem de espigas com sintomas da doença. A acurácia seletiva para esta característica foi de baixa magnitude (0,2557), indicando baixa precisão experimental.

Neste local, as condições climáticas durante a safra foram atípicas, com uma seca prolongada durante todo o ciclo da cultura, o que dificultou o desenvolvimento da doença e, conseqüentemente, o screening dos genótipos quanto a resistência. Este fato fica evidente ao comparar a porcentagem média de grãos ardidos entre as localidades. Em Inconfidentes esta média foi de 1,29%, enquanto que em Lavras a média foi de 2,05%, ou seja, 37% superior.

Para as características de produtividade de grãos e porcentagem de espigas com sintomas de grãos ardidos, os genótipos em Lavras obtiveram resultados superiores em torno de 11,95% e 4,9% respectivamente, em relação aos obtidos em Inconfidentes.

A análise dialélica realizada com os dados obtidos em Lavras mostrou que o efeito da CEC foi altamente significativo e que não houve diferenças entre as CGC das linhagens e os recíprocos, tanto para a característica porcentagem de grãos ardidos quanto para porcentagem de espigas com o sintoma da doença.

Já os resultados obtidos em Inconfidentes mostraram que os efeitos de CGC, CEC e recíprocos não foram significativos para a porcentagem de grãos ardidos, como era de se esperar, tendo em vista que o efeito dos genótipos para esta característica não foi significativo nesta localidade. No entanto, os resultados para a outra característica corroboraram com os obtidos em Lavras.

Tabela 1 - Resumo das análises dialélicas para as características porcentagem de grãos ardidos (GA) e a porcentagem de espigas com sintomas de grãos ardidos (ED), obtidas nos experimentos conduzidos em Lavras e Inconfidentes, MG, Lavras, MG, 2014.

FV	Lavras		
	GL	QM	
		GA	ED
Genótipos(G)	63	16,9105**	654,97**
C.G.C	7	21,0134 ^{n.s}	341,97 ^{n.s}
C.E.C	28	32,3894**	1136,16**

Recíproco	28	0,4582 ^{n.s}	252,01 ^{n.s}
Resíduo	78	1,5632	322,12
Inconfidentes			
FV	GL	QM	
		GA	ED
Genótipos(G)	63	3,731319 ^{n.s}	890,06**
C.G.C	7	5,325418 ^{n.s}	1623,87 ^{n.s}
C.E.C	28	6,690857 ^{n.s}	1451,88**
Recíproco	28	0,373259 ^{n.s}	144,78 ^{n.s}
Resíduo	78	5,1528	238,05

Os resultados da análise dialélica por local indicaram que os efeitos não aditivos, ou seja, os efeitos de dominância, foram mais relevantes para explicar o controle da resistência. Com isso, fica evidente que esta característica pode ser introduzida por meio do vigor híbrido.

Em nenhum dos locais foi constatado efeito significativo do recíproco para as duas características ligadas a resistência à doença, indicando predomínio da ação de genes nucleares e ausência de efeito materno ou de herança extracromossômica.

Considerando a análise dialélica conjunta para a característica porcentagem de grãos ardidos, verifica-se que o quadrado médio da CGC não foi significativo, assim como nas análises por local apresentadas (**Tabela 2**). Isso reforça que os genótipos não diferem entre si na CGC.

Tabela 2 - Desdobramento do efeito de genótipos em capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e interações CGC x locais e CEC x locais para a porcentagem de grãos ardidos causados por *F. verticillioides*, considerando a análise dialélica conjunta envolvendo os dois locais. UFLA, Lavras, MG, 2015.

FV	GL	QM	Fc (aleatório)
Genótipos (G)	63	14,241628	2,23 ^{n.s}
C.G.C.	7	15,039359	1,33 ^{n.s}
C.E.C.	28	27,979843	2,51 [*]
Recíproco (R)	28	0,33398	0,75 ^{n.s}
Ambiente (A)	1	16,1376	
G x A	63	6,40001	1,91 [*]
C.G.C. x A	7	11,2994	3,36 [*]

C.E.C x A	28	11,1304	3,31*
R x A	28	0,445098	0,13 ^{n.s}
Resíduo	156	3,358	

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo, pelo teste F.

Já a CEC foi significativa também na análise conjunta, o que indica que há híbridos formados a partir do cruzamento de linhagens que apresentam melhor performance que outros, devido aos efeitos não aditivos envolvidos no controle da característica, o que indica heterose para a característica. Este resultado corroborou com o obtido por Hung & Holland (2012), que observaram 27% menos sintomas da doença nos híbridos, evidenciando a importância do vigor híbrido na resistência a grãos ardidos.

Não foi verificado efeito significativo do efeito recíproco para a porcentagem de grãos ardidos assim como nas análises por local (**Tabela 2**). Dorrace et al. (1998) também não verificaram efeito dos recíprocos em cruzamentos de linhagens de milho visando a resistência a *Stenocarpella maydis*, indicando que a resistência pode ser controlada por genes nucleares e que não há efeito materno.

CONCLUSÕES

A característica estudada relacionada com a resistência a grãos ardidos é controlada por genes cujos efeitos são predominantemente não aditivos.

Não há efeito recíproco para as características estudadas relacionadas com a resistência a grãos ardidos causados por *F. verticillioides*.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES, FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário oficial da União**, Brasília, n. 72, 1996.

DORRACE, A. E.; HINKELMANN, K. H.; WARREN, H. L. Diallel analysis of diplodia ear rot resistance in maize. **Plant Disease**, v. 82, n. 6, p.699-703,1998.

GIL, L.H.V.G.; LIMA, G.J.M.M. Micotoxinas: o perigo oculto das rações. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, v.9, n. 3, p.51-55, 1996.

HUNG, H. Y.; HOLLAND, J. B. Diallel analysis of resistance to fusarium ear rot and fumonisin contamination

in maize. **Crop Science**, v. 52, n. 5, p. 2173-2181, 2012.

KOVÁCS, K.; KOVÁCS, G. Jr.; MESTERHÁZY, Á. Expression of resistance to fusarial ear blight in corn inbreds and their hybrids. **Maydica** 39, 187-190, 1994.

MESTERHÁZY, Á.; LEMMENS, M.; REID, L. M. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. **Plant Breeding**, v. 131, n. 1, p. 1-19, 2012.

MUKANGA, M.; DERERA, J.; TOONGONA, P.; LAING, M. D. A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in south and central Zambia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, n. 3, p. 213–221, 2010.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

SILVA, E.; MORA, E. A.; MEDINA, A.; VASQUEZ, J.; VALDEZ, D.; DANIAL, D. L.; PARLEVLIT, J. E. Fusarium ear rot and how to screen for resistance in open pollinated maize in the Andean regions. **Euphytica**, v. 153, n. 3, p. 329-337,2007.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Germinação em pré-colheita e incidência de doenças em espigas de genótipos de milho crioulo

Jéssica Argenta⁽¹⁾; Ariel Rizzardo⁽²⁾; Bianca Oliveira Machado⁽³⁾; Jefferson Gonçalves Acunha⁽⁴⁾; Noryam Bervian Bispo⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; Sertão, RS; je.argenta@hotmail.com; ^(2,3) Acadêmicos do curso de Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão. ⁽⁴⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão; ⁽⁵⁾ Professora Orientadora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão.

RESUMO: Uma maior permanência do milho a campo contribui de forma negativa a fatores que auxiliam na degradação da qualidade dos grãos. Desse modo este estudo teve por objetivo a análise de 15 acessos de milho crioulo quanto à incidência de doenças de espiga e na germinação pré-colheita, segundo seu grau de empalhamento, compactação da palha e posição da espiga na colheita. Os dados coletados foram submetidos aos testes estatísticos Qui-quadrado (teste de independência) e coeficiente de contingência modificado (C1) através do programa estatístico R. Para os caracteres compactação da palha e posição da espiga na colheita não foi possível a realização do teste. A posição da espiga na colheita influencia na incidência de doenças nas espigas de milho, e na germinação em pré-colheita de milho. Alguns materiais mostraram-se com potencial de utilização em programas de melhoramento.

Termos de indexação: variabilidade genética; micotoxinas; qualidade de grãos.

INTRODUÇÃO

Um maior tempo de permanência do milho no campo com condições climáticas desfavoráveis como umidade do ar, temperatura e insolação, auxilia para o aumento de perdas na colheita. Além disso, a chuva na pré-colheita contribui para um maior índice de danos, em potencial se há penetração da água na espiga (SANTOS, 2009).

A incidência de doenças na espiga de milho compromete a qualidade dos grãos. Além disso, a presença de micotoxinas torna o consumo de milho contaminado perigoso, uma vez que podem causar danos tanto em animais quanto no homem (COSTA *et al.*, 2009).

Outro fato associado a essas condições desfavoráveis é a germinação pré-colheita. Em milho, não há presença de fatores inibitórios ao processo de germinação, e desse modo em condições de alta umidade os grãos podem germinar imediatamente após a maturidade fisiológica, mesmo ainda estando presos à espiga (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

Ainda, a germinação pré-colheita em milho apesar de pouco discutida, causa diminuição da massa, produtividade e qualidade dos grãos, assim como as doenças de espiga.

Fontes de resistência a ambos os fatores podem ser encontrados na ampla variabilidade genética presente na cultura do milho. Dentre as fontes de variabilidade genética, as populações de milho crioulo destacam-se por possuir adaptação a ambientes rústicos de cultivo (Paterniani *et al.*, 2000), tornando-se importantes também na capacidade responsiva natural às mudanças climáticas e a estresses bióticos e abióticos.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência de doenças na espiga e a germinação em pré-colheita em populações de milho crioulo coletadas nas regiões nordeste e noroeste do estado do RS, visando encontrar características superiores para inserção em programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do IFRS Campus Sertão, na safra 2015/16, em um Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, trata-se de clima Mesotérmico úmido (Cfa). A altitude local é de 735 m, com chuvas bem distribuídas durante o ano, sendo a média anual de

1.803,1 mm e a temperatura média anual de 17,7°C (EMBRAPA, 2016).

A semeadura foi realizada no dia 20 de outubro de 2015 em delineamento em blocos casualizados com três repetições, com parcelas constituídas de duas linhas de 8 metros de comprimento espaçadas a 0,80 m, com população final de 40.000 plantas/ha.

A adubação foi realizada conforme interpretação da análise de solo sendo 400 kg de adubo na base na fórmula 08-28-18. As aplicações de nitrogênio em cobertura foram realizadas em dois momentos V4 (4 folhas completamente expandidas) e V9 (9 folhas completamente expandidas) nas doses de 160 e 333 kg ha⁻¹. Estas maiores doses de N aplicadas em cobertura foram necessárias devido as plantas estarem apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio em função do excesso de precipitação ocorrente durante o ciclo da cultura.

Não foram realizadas aplicações de fungicida visando controle de doenças.

Tratamentos e amostragens

Foram analisados 15 acessos de milho crioulo coletados nas regiões nordeste e noroeste do RS. Os caracteres avaliados foram: grau de empalhamento (baixo, médio, alto); compactação da palha (frouxa, compacta); posição da espiga na colheita (ereta, oblíqua e pendente); espigas com sintoma de ataque de doenças (nenhum, pequeno e severo) e espigas com presença de grãos germinados (presente, ausente).

Foram considerados danos por doenças, os causados por qualquer natureza fúngica.

Delineamento e análise estatística

Para análise estatística foi desconsiderado o delineamento experimental já que se tratam de caracteres qualitativos. De posse das espigas, foram realizadas análise em 20 espigas de cada acesso.

Foram realizados os testes estatísticos Qui-quadrado (teste de independência) e coeficiente de contingência modificado (C1) através do programa estatístico R (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os caracteres compactação da palha e grau de empalhamento, todos os acessos apresentaram compactação frouxa e grau de empalhamento alto respectivamente, inviabilizando assim a realização do Teste Qui-quadrado.

Desse modo, foram realizadas análises somente para os caracteres posição da espiga na colheita

quando à incidência de doenças e germinação na espiga.

Apesar disto Giehl (2011), relata que o grau de empalhamento pode influir diretamente na ocorrência de fungos por que quanto mais uma espiga fica exposta ao meio, maiores são as chances de esporos de fungos a contaminarem.

Assim, pode-se inferir que todos os acessos avaliados mostram-se com potencial de serem utilizados em programas de melhoramento, devido o seu alto grau de empalhamento.

Na tabela 1 encontram-se os dados referentes à germinação na espiga e posição da espiga na colheita.

A maioria dos acessos apresentou-se com características de posição ereta da espiga na colheita (41,0%). Já a germinação em pré-colheita esteve presente em apenas 20,6% dos acessos.

Tabela 1: Posição da espiga na colheita em relação à incidência de germinação em espigas de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

GE ¹	Posição da espiga na colheita		
	Decumbente	Ereta	Oblíqua
Ausente	53 (18%)	102 (34%)	83 (28%)
Presente	24 (8%)	23 (8%)	15 (5%)

¹GE: Germinação na espiga

Para Santos (2009), a ocorrência de chuva na pré-colheita, e a penetração de água da chuva na espiga, torna-se uma das principais causas de perdas na colheita. Segundo o autor, em variedades que predominam espigas decumbentes, as perdas devido à penetração de água são minimizadas.

Desse modo, para obtenção de uma maior qualidade de grãos pode-se optar pela utilização de acessos que possuam posição da espiga decumbente, evitando assim o contato direto dos grãos com intempéries externas.

Na tabela a seguir (Tabela 2), estão dispostos os dados referentes aos danos ocasionados por doenças em relação à posição da espiga na colheita.

Tabela 2: Posição da espiga na colheita em relação à incidência de doenças em espigas de genótipos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016

GD ¹	Posição da espiga na colheita		
	Decumbente	Ereta	Oblíqua
Nenhum	51(17%)	99 (33%)	79 (26%)
Pequeno	15 (5%)	21 (7%)	11 (4%)
Severo	11 (4%)	5 (2%)	8 (3%)

¹Grau de dano ocasionado por doença na espiga.

Os dados mostram que a maioria das espigas apresentaram-se como sendo sadias (76,6%). Danos pequenos foram constatados em 15,6% e danos severos em 8,0% das espigas. Apesar dos altos índices pluviométricos registrados para a safra 2015/2016 os acessos mostraram-se resistentes ao ataque de doenças de espigas. Desse modo pode-se encontrar na variabilidade genética dos milhos crioulos, uma vasta gama de genes favoráveis que por conseguinte podem ser utilizados em programas de melhoramento.

CATÃO *et al.* (2010) ainda relacionou os altos índices de infestação nas espigas por fungos aos teores de umidade encontrados nas sementes, o que corrobora com os dados encontrados neste estudo devido aos altos índices pluviométricos registrados durante a maturação fisiológica e colheita (Dados não mostrados).

Através das análises pode-se constatar que houve relação de dependência entre os caracteres posição da espiga na colheita e germinação da espiga ($p=0,05$) de 61,6%. O mesmo ocorreu em relação à doenças e posição da espiga na colheita (39,9%) (Tabela 3).

Bento *et al.* (2012), afirmam em seu estudo que a produção de micotoxinas do tipo Aflatoxinas, ocorreu em grãos ainda a campo quando houve condições favoráveis para a infestação de patógenos. Ainda, Santin *et al.* (2010), relatam que o retardamento da colheita do milho influencia no aumento da incidência de fungos do gênero *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cephalosporium* e *Penicillium*.

Desse modo, a antecipação da colheita do milho pode se tornar uma alternativa, desde que a secagem seja efetuada de modo rápido e adequado (MARQUES *et al.*, 2009).

Tabela 3: Teste Qui-quadrado e coeficiente de contingência para os caracteres doenças de espiga e germinação pré-colheita em relação à posição da espiga em acessos de milho crioulo. Sertão-RS, 2016.

Caracter	Posição da espiga na colheita	
	Valor-p ¹	C ₁ ²
Doenças de espiga	0,04474	39,93 %
Germinação pré-colheita	0,02613	61,60 %

¹Teste de qui-quadrado. ²Coeficiente de contingência modificado.

Porém, cabe ressaltar que o período referente ao ciclo da cultura foi caracterizado por um volume excessivo de precipitação nas fases de maturação fisiológica e de colheita, o que pode ter influenciado nos dados obtidos neste experimento. Assim, estudos adicionais devem ser realizados de modo a

determinar se as condições climáticas específicas ocorridas durante o ciclo da cultura influenciaram nos dados obtidos no experimento.

CONCLUSÕES

Foi evidenciada a presença de variabilidade genética em relação à incidência de doenças em espigas e à germinação em pré-colheita nas populações de milho crioulo avaliadas neste trabalho.

A posição da espiga na colheita, influencia na incidência de germinação pré-colheita e na incidência de doenças nas espigas de milho.

Alguns acessos avaliados neste estudo possuem potencial de utilização em programas de melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela concessão de bolsa ao primeiro, segundo e terceiro autor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BENTO, L. F. *et al.* . Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71, n. 1, 2012. Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007398552012000100006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 29 maio 2016.

CATÃO, H. C. R. M. *et al.* . Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 40, n. 10, p. 2060-2066, Out. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782010001000002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 de abr. 2016.

COSTA, R.V.;CASELA,C.R.;COTA, L. V. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 5ª ed. Set./2009. Disponível em: < http://www.cnpmis.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm>. Acesso em: 25 de mai. 2016.

EMBRAPA. **Informações meteorológicas**. 2016. Disponível em: < <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/>>. Acesso em: 25 de mai. 2016.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.

GIEHL, J. *et al.* Avaliação da relação entre empalhamento da espiga e incidência de fungos em cultivares de milho crioulo. In: **Cadernos de Agroecologia**. Vol 6, No. 2, Dez 2011. Anais VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia e produção do milho**. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2006. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_76.pdf. Acesso em: 25 de mai. 2016

MARQUES, O. J. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 31, n. 4, p. 667-675, 2009

PATERNIANI, E. *et al.* O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília, 2000. Cap.1, p.11-42.

R CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.

SANTIN, J. *et al.* Efeito do retardamento da colheita de milho na incidência de grãos ardidos e de fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, América do Norte, 3, maio. 2010. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/101>. Acesso em: 25 de mai. 2016.

SANTOS, J. P. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 5ª ed. Set. 2009. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/colpragas.htm. Acesso em: 25 de mai. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Indução de haploidia em milho: efeito do avanço de gerações e do grupo heterótico da população-fonte

Roberto dos Santos Trindade⁽¹⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽²⁾; Isabel Regina Prazeres de Souza⁽²⁾; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁽²⁾; Dea Alecia Martins Netto⁽²⁾; Ana Carolina Aparecida da Silva⁽³⁾; Bruna Lopes Mariz⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, roberto.trindade@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal de São João Del Rey, Campus Sete Lagoas – Estagiárias da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A indução de haploidia em milho depende de uma série de fatores, dentre eles, a constituição genética dos genótipos-fonte. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do avanço de gerações e do grupo heterótico da população-fonte na indução e identificação de haploides em milho. Os dados avaliados foram originados de um campo de indução de haploidia implantado na Embrapa Milho e Sorgo, em setembro de 2015. Como populações-fonte foram utilizados 20 genótipos dos grupos heteróticos Flint e Dent, nas gerações F1 e F2, que foram semeados em sete linhas de 4,2m para cada fonte. O indutor de haploidia utilizado foi obtido do cruzamento entre plantas do híbrido TAIL P1 x TAIL P2. Em cada linha, foi tomada uma espiga polinizada manualmente para avaliação. Foram determinados o número de grãos, a expressão do gene R1-navajo e as taxas de indução de haploidia, dentre outros caracteres. Para comparação da taxa de indução de haploidia entre grupos heteróticos e gerações utilizou-se o teste de Wilcoxon para duas médias. Foi identificado maior número de haplóides em genótipos do grupo Dent, em comparação com indivíduos Flint. Não foi possível determinar um padrão de redução ou aumento das taxas de indução de haplóides entre gerações, havendo variação em função da população-fonte em estudo, do grupo heterótico e avanço de gerações.

Termos de indexação: Melhoramento de milho; desenvolvimento de linhagens; Expressão do gene *R1-navajo*.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de duplo-haploides (DHs) tem ganhado importância nos programas de melhoramento de milho para o desenvolvimento de híbridos, uma vez que diminui o tempo para obtenção de linhagens homocigotas de milho para até três gerações, o que reduz custos e acelera a introgressão de características de interesse agrônomo em genótipos de interesse. A produção

de linhagens duplo-haplóides passa por quatro passos básicos (Prigge & Melchinger, 2012): i) indução de haploidia; ii) identificação de possíveis haplóides; iii) duplicação cromossômica, e; iv) a autofecundação das linhagens obtidas para incremento de sementes.

A geração de haploides utilizando indutores maternos se dá pelo contato do núcleo reprodutivo do grão de pólen do indutor com a oosfera do genótipo-fonte no interior do saco embrionário. Este fenômeno induz a divisão mitótica da oosfera em um embrião haploide, portando genes herdados apenas do genitor feminino. Após esta etapa, as possíveis sementes de indivíduos haploides são selecionadas com base na expressão do gene R1-navajo (R1-nj) que codifica pigmentação com antocianina no endosperma e embrião de sementes de milho, sendo consideradas haploides sementes com ausência de pigmentação púrpura em seu embrião e presença de pigmentação púrpura no endosperma.

A indução de haploidia e a expressão do gene R1-nj dependem de uma série de fatores, dentre eles a constituição genética dos genótipos-fonte. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do nível de endogamia e do grupo heterótico da população-fonte na indução e identificação de haploides em milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados analisados foram obtidos de campo de indução de haploidia implantado em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, em setembro de 2015.

A Embrapa Milho e Sorgo fez a aquisição de licença de uso de indutores de haploidia gimnogenéticos adaptados ao clima tropical, desenvolvidos pelo Centro Internacional Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), denominados TAILs (Tropically Adapted Inducer Lines), com taxa de indução entre 6 a 12% (Prigge et al., 2012). Como indutor foi utilizado uma

população derivada do cruzamento entre plantas do híbrido TAIL P1 x TAIL P2, híbrido este obtido pelo cruzamento entre essas linhagens indutoras.

As populações-fonte se constituíram de genótipos obtidos a partir do cruzamento de linhagens-elite de milho do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, a saber: i) quatro indivíduos F1 obtidos do cruzamento entre linhagens do grupo heterótico Flint e quatro indivíduos F2 obtidos por autofecundação dos genótipos F1; ii) seis indivíduos F1 obtidos do cruzamento entre linhagens do grupo heterótico Dent e seis indivíduos F2 obtidos por autofecundação dos genótipos F1, totalizando assim 20 genótipos, os quais foram codificados de acordo com o número da primeira fileira que ocuparam no campo (Figura 1). As 20 populações-fonte foram semeadas em sete linhas de 4,2m, com espaçamento entre linhas de 0,8m e plantio de cinco sementes por metro linear. Entre as linhas das populações-fonte, foram semeadas linhas dos indutores de haploidia na proporção 1:1, em três épocas distintas: 0, 10 e 20 dias após o plantio das populações-fonte, visando sincronizar ao máximo o florescimento das fontes com o dos indutores. Após o último plantio, houve um isolamento no tempo de 20 dias de outros plantios próximos, para evitar a contaminação do campo com pólen exógeno. A condução do plantio seguiu todos os tratamentos culturais adotados para a cultura do milho.

Para indução de haploides, no florescimento, removeram-se todos os pendões das populações-fonte, de forma que todo o pólen no campo fosse do genótipo indutor. Em todas as linhas das populações-fonte foram efetuadas polinizações manuais em três espigas, garantindo a obtenção de haploides em todas as linhas. A colheita foi efetuada manualmente, com identificação de espigas conforme a linha onde foi colhida e separação de espigas cruzadas por polinização manual de espigas cruzadas de forma natural com o indutor.

Para avaliação da indução de haploidia nas populações-fonte, de cada uma das sete linhas semeadas foi tomada uma espiga polinizada manualmente com pólen do indutor. Estas espigas foram separadas por linha, grupo heterótico e geração de endogamia para debulha e identificação de sementes haploides, diploides e com inibição da expressão do gene R1-nj. A eficiência da indução de haploidia foi avaliada com base nos seguintes parâmetros: i) total de sementes obtidas por espiga; ii) nº de sementes haploides, identificadas por presença de antocianina no endosperma e ausência de pigmentação no embrião; iii) nº de sementes diploides, identificadas pela presença de antocianina no endosperma e no embrião; iv) nº de sementes com inibição do gene R1-nj, identificadas

por ausência de pigmentação com antocianina em toda a semente; v) taxa de indução de haploidia (%) = $(n^{\circ} \text{ de sementes haploides} / n^{\circ} \text{ total de sementes}) \times 100$, e; vi) Expressão do gene R1-nj, dada pela razão entre o número de sementes com presença de antocianina e o número total de sementes.

Para análise dos dados obtidos, considerando a natureza dos dados coletados (contagem de sementes em diferentes categorias) e a ausência de delineamento formal para coleta dos dados, optou-se por utilizar estatísticas descritivas e métodos não paramétricos. Foram estimadas medidas de posição, frequência e de dispersão considerando cada grupo heterótico. A comparação da taxa de indução de haploidia entre as diferentes populações-fonte dos grupos Flint e Dent, nas gerações F1 e F2 foi realizada por meio do teste de Wilcoxon. O teste de Wilcoxon é o equivalente não paramétrico ao teste t para duas amostras, podendo ser utilizado para dados ordinais, e considera a existência de relação ou dependência entre as amostras, como no presente caso. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção da expressão do gene R1-nj, para todas as características avaliadas observaram-se maiores valores de média para os genótipos do grupo heterótico Dent, em comparação com os genótipos do grupo Flint (Tabela 1). A ocorrência de valores iguais à zero com maior frequência, conforme indicado pelo parâmetro moda (Tabela 1), denota uma maior ocorrência de inibição da expressão do gene R1-nj nos genótipos do tipo Flint em comparação com o grupo Dent. Chaikam et al. (2015), avaliando a expressão do gene R1-nj em milho, observaram maior inibição deste gene em genótipos tropicais em comparação com germoplasma temperado, mas não observaram diferenciação em função do tipo de grão para este caráter.

Os maiores valores de desvio padrão foram observados para as características total de sementes, número de sementes diploides, número de sementes com inibição e expressão do gene R1-nj (Tabela 1). A maior dispersão dos dados para essas características pode ser devida a maior quantidade de sementes compondo a amostragem para estas características, fato corroborado pelos valores de limite superior obtidos para as mesmas (Tabela 1). Com exceção das características número de sementes diploides e expressão do gene R1-nj, os valores do limite superior para os genótipos do tipo Dent superaram o dobro do

observado para os genótipos do tipo Flint. Este resultado denota que para as populações-fonte em estudo, genótipos com grãos do tipo dentado teriam maior facilidade para expressar o gene R1-nj, o que facilitaria a identificação de haploides positivos.

As taxas de indução de haploidia variaram entre 5,24% para o grupo Flint e 8,01% para o grupo Dent, com valores máximos de indução de 51,25% (Tabela 1). Essa variação nas taxas de indução de haploidia está de acordo com o relatado por Prigge et al. (2012), avaliando o cruzamento destes mesmos indutores com germoplasma tropical, nas condições do México.

As taxas de indução de haploidia apresentaram diferenças significativas entre gerações somente para o genótipo 91500205 no grupo Flint, com redução da taxa de indução entre as gerações F1 e F2 (Figura 1). Para genótipos Dent, foi observada redução estatisticamente significativa do total de haploides entre F1 e F2 para o genótipo 91500215 e aumento estatisticamente significativo no número de haploides entre as gerações para os genótipos 91500216 e 91500219 (Figura 1).

O processo de indução de haploidia é influenciado por fatores como: características agrônomicas do indutor; sincronia de florescimento com as populações-fonte; forma de polinização (manual ou livre); condições climáticas e de manejo do campo, dentre outros. Tendo em vista que o processo de polinização foi efetuado manualmente, boa parte dos fatores interferentes na indução de haploidia são minimizados, restando principalmente interações relativas a constituição genética da população-fonte e a eficiência do indutor na geração de haploides positivos e identificáveis. Assim, pode-se inferir que a variação na identificação de sementes haploides observado em alguns genótipos avaliados com o avanço de gerações pode estar relacionada a segregação de genes para inibição da expressão de antocianina, mas também a uma maior propensão a indução de haploides nestas populações-fonte.

Tendo em vista que a indução de haploidia em milho pode ser efetuada em qualquer tipo de população, a prática mais utilizada tem sido a obtenção de linhagens a partir de híbridos F1, em que os parentais são devidamente selecionados de acordo com os interesses do programa. Contudo, Bernardo (2009) aponta que, em gerações segregantes, como F2 e S1, as possibilidades de recombinação de genes seriam maiores, o que compensaria o investimento de recursos em avanço de populações por gerações adicionais pela chance de se obter indivíduos com combinações superiores de genes. Porém, para adoção deste procedimento, é necessário averiguar se o avanço de gerações interfere na geração e identificação de haploides

positivos. Para as populações-fonte em estudo neste trabalho, observaram-se efeitos do avanço de gerações para alguns genótipos na identificação de haploides, mas é necessário ampliar este estudo para mais populações e locais de amostragem, a fim de se definir com segurança o efeito de endogamia na identificação de indivíduos haploides.

CONCLUSÕES

Observaram-se maiores taxas de identificação de haploides em genótipos do grupo heterótico Dent, em comparação com genótipos do grupo Flint.

Houve diferenças significativas para taxa de indução de haploidia entre gerações para o genótipo 91500205 no grupo Flint, e para os genótipos 91500215, 91500216 e 91500219 no grupo heterótico Dent.

Não foi possível determinar um padrão de redução ou aumento das taxas de indução de haploides entre gerações, havendo variação em função da população-fonte em estudo, do grupo heterótico e avanço de gerações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento a este trabalho (Processo 445607/2014-9).

REFERÊNCIAS

- BERNARDO, R. (2009). Should maize doubled haploids be induced among F1 or F2 plants? *Theoretical and Applied Genetics*, v. 119, p:255–262.
- CHAIKAM V, NAIR SK, BABU R, MARTINEZ L, TEJOMURTULA J, BODDUPALLI PM (2015) Analysis of effectiveness of R1-nj anthocyanin marker for in vivo haploid identification in maize and molecular markers for predicting the inhibition of R1-nj expression. *Theor Appl Genet* 128:159–171
- PRIGGE, V., W. SCHIPPRACK, G. MAHUKU, G.N. ATLIN, AND A.E. MELCHINGER (2012) Development of in vivo haploid inducers for tropical maize breeding programs. *Euphytica* 185:481–490
- NANDA, D. K.; CHASE, S. S. (1966). An embryo marker for detecting monoploids of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, v. 6, p. 213-215.
- PRIGGE, V.; MELCHINGER, A.E. (2012). Production of haploids and doubled haploids in maize. *Plant cell culture protocols*, 3rd edition. Humana Press - Springer Verlag, Totowa, New Jersey.



SAS Institute (2000) SAS STAT: user's guide. SAS
Institute, Cary, 1028p.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para seis características avaliadas em sementes de quatro progênies do grupo Flint e seis progênies do grupo Dent, em duas gerações de endogamia, cruzadas com indutores de haploidia tropicalizados. Sete Lagoas, setembro de 2015.

FLINT						
	Total de sementes por Espiga	Número de sementes Haploides	Número de sementes Diploides	Número de sementes com Inibição	Taxa de indução	Expressão do gene <i>R1nj</i>
Média	108,67	5,27	45,57	57,84	5,24	47,08
Mediana	84,00	3,00	33,00	38,00	3,57	48,58
Moda	102,00	0,00	0,00	80,00	0,00	0,00
Limite superior	329,00	32,00	205,00	256,00	21,43	97,06
Limite inferior	18,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
Desvio padrão	76,57	6,76	46,31	53,75	5,56	30,86

DENT						
	Total de sementes por Espiga	Número de sementes Haploides	Número de sementes Diploides	Número de sementes com Inibição	Taxa de indução	Expressão do gene <i>R1nj</i>
Média	199,63	13,89	73,68	112,06	8,01	46,74
Mediana	177,00	10,00	50,00	89,00	5,76	44,92
Moda	99,00	2,00	21,00	103,00	2,82	50,00
Limite superior	585,00	107,00	252,00	457,00	51,25	97,38
Limite inferior	20,00	0,00	0,00	5,00	0,00	1,37
Desvio padrão	143,64	15,36	64,74	110,11	8,05	25,58

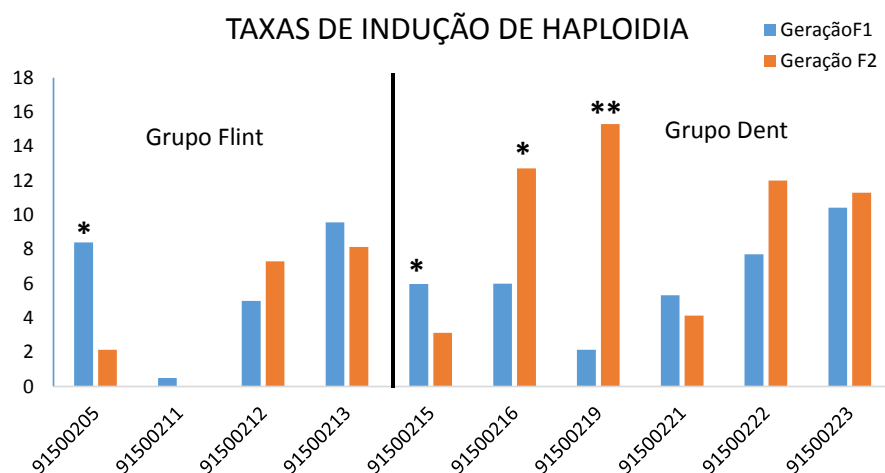


Figura 1 – Comparação entre médias nas gerações F1 e F2 para as taxas de indução de haploidia em sementes de quatro progênies do grupo Flint e seis progênies do grupo Dent cruzadas com indutores



de haploidia tropicalizados, em Sete Lagoas, setembro de 2015. *, ** diferença significativa pelo teste de Wilcoxon para duas médias aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Mapeamento de QTL e interação QTL por Ambiente para produção de grãos e seus componentes em milho

Sueme Ueno⁽¹⁾; Cláudio Lopes de Souza Junior⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; Piracicaba, SP; Bolsista CNPq; sueme@usp.br; ⁽²⁾ Professor titular; USP/ESALQ; clsouza@usp.br.

RESUMO: A produção de grãos na cultura do milho, principal característica de interesse tanto de melhoristas quanto de produtores, é controlada por muitos locos, denominados locos de caracteres quantitativos (QTL). Caracteres quantitativos costumam apresentar intensa interação com o ambiente, dificultando a seleção de genótipos estáveis e de alto desempenho. Considerando a importância do entendimento da herança desses caracteres e de suas relações com os ambientes, os objetivos desse trabalho foram o mapeamento de QTL e o efeito da interação QTL x ambientes para produção de grãos e seus componentes, em uma população de milho utilizando o delineamento III. Quinhentas progênies de retrocruzamento foram avaliadas em seis ambientes. Foram realizadas análises de variância e estimação dos componentes de variância e análises de mapeamento de QTL por intervalo composto expandido para múltiplos ambientes ou caracteres (mCIM). Os resultados evidenciam elevada variabilidade e influência da condição ambiental na expressão fenotípica de todos os caracteres avaliados. As estimativas de correlação indicam a possibilidade de seleção indireta para produção de grãos por meio de seleção pelo diâmetro da espiga e pela prolificidade. O mapeamento identificou que grande parte dos QTL apresentou interação significativa com o ambiente. Contudo, a presença de QTL estáveis dos componentes de produção pode contribuir para aumentar a eficiência da seleção para produção de grãos via seleção assistida por marcadores moleculares.

Termos de indexação: Delineamento III, mCIM, Interação QTL x ambientes.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos é considerada o caráter de maior importância nos programas de melhoramento de milho. Por ser um caráter quantitativo, ou seja,

um caráter controlado por muitos locos, denominados locos de caracteres quantitativos (QTL), a produção de grãos costuma apresentar elevada interação com o ambiente, o que dificulta a seleção de genótipos estáveis e de alto desempenho. A fim de aumentar a eficiência da seleção de genótipos mais produtivos por meio de seleção indireta, diversos estudos foram conduzidos com o objetivo de determinar caracteres que apresentassem maior nível herdabilidade e, portanto, menor interação com o ambiente, e que fossem altamente correlacionados à produtividade de grãos (Falconer & Mackay, 1996). Esses caracteres foram denominados como componentes da produção de grãos e compreendem caracteres como número de espigas por planta ou prolificidade, comprimento e diâmetro da espiga, número de fileiras de grãos na espiga, número de grãos por fileira e peso médio do grão (Jugenheimer, 1976). Nesse contexto, o mapeamento de QTL por intervalo composto expandido para múltiplos ambientes ou caracteres (mCIM) proposto por Jiang & Zeng (1995) representa uma poderosa metodologia para o estudo da produção de grãos e seus componentes no âmbito do esclarecimento da herança desses caracteres e de suas relações com o ambiente. Tais informações permitem a escolha de estratégias de melhoramento mais eficientes, que maximizem os ganhos de seleção e facilitem a seleção de genótipos mais estáveis.

Diante do exposto, os objetivos desse trabalho foram o mapeamento de QTL para produção de grãos (PG), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e prolificidade (PRO), avaliando o efeito da interação QTL x ambientes nesses caracteres em uma população de milho utilizando o delineamento III.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético e condução dos experimentos

As progênies utilizadas neste estudo foram

obtidas do cruzamento das linhagens endogâmicas L-14-04B e L-08-05F, ambas desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Milho do Departamento de Genética ESALQ/USP utilizando germoplasma tropical. A partir da autofecundação das plantas F_1 , oriundas do cruzamento L-08-05F X L-14-04B, foi obtida a população F_2 . Com a finalidade de obter um maior número de sementes que possibilitasse a avaliação em diversos ambientes, as plantas F_2 foram autofecundadas originando progênies $F_{2:3}$. Um conjunto de 250 plantas $F_{2:3}$ foi então retrocruzado com cada genitor, gerando as 500 progênies utilizadas para obtenção de dados fenotípicos.

Para avaliação, as 500 progênies foram distribuídas em cinco experimentos do tipo látice simples 10x10 com duas repetições. Cada látice foi composto por 50 progênies $F_{2:3}$ retrocruzadas com cada linhagem genitora, totalizando 100 progênies por látice. Cada conjunto dos cinco experimentos foi avaliado em seis ambientes, considerando ambiente como a combinação de local, época de plantio e ano.

Mapa genético

O mapa genético da população adotado no presente estudo foi obtido por Sibov et al. (2003) utilizando o programa Mapmaker v.30 (Lander et al., 1987; Lincoln et al., 1992). Dos 179 pares de iniciadores microssatélites previamente selecionados por apresentarem polimorfismo e marcas robustas, 140 foram utilizados para a construção do mapa.

Análises estatístico-genéticas

Foram realizadas análises de variância individuais para cada experimento, agrupadas considerando todos os experimentos em cada ambiente e a análise de variância conjunta agrupada, reunindo-se todos os ambientes avaliados, para cada caráter estudado. Todas as análises foram realizadas utilizando o procedimento estatístico PROC GLM do programa SAS versão 9.2 (SAS institute, 2009), considerando todas as fontes de variação aleatórias, exceto linhagens genitoras que foi considerada como efeito fixo.

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas pelo método dos momentos utilizando as esperanças matemáticas dos quadrados médios da análise de variância conjunta. As estimativas dos componentes da variância genética, suas interações como ambiente e do grau médio de dominância foram obtidas no modelo genético-estatístico do delineamento III (Comstock & Robinson, 1952). A partir dos coeficientes de variância obtidos, foi estimado também o coeficiente de herdabilidade

entre médias de progênies de meios-irmãos (h_x^2).

Para verificar possíveis associações entre os caracteres analisados, coeficientes de correlação genética aditiva, genética total e fenotípica foram estimados entre produção de grãos e os demais caracteres avaliados.

O mapeamento de QTL foi realizado utilizando-se o programa QTL Cartographer versão 1.17 (BASTEN; WEIR; ZENG, 2003), módulo *Jzmapqtl*, a partir das médias ajustadas dos caracteres em cada ambiente de avaliação, para cada retrocruzamento. Foi empregado o método de mapeamento por intervalo composto (CIM) expandido para múltiplos caracteres (mCIM), proposto por Jiang & Zeng (1995). O método da máxima verossimilhança foi utilizado para estimação dos efeitos dos QTL para cada caráter e existência de interação QTL x ambientes. Testes da razão de verossimilhança (TRVs) foram utilizados para verificar a significância desses efeitos. Os intervalos de confiança para as localizações dos QTL mapeados para os RCL08-05F e RCL14-04B foram obtidos de acordo com o critério denominado “one LOD support interval” (Lander & Botstein, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças altamente significativas entre progênies para todos os caracteres avaliados, indicando que as linhagens genitoras são contrastantes para esses caracteres e que seu cruzamento produziu elevada variabilidade nas progênies. Todas as fontes de variação de interação com ambientes foram significativas exceto a interação entre progênies genitores e ambientes (Progênies x G x A/E) e progênies com ambiente (Progênies x A/E) para o caráter prolificidade, indicando que a maior parte dos caracteres avaliados é intensamente influenciada pela condição ambiental na expressão fenotípica dos caracteres avaliados. Ademais, interação de progênies por linhagens genitoras significativa para todos os caracteres indica que as linhagens genitoras contribuíram de maneira diferenciada para as progênies.

As estimativas da variância e do coeficiente de herdabilidade são importantes na escolha adequada da estratégia de melhoramento, além de possibilitar estimar de ganho de seleção. Nesse sentido, as estimativas do coeficiente de herdabilidade entre médias de progênies de meios-irmãos (h_x^2) foram consideradas altas (**Tabela 1**), variando de 0,59, para prolificidade, até 0,84, para diâmetro de espiga, indicando que grande parte variância fenotípica observada foi devida à variância genética

e que a seleção dos genótipos superiores a partir da seleção fenotípica é eficiente. Quanto às estimativas de variância, estas indicaram que para produção de grãos, apesar da estimativa de variância de dominância ter sido superior à estimativa da variância aditiva, os intervalos de confiança se sobrepueram, indicando que estas não diferiram entre si. Já para os demais caracteres verificou-se superioridade das estimativas de variância aditiva, ratificada pela não ocorrência de sobreposição do intervalo de confiança das mesmas.

As estimativas do grau médio de dominância indicaram presença de efeitos de sobredominância no controle do caráter produção de grãos. Contudo, o desequilíbrio de ligação presente em populações F_2 pode estar causando vieses nas estimativas da variância aditiva e de dominância e, conseqüentemente, na estimativa do grau médio de dominância populações, causando o efeito de pseudo-sobredominância (Comstock & Robinson, 1952). Considerando os outros caracteres, as estimativas do grau médio de dominância indicam dominância parcial para diâmetro de espiga e prolificidade, evidenciando maior importância dos efeitos aditivos no controle dos caracteres. Já a estimativa para comprimento de espiga englobou o valor 1,00, indicando que no seu controle genético os efeitos de dominância foram tão importantes quanto os efeitos aditivos.

Robinson et al. (1955) ressaltaram que a associação entre caracteres apresenta um grande valor prático, visto que a seleção em um caráter, inevitavelmente, poderá provocar modificações em diversos outros caracteres de valor econômico. Nesse sentido, foram constatadas estimativas significativas do coeficiente de correlação genética aditiva (\hat{r}_A) entre produção de grãos e os caracteres, comprimento (0,07) e diâmetro de espigas (0,38), prolificidade (0,36). No melhoramento de plantas de espécies de reprodução sexuada, a seleção é realizada com base no efeito médio dos alelos, isto é, efeito aditivo. Desse modo, os resultados obtidos neste trabalho mostram que é possível seleção indireta para produção de grãos por meio de seleção pelo diâmetro da espiga e pela prolificidade. A seleção indireta por prolificidade é justificada pela facilidade de avaliação, feita visualmente no campo antes do florescimento, possibilitando a seleção de plantas para ambos os sexos.

O mapeamento identificou 26, 20, 17 e 19 QTL para produtividade de grãos, comprimento de espiga, diâmetro de espiga e prolificidade respectivamente. Enquanto a maior parte (20) dos QTL envolvidos com a produção de grãos apresentarem interação significativa com ambiente, os demais caracteres apresentaram 10 (CE), 7 (DE) e 9 (PROL) QTL que interagiram de forma

significativa com ambiente, ou seja, aproximadamente metade dos QTL identificados não foram consistentes em todos os ambientes avaliados. Esses resultados corroboram com os resultados obtidos pela análise de variância que indicou que os caracteres são substancialmente influenciados pelo ambiente. Ademais, a alta proporção de QTL com efeito significativo para a interação com os ambientes dificulta o trabalho de melhoramento, pois indica a falta de estabilidade na expressão dos QTL em diferentes ambientes e a necessidade de direcionar o melhoramento para ambientes específicos, dependendo da expressão diferencial constatada para os QTL.

Tabela 1 - Estimativas das variâncias de progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), interação progênies x ambientes ($\hat{\sigma}_{pa}^2$), interação progênies x linhagens genitoras ($\hat{\sigma}_{pg}^2$), interação progênies x linhagens genitoras x ambientes ($\hat{\sigma}_{pga}^2$), erro experimental (σ^2), coeficiente de herdabilidade para médias de progênies de meios irmãos (\hat{h}_x^2), grau médio de dominância (\hat{d}) e intervalos de confiança (IC) correspondentes, relativos a todos os caracteres avaliados.

	PG	DE	CE	PROL
σ_p^2	0,13	0,51	0,10	0,0016
IC	0,10-0,16	0,48-0,52	0,08-0,12	0,001 -0,002
σ_{pa}^2	0,030	0,07	0,011	0,0002
IC	0,02-0,04	0,06-0,10	0,009-0,014	0,0001-0,0003
σ_{pg}^2	0,55	0,37	0,14	0,0019
IC	0,45 - 0,69	0,29-0,49	0,11-0,18	0,0014 -0,0029
σ_{pga}^2	0,029	0,17	0,03	0,0007
IC	0,02-0,03	0,15-0,18	0,02-0,033	0,00067-0,0008
σ_a^2	0,50	2,0231	0,37	0,0064
IC	0,44-0,57	1,83 - 1,25	0,35-0,44	0,005-0,007
σ_d^2	0,55	0,37	0,14	0,0019
IC	0,45-0,69	0,29-0,48	0,11-0,18	0,0014-0,0028
σ^2	1,15	0,019	0,48	0,0251
IC	1,09-1,22	0,018-0,02	0,45-0,51	0,0237-0,0265
\hat{d}	1,48	0,60	0,85	0,77
IC	1,26-1,74	0,51-0,72	0,73-1,00	0,61-0,98
\hat{h}^2	0,70	0,84	0,82	0,60
IC	0,64-0,76	0,81-0,87	0,81-0,85	0,51-0,67

Contudo, o mapeamento também identificou QTL estáveis para todos os caracteres (**Tabela 2**), com proporções das variâncias genéticas e fenotípicas explicadas por cada QTL variando de 0,15% a 13,6%, indicando possibilidade da sua utilização na seleção assistida por marcadores. A maior parte dos QTL estáveis mapeados apresentou

sobredominância, porém esse efeito pode ser explicado pelo modelo utilizado no mapeamento por intervalo composto, que considera apenas um QTL por intervalo. Desse modo, se dois ou mais QTL estiverem presentes no intervalo e estes apresentarem dominância parcial ou completa, o grau médio de dominância determinado pelo método de mapeamento será o de sobredominância.

Apesar do efeito de sobredominância ter sido o mais observado nos QTL estáveis, houve maior concentração de QTL de efeitos aditivos e de dominância parcial nos caracteres diâmetro de espiga e prolificidade, corroborando com os resultados obtidos na análise de variância. Considerando que esses caracteres são altamente correlacionados com produção de grãos, esses QTL poderiam ser utilizados para aumentar a estabilidade da produção de grãos entre os ambientes.

Tabela 2 - Mapeamento de QTL estáveis para produção de grãos (qprod), comprimento da espiga (qce), diâmetro da espiga (qde) e prolificidade (qprol).

QTL ^a	cM	Marca	GD	R _F ² %	R _G ² %
qprod1	73,2	umc1021	DP	0,75	1,07
qprod2	97,5	bnlg0381	SD	1,43	2,04
qprod5a	103,8	bnlg1892	SD	0,72	1,03
qprod5b	115	dupssr10	SD	0,69	0,98
qprod8	33,4	bnlg1352	SD	0,88	1,26
qprod10	144,7	umc1569	SD	1,91	2,72
qce1a	291,5	phi0120	SD	0,17	0,21
qce1b	214,7	bnlg0615	SD	0,12	0,15
qce2	97,5	bnlg0381	SD	2,10	2,57
qce3a	104,2	bnlg1798	A	1,91	2,34
qce3b	174,9	bnlg1754	SD	0,88	1,07
qce4	94,6	dupssr34	SD	1,06	1,30
qce5	55,3	phi0113	SD	0,69	0,85
qce6	128	nc0013	SD	0,93	1,13
qce7	146,3	dupssr13	SD	0,37	0,45
qce10	131	umc1506	D	5,46	6,69
qde3	104,2	bnlg1798	D	1,07	1,27
qde5a	115	dupssr10	A	2,90	3,43
qde5b	138,1	mmc0081	DP	5,18	6,14
qde5c	178,6	umc1524	DP	0,86	1,02
qde8a	33,4	bnlg1352	A	4,07	4,82
qde8b	74,6	bnlg1863	A	5,75	6,81
qde9	43,8	umc1893	A	1,38	1,63

qde10a	107,3	umc2250	A	6,37	7,54
qde10b	123,4	umc1930	DP	4,85	5,74
qde10c	131	umc1506	DP	6,86	8,12
qprol1	160,4	bnlg1598	SD	0,09	0,15
qprol2a	67,8	dupssr27	DP	6,43	10,75
qprol2b	97,5	bnlg0381	A	7,81	13,06
qprol4	94,6	dupssr34	SD	0,52	0,88
qprol5	188,1	umc2216	SD	0,57	0,96
qprol6a	92,5	umc1887	D	1,96	3,28
qprol6b	153,4	umc1520	SD	3,89	6,50
qprol7a	50,2	umc1409	SD	2,56	4,29
qprol7b	127,3	umc1936	DP	3,19	5,33
qprol10	63,3	umc2069	D	1,91	3,20

^a Os nomes dos QTLs são compostos por código indicando o caráter correspondente (qprod – QTL para produção de grãos; qce – QTL para comprimento de espiga; qde – QTL para diâmetro de espiga; QTL para prolificidade), seguido por número indicando o cromossomo no qual se encontra o QTL e por letra identificando os vários QTL localizados em um mesmo cromossomo.

CONCLUSÕES

As estimativas de correlação corroboram com a possibilidade de seleção indireta para produção de grãos por meio de seleção pelo diâmetro da espiga e pela prolificidade.

A substancial interação QTL x ambiente identificada no mapeamento para produção de grãos indica a necessidade de programas de melhoramento direcionados a ambientes específicos.

O maior número de QTL estáveis para os componentes da produção que para produção de grãos, pode contribuir para aumentar a eficiência da seleção de genótipos com maior estabilidade.

REFERÊNCIAS

- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. Edinburgh : Longman Group Limited, 1996. 464p.
- Jiang, C.; Zeng, Z. Multiple trait analysis of genetic mapping for quantitative trait loci. **Genetics**, Baltimore, v. 140, p. 1111-1127, 1995.
- Jugenheimer, R.W. **Corn improvement, seed production and uses**. New York: Wiley-Interscience, 1976, 670 p.
- Lander, E. S.; Green, P.; Abrahamson, J.; Barlow, A.; Daly, M.; Lincoln, S.; Newburg, L. Mapmaker: an interactive computer package for constructing primary genetic linkage maps of experimental and natural

populations. **Genomics**, San Diego, v.1, n.2, p. 174-181, 1987.

LINCOLN, S. E.; DALY, M.; LANDER, E. S. **Constructing genetic maps with MAPMAKER/EXP 3.0**, 3rd ed. Cambridge, Whitehead Institute for Biometrical Research, 1992. 230p.

Robinson, H. F.; Comstock, R. E.; Harvey, P. H. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, n. 6, p. 353-359, 1949.

Sibov, T. S.; Souza Júnior, C. L.; Garcia, A. A. F.; Garcia, A. F.; Silva, A. R.; Mangolin, C. A.; Benchimol, L. L.; Souza, A. P. Molecular mapping in tropical maize (*Zea mays* L.) using microsatellite markers. 1. Map construction and localization of loci showing distorted segregation. **Hereditas**, v. 139, p. 96- 106, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Performance e estabilidade de híbridos de milho avaliados em diferentes níveis tecnológicos

Otávio Luiz Gomes Carneiro⁽¹⁾; Cláudio Lopes de Souza Junior⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo; Piracicaba, SP; Bolsista CAPES; otaviogc@usp.br; ⁽²⁾ Professor titular; ESALQ/USP; clsouza@usp.br.

RESUMO: No Brasil, em vista das diferentes tecnologias adotadas por agricultores, a interação entre híbridos de milho e ambientes é algo comum, dificultando a identificação de genótipos superiores amplamente adaptados e estáveis. Os objetivos do trabalho foram investigar a interação entre híbridos de milho e ambientes com diferentes tecnologias, analisando quais práticas favorecem mais os ambientes, e verificar a adaptabilidade e estabilidade dos híbridos. Para isso, 100 híbridos simples de milho foram avaliados quanto à produção de grãos em 12 ambientes, caracterizados quanto à combinação ano x época de semeadura x local x adubação de cobertura. O delineamento utilizado foi o látice 10 x 10, com duas repetições, realizando-se análises de variância individuais e conjunta, além da análise de adaptabilidade e estabilidade. A análise conjunta indicou que há variabilidade genética entre os híbridos e que os híbridos apresentaram desempenho diferencial entre os ambientes. A análise de estabilidade e adaptabilidade, por sua vez, denotou seis ambientes favoráveis aos híbridos, indicando ainda que 82% dos híbridos apresentaram alta estabilidade e 90% ampla adaptabilidade. Os híbridos 52 e 17 apresentaram médias altas de produção, ampla adaptação e alta estabilidade. Deste modo, existe diferença significativa para a interação entre híbridos e ambientes, a época de semeadura e a irrigação podem ter contribuído para o favorecimento dos ambientes e a maioria dos híbridos apresentaram ampla adaptabilidade e alta estabilidade, sendo que os híbridos 52 e 17 indicaram, além destas características, as maiores produções de grãos.

Termos de indexação: melhoramento; performance genotípica; interação genótipos x ambientes.

INTRODUÇÃO

A interação entre genótipos e ambientes (G x E) é caracterizada pela performance inconsistente de diferentes genótipos em diferentes ambientes. Nas áreas de cultivo de milho do Brasil, esta interação se torna mais evidente, visto ser comum a adoção de tecnologias distintas pelos agricultores, dependendo principalmente dos recursos materiais e financeiros disponíveis, levando geralmente a ocorrência de estresses hídricos e de nutrientes, considerados fatores limitantes na produção de grãos (Betrán et al., 2003).

A principal estratégia visando atenuar a interação G x E é a seleção de genótipos estáveis, os quais interagem menos com os ambientes em que se desenvolvem (Eberhart & Russel, 1966). Assim, a identificação de híbridos de milho com performances superiores e, ao mesmo tempo, amplamente adaptados e estáveis às mais diversas tecnologias adotadas é de interesse de programas de melhoramento e do próprio agricultor. De qualquer forma, esta identificação é dificultada, principalmente se tratando da interação G x E complexa, aquela em que há mudança na classificação dos genótipos de acordo com o ambiente (Epinat-Le Signor et al., 2001; Li et al., 2011), exigindo estudos mais aprofundados.

Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho foram investigar a interação entre híbridos simples de milho e ambientes caracterizados por diferentes tecnologias, e quais práticas acarretam em ambientes mais favoráveis à produção de grãos. Ademais, procurou-se examinar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos em ambientes distintos de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético e condução dos experimentos

Foram utilizados 100 híbridos simples de milho, originados do cruzamento de 10 linhagens endogâmicas da população IG-3 x L-08-05F e de 10 linhagens endogâmicas da população IG-4 x L-38-05D, em que IG-3 e IG-4 são populações sintéticas e L-08-05F e L-38-05D são linhagens endogâmicas, todas desenvolvidas pelo Departamento de Genética da ESALQ/USP.

Os 100 híbridos simples foram avaliados quanto à produção de grãos ($t\ ha^{-1}$), nos anos agrícolas 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, em diferentes épocas de semeadura, com e sem adubação de cobertura, na Estação Experimental Sertãozinho (E. E. ST) e Estação Experimental do Departamento de Genética (E. E. LGN), ambas da ESALQ/USP e localizadas no município de Piracicaba, SP. Cada combinação ano agrícola x época de semeadura x local x adubação de cobertura/irrigação foi considerada como um ambiente distinto, totalizando 12 ambientes (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Caracterização dos ambientes avaliados de acordo com o ano agrícola, época de semeadura, local e adubação de cobertura/irrigação.

Ambiente	Ano agrícola	Época de semeadura ¹	Local ²	Adubação/Irrigação
A1	2011/2012	1ª época	LGN	Com/Com
A2	2011/2012	1ª época	ST	Com/Sem
A3	2011/2012	2ª época	LGN	Com/Com
A4	2011/2012	2ª época	ST	Com/Sem
A5	2012/2013	1ª época	LGN	Com/Com
A6	2012/2013	1ª época	ST	Com/Sem
A7	2012/2013	2ª época	LGN	Com/Com
A8	2012/2013	2ª época	ST	Com/Sem
A9	2013/2014	1ª época	LGN	Com/Com
A10	2013/2014	1ª época	LGN	Sem/Com
A11	2013/2014	1ª época	ST	Com/Sem
A12	2013/2014	1ª época	ST	Sem/Sem

¹ 1ª época de semeadura corresponde aos plantios realizados nos meses de novembro e 2ª época aos plantios nos meses de fevereiro de cada ano; ² LGN corresponde à Estação Experimental do Departamento de Genética e ST à Estação Experimental Sertãozinho.

As práticas culturais seguiram as recomendações técnicas de cada ambiente. As adubações de cobertura corresponderam a duas aplicações de 100 Kg ha^{-1} de Uréia, aproximadamente aos 30 e 45 dias após o plantio. Deve-se ressaltar que os diferentes ambientes utilizados para o estudo representaram as diferentes tecnologias adotadas por agricultores em propriedades rurais, em diferentes anos.

Delineamento e análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento experimental látice simples 10 x 10, com duas repetições por ambiente. No início de cada repetição foram alocados dois híbridos simples comerciais como testemunhas fora do delineamento: DKB390 e XB70202. Foram utilizadas parcelas de uma linha de 4m, espaçadas 0,8m entre linhas e 0,2m entre plantas, com estande de 20 plantas por parcela após o desbaste, correspondendo a aproximadamente 62.500 plantas ha^{-1} .

Foram realizadas as análises de variância individuais para cada ambiente e, posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta, utilizando-se as médias ajustadas e erros efetivos, com base no seguinte modelo matemático aleatório:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_l + (ta)_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que: Y_{ij} é o valor observado do híbrido i no ambiente l ; μ é a média geral do experimento; t_i é o efeito do híbrido i ($i = 1, 2, \dots, 100$); e_l é o efeito do ambiente l ($l = 1, 2, \dots, 12$); $(ta)_{ij}$ é o efeito da interação do híbrido i com o ambiente l ; $\bar{\varepsilon}_{ij}$ é o erro efetivo médio associado à observação Y_{ij} , com $\bar{\varepsilon}_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Todas as análises de variância realizadas utilizaram o procedimento estatístico PROC GLM do programa SAS, versão 9.2.

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelo método de Eberhart & Russel (1966), a partir do seguinte modelo de regressão linear:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que: Y_{ij} é a média do híbrido i no ambiente j ; β_{0i} é o intercepto ou a média geral do híbrido i ; β_{1i} é o coeficiente de regressão linear, que mede a performance do i -ésimo híbrido à variação do ambiente; I_j é o índice ambiental; δ_{ij} é o desvio da regressão do híbrido i ($i = 1, 2, \dots, 100$) no ambiente j ($j = 1, 2, \dots, 12$); $\bar{\varepsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

As médias dos híbridos e das testemunhas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. O coeficiente de determinação do modelo linear (R_i^2) também foi estimado tendo em vista a identificação dos genótipos mais estáveis.

A análise de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foi realizada utilizando o programa R, versão 3.2.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de variância

Nas análises de variância individuais foram detectadas diferenças significativas quanto à produção de grãos em sete ambientes (A1, A2, A4, A5, A6, A7, A12). Os coeficientes de variação (CV) variaram de 8,90% (A1) a 21,28% (A11), não comprometendo a utilização destes experimentos nas análises.

Foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,01$) na análise de variância conjunta dos 12 ambientes para as fontes de variação ambientes, híbridos e para a interação híbridos x ambientes (H x A). Assim, esses resultados indicam que há variabilidade genética entre os híbridos e que os híbridos apresentaram desempenho diferencial entre os ambientes em que foram avaliados. As médias de produção de grãos dos híbridos e das testemunhas foram de $8,18 \text{ t ha}^{-1}$ e $9,51 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, e, pela diferença mínima significativa de Tukey (DMS), depreende-se que não houve diferença entre estas médias a 5% de significância. O valor do coeficiente de variação (CV) obtido está dentro do limite reportado na literatura (Aguiar et al., 2003) (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Valores e significâncias dos quadrados médios da análise de variância, médias dos híbridos e das testemunhas (em t ha^{-1}), diferença mínima significativa (DMS) pelo método de Tukey para 5% de significância e coeficiente de variação (CV), para o caráter produção de grãos (t ha^{-1}).

FV	GL	QM ¹
Ambientes (A)	11	769,15**
Híbridos (H)	99	6,51**
H x A	1089	1,67**
Erro médio	972	1,25
Média Híbridos		8,18 (7,01; 9,61) ²
Média Testemunhas		9,51 (9,41; 9,61)
DMS (5%)		1,60
CV (%)		11,15

¹**significativo à 1% de probabilidade; ² intervalo de variação.

Análise de adaptabilidade e estabilidade

Os índices ambientais variaram de $-3,56 \text{ t ha}^{-1}$ (A7) a $2,41 \text{ t ha}^{-1}$ (A1). Os ambientes mais favoráveis foram A1 e A5, apesar dos ambientes A2, A6, A9 e A10 também apresentarem índices ambientais positivos. Em todos estes ambientes as épocas de semeadura foram realizadas nas primeiras épocas de cada ano, ou seja, nos meses de novembro. Ademais, A9 e A10, por terem a mesma época de semeadura de A11 e A12 no ano 2013/2014, apresentaram como diferencial a irrigação feita nestes ambientes, o que pode ter influenciado o aspecto favorável de A9 e A10. Desta forma, a época de semeadura nos anos agrícolas 2011/2012 e 2012/2013 e a irrigação feita no

momento correto do cultivo no ano 2013/2014 podem ter contribuído para o favorecimento dos ambientes (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Médias e índices ambientais (I_i) para os ambientes de avaliação de 100 híbridos simples de milho, em t ha^{-1} .

Ambientes	Médias	I_i
A1	10,60	2,41
A2	10,21	2,03
A3	7,72	-0,46
A4	7,51	-0,67
A5	10,28	2,09
A6	10,25	2,07
A7	4,62	-3,56
A8	6,84	-1,34
A9	8,63	0,45
A10	9,06	0,88
A11	6,37	-1,82
A12	6,11	-2,08
Média geral	8,18	

A análise de adaptabilidade e estabilidade indicou que 82% dos híbridos apresentaram variâncias dos desvios da regressão não significativas, indicando alta previsibilidade, ou seja, alta estabilidade destes genótipos. Os híbridos 6, 76 e 78, por associarem os maiores valores dos coeficientes de determinação e as menores variâncias dos desvios da regressão, apresentaram as performances mais estáveis. O híbrido 58, por sua vez, foi o que apresentou o menor coeficiente de determinação, sendo, portanto, o mais instável (**Tabela 4**).

Os valores dos coeficientes de regressão linear variaram de 0,73 (híbrido 45) a 1,26 (híbrido 17), indicando aumento médio de $0,73 \text{ t ha}^{-1}$ e de $1,26 \text{ t ha}^{-1}$ para cada aumento médio de $1,00 \text{ t ha}^{-1}$ das condições ambientais para os híbridos 45 e 17, respectivamente. A maioria dos híbridos (90%) apresentou ampla adaptabilidade, visto os valores de β_{ij} 's não diferiram da unidade, indicando respostas positivas e regulares destes híbridos frente às alterações das qualidades ambientais. Por outro lado, foram observados coeficientes de regressão significativamente menores que um ($\beta_{ij} < 1$) em 10% dos híbridos, sendo um dos menores coeficientes de regressão verificados nos híbridos 45 e 58. Assim, depreende-se que estes dois híbridos são adaptados para condições ambientais desfavoráveis, ou seja, para aquelas situações em que a tecnologia empregada pelo agricultor é feita de forma inadequada. Não houve híbridos mais responsivos à melhoria das condições ambientais ($\beta_{ij} > 1$) (**Tabela 4**).

As maiores médias foram dos híbridos 52 e 17, as quais não diferiram das testemunhas XB70202 e DKB390, com 5% de significância. Ademais, os híbridos 52 e 17 apresentaram ampla adaptação ($\beta_{1i} = 1$) e alta previsibilidade de performances, visto que as variâncias dos desvios da regressão destes foram não significativas e os coeficientes de determinação foram superiores a 82%, podendo ser considerados, assim, como genótipos estáveis. Deste modo, os híbridos 52 e 17 atendem mais proximamente aos requisitos estabelecidos por Eberhart & Russel (1966) como os genótipos ideais, por apresentarem, além de alta produção de grãos, ampla adaptabilidade e alta estabilidade (**Tabela 4**).

Tabela 4 – Estimativas das médias genotípicas ($\hat{\beta}_{0i}$), coeficientes da regressão linear ($\hat{\beta}_{1i}$), variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta_{ij}}^2$) e coeficientes de determinação (R_i^2).

Híbrido	$\hat{\beta}_{0i}$ ¹	$\hat{\beta}_{1i}$ ²	$\hat{\sigma}_{\delta_{ij}}^2$ ³	R_i^2 (%)
6	8,74 ^{a-h}	1,13 ^{ns}	0,39 ^{ns}	95,74
17	9,46 ^{a-b}	1,26 ^{ns}	0,33 ^{ns}	87,49
52	9,61 ^a	1,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	89,63
76	7,85 ^{b-i}	0,99 ^{ns}	0,44 ^{ns}	95,73
78	8,77 ^{a-h}	1,04 ^{ns}	0,47 ^{ns}	96,67
45	8,27 ^{a-i}	0,73 [*]	0,65 [*]	63,75
58	8,55 ^{a-i}	0,77 [*]	1,40 ^{**}	55,43
XB70202	9,61 ^a			
DKB390	9,41 ^{a-c}			

¹ Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² teste t-Student $H_0: \hat{\beta}_{1i} = 1$; ³ teste F $H_0: \hat{\sigma}_{\delta_{ij}}^2 = 0$; ^{ns} não significativo; ^{*} significativo a 5% de probabilidade; ^{**} significativo a 1% de probabilidade.

Aguiar et al. (2003), analisando dez híbridos simples de milho em sete ambientes por meio do método de Eberhart & Russel (1966), detectaram cinco ambientes favoráveis. Apenas dois híbridos indicaram baixa previsibilidade e um apresentou coeficiente de regressão significativamente inferior a uma unidade. O trabalho também denotou dois híbridos e uma testemunha responsivos com a melhoria dos ambientes e sete híbridos com ampla adaptabilidade. O híbrido mais produtivo foi responsivo à melhoria das condições ambientais e razoavelmente estável, enquanto que o segundo híbrido mais produtivo mostrou ampla adaptabilidade e alta estabilidade. Em outro trabalho, Busanello et al. (2015) verificaram que, de 27 híbridos avaliados em cinco ambientes, cerca de

52% foram responsivos à melhoria ambiental e 89% apresentaram alta estabilidade.

CONCLUSÕES

Existe desempenho diferencial dos híbridos simples em relação aos ambientes constituídos por diferentes tecnologias.

A época de semeadura nos anos 2011/2012 e 2012/2013 e a irrigação em 2013/2014 podem ter contribuído para o favorecimento de alguns ambientes.

A maioria dos híbridos apresentou ampla adaptabilidade e alta estabilidade, sendo que os híbridos 52 e 17 indicaram, além destas características, as maiores performances das médias.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. M.; CARLINI-GARCIA, L. A.; SILVA, A. R.; SANTOS, M. F.; GARCIA, A. A. F.; SOUZA JR., C. L. Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 83–89, 2003.
- BETRÁN, F. J.; BECK, D.; BÄNZIGER, M.; EDMEADES, G. O. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 3, p. 807–817, 2003.
- Busanello, C.; Souza, V. Q.; Oliveira, A. C.; Nardino, M.; Beretta, D.; Caron, B. O.; Schmidt, D.; Oliveira, V. F.; Konflaz, V. A. Adaptability and stability of corn Hybrids in southern brazilian environments. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 7, n. 9, p. 228-234, 2015.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36–40, 1966.
- EPINAT-LE SIGNOR, C.; DOUSSE, S.; LORGEU, J.; DENIS, J.-B.; BONHOMME, R.; CAROLO, P.; CHARCOSSET, A. Interpretation of Genotype x Environment Interactions for Early Maize Hybrids over 12 Years. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 3, p. 663–669, 2001.
- LI, L.; WEGENAST, T.; LI, H.; DHILLON, B. S.; LON, C. F. H.; XU, X.; MELCHINGER, A. E.; CHEN, S. Estimation of quantitative genetic and stability parameters in maize



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

under high and low N levels. **Maydica**, Bergamo, v. 56, n. 1720, p. 25–34, 2011.

Predição de ganhos genéticos por índice de seleção no 15º ciclo de seleção recorrente recíproca.

Julio Cesar FiorioVettorazzi⁽¹⁾; José Arantes Ferreira Júnior⁽²⁾; Nayara Norrene Lacerda Durães⁽³⁾; Jocarla Ambrosim Crevelari⁽⁴⁾; Vivane Mirian Lanhellas Gonçalves⁽⁵⁾; Messias Gonzaga Pereira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Estudante de pós graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF; Campos dos Goytacazes, RJ; juliocesar.f.v@hotmail.com; ^(2,3,4) Estudante de pós graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - UENF; ⁽⁵⁾Estudante de graduação em Agronomia – UENF; ⁽⁶⁾Professor Titular - UENF.

RESUMO: O milho é uma das plantas cultivadas de maior importância no cenário mundial e o Brasil está entre os maiores produtores, sendo este o principal cereal cultivado neste país. A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) mantém desde 1996, um programa de melhoramento genético de milho via seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos completos. Este programa se encontra no 15º ciclo de seleção e já disponibilizou a região Norte/Noroeste Fluminense dois híbridos registrados interpopulacionais de milho, o 'UENF 506-6' e o 'UENF 506-11'. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi prever os ganhos genéticos do 15º ciclo de seleção recorrente recíproca de milho comum da UENF via índice de seleção de Mulamba e Mock. Para tanto, avaliou-se 169 famílias de irmãos completos no delineamento estatístico látice com três repetições em dois ambientes. A análise de variância demonstrou resultados significativos em relação à variabilidade genética nas populações CIMMYT e Piranão. A seleção foi realizada utilizando diferentes pesos, sendo que o peso por tentativa (PT) foi o que apresentou os melhores ganhos, sendo considerado como mais adequado para a seleção das famílias superiores correspondentes ao 15º ciclo de seleção recorrente recíproca. Os ganhos diretos estimados foram de 12,1% para a característica produtividade. O índice de Mulamba e Mock é eficiente em prever ganhos genéticos satisfatórios em produtividade e nas demais características, o que favorece a continuidade do programa de melhoramento de milho na UENF com essas populações.

Termos de indexação: Irmãos Completos; *Zea mays* L.; Híbridos.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância econômica e social, sendo cultivado em praticamente todas as regiões agrícolas do mundo, muito utilizado na alimentação humana, animal e, mais recentemente, como matéria prima para a produção de biocombustível. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial, sendo superado pelos Estados Unidos e pela China. No Brasil, a cultura do milho ocupa o segundo lugar, em área e produção de grãos, sendo superada apenas pela cultura da soja (FIESP, 2015).

Grande parte do potencial produtivo da cultura no país deve-se também ao significativo empenho de programas de melhoramento genético de plantas, que vem atuando de maneira progressiva sob os caracteres agrônômicos relacionados à produção, resistência a doenças e adaptabilidade a condições adversas (Galon et al., 2010).

Entre os vários métodos de melhoramento, merece destaque a seleção recorrente recíproca, pois, com tal metodologia pode-se explorar tanto dos efeitos aditivos, por meio da concentração dos alelos favoráveis em ambas as populações, bem como dos desvios de dominância, uma vez que se mantém a distância entre as populações, permitindo explorar o fenômeno da heterose por meio do cruzamento entre as populações e/ou de linhagens oriundas das mesmas (Santos et al., 2007).

Nesse sentido, o Programa de Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) iniciou a partir de meados da década de 90 um programa de melhoramento de milho via Seleção Recorrente Recíproca em Famílias de Irmãos Completos (Tardin et al., 2007). Tal metodologia visa promover o acúmulo de alelos favoráveis entre as populações envolvidas CIMMYT e Piranão e a capacidade combinatória entre elas (Reis et al., 2009).

Essa estratégia associada ao uso de índices de seleção proporciona ganhos expressivos, uma

vez que permite selecionar, simultaneamente, genótipos que agreguem caracteres favoráveis, tanto agronômicos quanto econômicos. Dentre os índices mais utilizados estão: Smith (1936) e Hazel (1943), Willians (1962), Pesek e Baker (1969) e Mulamba e Mock (1978) (Cruz et al., 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo prever os ganhos genéticos do 15º ciclo de seleção recorrente recíproca de milho comum da UENF, bem como selecionar via índice de seleção de Mulamba e Mock as famílias superiores.

MATERIAL E MÉTODOS

As 169 famílias de irmãos completos obtidas foram avaliadas em delineamento látice quadrado 13 x 13, com três repetições e dois ambientes. O primeiro ambiente foi o Colégio Estadual Agrícola Antonio Sarlo, em Campos dos Goytacazes (Norte do Estado do Rio de Janeiro) e o segundo, na Estação Experimental da Pesagro-Rio, em Itaocara (Centro Estadual de Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira, em Itaocara – Noroeste Fluminense).

Cada unidade experimental (famílias de irmãos completos) foi cultivada em fileiras de 3,0 m de comprimento, espaçadas por 1,0 m uma das outras e 0,2 m entre plantas. Foram semeadas 32 sementes por fileira e após 30 dias de plantio, foi feito o desbaste, deixando 16 plantas por fileira, aproximadamente 53.000 plantas ha⁻¹.

Foram feitas adubações com o formulado 04-14-08, aplicando-se 80g/m linear de acordo com a análise de solo e exigências nutricionais da cultura, foram também realizados os tratamentos culturais usuais recomendados para a cultura.

Após o florescimento das plantas e colheita, foram avaliadas as seguintes variáveis: *Stand* final (NPL): obtido pela contagem do número total de plantas contidas na parcela no momento da colheita; Número de espigas (NE): obtido pela contagem total de espigas colhidas numa mesma parcela; Peso de espigas (PE): obtido pela pesagem em quilogramas das espigas despalhadas após a colheita; Peso de 100 grãos (P100): obtido pela pesagem em gramas, de uma amostra de 100 grãos sadios, determinado com duas casas decimais; Produtividade (PROD): obtida a partir da pesagem dos grãos de cada parcela após a debulha e convertidos em kg ha⁻¹.

As variáveis foram submetidas a uma análise de variância conforme o delineamento em látice quadrado, de acordo com o modelo genético estatístico proposto por Cochran & Cox (1957).

A seleção das famílias superiores foi realizada via índice de Mulamba e Mock por meio da rotina

descrita por Silva (2015). Foram testadas diferentes estratégias com diferentes pesos, sendo eles: a) coeficiente de variação genética (CVg); b) Índice de Variação (CVg/Cve); c) herdabilidade com base na média das famílias ($h^2_{X_f}$); e d) valores atribuídos por tentativas (PT)

de magnitudes de 300, 300, 100, 100 e 20, respectivamente, para as características PROD, PE, NPL, NE e P100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental foram de 9,5% para a característica peso de 100 grãos (P100), 11,04% para *stand* final (NPL), 15,14% para número de espigas (NE), 19,01% para peso de espigas (PE) e 19,66% para a produtividade (PROD). De acordo com as classificações propostas por Scapim et al. (1995), e Fritsche-Neto et al. (2012), as quais foram elaboradas considerando a cultura do milho e a natureza das características avaliadas, os coeficientes de variação podem ser considerados medianos, o que demonstra uma boa precisão experimental. Cabe ressaltar que a estimativa da precisão experimental é fundamental, uma vez que trabalhos científicos são realizados e comparados (Scapim et al., 1995).

O coeficiente de variação genética (CVg%) variou de 2,96% a 11,45% para as características NPL, P100, NE, PE e PROD (**Tabela 1**), sendo que para a característica PROD o CVg % foi de 11,45. Cunha et al. (2012), conduzindo o décimo segundo ciclo de seleção recorrente, encontrou para as características PROD, PE, NE, NPL, P100 valores de CVg% variando de 2,21% a 13,21%.

Estimativas do coeficiente de variação genética (CVg) permitem ao melhorista ter uma percepção da grandeza relativa das mudanças que podem ser obtidas por meio de seleção, ao longo de um programa de melhoramento, já que se trata de um parâmetro, cuja estimativa é diretamente proporcional à variância genética (Silva et al., 2012).

Outro parâmetro que pode auxiliar na tomada de decisão do processo seletivo é o índice de variação (Iv). Por traduzir a relação entre CVg e Cve, permite supor sobre a eficiência de programas de melhoramento na obtenção de ganhos seletivos desejáveis (Silva et al., 2012). O estimador Iv é utilizado para determinar as chances de sucesso na seleção, no que dependerá de sua magnitude, principalmente para as situações em que for igual ou superior à unidade (Vencovsky, 1987).

Os valores estimados para os índices de variação (I_v) variaram de 0,27 para a característica NPL até 0,67 para NE. Para as características PROD, PE, NE, NPL e P100, os valores foram de 0,58, 0,58, 0,67, 0,27 e 0,60, respectivamente. Cunha et al. (2012), conduzindo o décimo segundo ciclo de seleção recorrente recíproca encontrou valores variando de 0,48 a 0,67 para essas mesmas características, indicando predominância da variação experimental sobre a variação genotípica. Este parâmetro ajuda na indicação da presença de variabilidade genética na população em estudo e na seleção do método a ser utilizado no melhoramento genético (Berilli et al., 2013).

As estimativas de herdabilidade (Tabela 1) com base na média das famílias ($h^2_{X_f}$) variaram entre 30% a 73%, sendo que para PROD, a herdabilidade foi de 67%. Cunha et al. (2012), na condução do décimo segundo ciclo de seleção recorrente, observaram valores de herdabilidade variando de 48,33% a 64,27%, sendo que para produção de grãos foi observado valor de 48,33%.

Tabela 1. Estimativas das variâncias genotípicas (σ_g^2), fenotípica (σ_f^2), coeficientes de variação genética $CV_g(\%)$, coeficiente de herdabilidade ($h^2_{X_f}$) e índice de variação (I_v).

Parâmetros genéticos			
Variáveis	$CV_g(\%)$	$h^2_{X_f}$	I_v
PROD	11,45	67,0	0,58
PE	11,03	67,0	0,58
NE	10,11	73,0	0,67
NPL	2,96	30,0	0,27
P100	5,70	68,0	0,60

PROD = produtividade ($Kg\ ha^{-1}$); PE = peso de espigas; NE = número de espigas; NPL = stand final; P100 = peso de 100 grãos.

Esse aumento nas estimativas de herdabilidade está relacionado diretamente com a eficiência do látice. Como para todas as características avaliadas o látice foi eficiente, era esperado esse aumento nas estimativas de herdabilidade, que influencia diretamente a precisão experimental.

A **Tabela 2** apresenta as estimativas dos ganhos percentuais pelo índice de Mulamba e Mock (1978), com a utilização de diferentes pesos, sendo eles: coeficiente de variação genético (CV_g); Índice de Variação (CV_g/CV_e);

herdabilidade com base na média das famílias ($h^2_{X_f}$) e; valores atribuídos por tentativas (PT)

para as cinco variáveis avaliadas.

Tabela 2. Estimativas dos ganhos percentuais pelo índice de Mulamba e Mock com base em quatro critérios de pesos econômicos para cincovariáveis avaliadas no 15º ciclo de seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos completos da UENF.

Var.	PT	CV_g	CV_g/CV_e	$h^2_{X_f}$
PROD	12,11	11,79%	11,52%	11,52%
PE	11,5	11,16%	10,98%	10,98%
NE	7,28	7,37%	7,27%	7,27%
NPL	0,26	0,25%	0,36%	0,36%
P100	1,48	1,80%	2,32%	2,32%

Var = Variáveis; PROD = produtividade ($Kg\ ha^{-1}$); PE = peso de espigas; NE = número de espigas; NPL = stand final; P100 = peso de 100 grãos.

Conforme a premissa, no melhoramento de plantas existe dificuldade em se estabelecer pesos econômicos. Os pesos econômicos podem ser estimados a partir de estatísticas dos próprios dados experimentais. Assim, o coeficiente de variação genotípico (CV_g) se constituiria em um bom referencial, pelo fato de ser um parâmetro adimensional e diretamente proporcional à variância genética (Cruz, 1993).

Entretanto, ao comparar os ganhos obtidos por meio dos pesos econômicos utilizados para todas as características em estudo, verifica-se que os ganhos foram próximos, ligeiramente maiores quando utilizado o peso por tentativa (PT), sendo PT considerado como mais adequado para a seleção das 40 famílias superiores correspondentes ao 15º ciclo de seleção recorrente recíproca.

O ganho percentual para a característica produtividade quando utilizados os seguintes pesos CV_g/CV_e e h^2 , CV_g e PT foi de 11,52%, 11,79% e 12,11%, respectivamente. Tardin et al. (2007) no nono ciclo de seleção, utilizando o índice de Smith e Hazel, obteve ganho percentual de 4,68% para produção. Já Berilli et al. (2013), conduzindo o décimo primeiro ciclo de seleção recorrente recíproca e fazendo uso de diferentes índices de seleção, verificaram que o índice que permitiu os melhores ganhos foi o de Mulamba e Mock, com ganho percentual de 12,90%, bem próximo ao relatado nesse trabalho, ambos autores utilizaram peso atribuído por tentativa. Cunha et al. (2012), para a seleção das famílias superiores do 12º ciclo de seleção recorrente

recíproca, utilizaram quatro índices de seleção e os pesos econômicos CVg, desvio padrão genético (DPg), (CVg/CVe), h^2 e PT, e verificaram que o índice que permitiu os melhores ganhos foi o de Mulamba e Mock, obtendo ganho de 9,58 % para PROD quando utilizados pesos atribuídos por tentativa.

Souza Junior e Pinto (2000) obtiveram um ganho direto de 7,2% para a característica produtividade com a seleção recorrente recíproca para famílias de meios-irmãos. Santos et al. (2008), trabalhando com seleção recorrente de meios-irmãos em milho pipoca, basearam-se no índice de Mulamba e Mock, e encontraram ganhos preditos de 10,00% para a característica produtividade.

Para todas as características, o ganho foi o mesmo quando utilizado como peso a h^2 e o CVg/CVe. A característica PE apresentou ganho de 11,5% e 11,16% quando utilizados os pesos PT e CVg. Berilli et al. (2013) obtiveram ganho percentual para a característica NE de 7,45%, utilizando peso atribuído por tentativa, próximo ao encontrado no presente trabalho que foi de 7,27%.

CONCLUSÕES

Os parâmetros genéticos revelaram que há variabilidade a ser explorada nos sucessivos ciclos de seleção recorrente recíproca;

A seleção recorrente recíproca tem se mostrado um método efetivo em proporcionar ganhos genéticos e assegurar, assim, o avanço de gerações.

O índice de Mulamba e Mock é eficiente em prever ganhos genéticos satisfatórios em produtividade e nas demais características, o que favorece a continuidade do programa de melhoramento de milho na UENF com essas populações.

REFERÊNCIAS

BERILLI, A.P.C.G.; PEREIRA, M.G.; TINDADE, R.S.; DA COSTA F.R. Response to the selection in the 11th cycle of reciprocal recurrent selection among full-sib families of maize. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n. 4, p.435-441, 2013.

COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. London, John Wiley, 1957, 611p.

CUNHA, K.S.; PEREIRA, M.G.; GONÇALVES, L.S.A.; BERILLI, A.P.C.G. Full-sib reciprocal recurrent selection in the maize populations Cimmyt and Piranão. **Genetics and Molecular Research**, v.11, n.3, p.3398-3408, 2012.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004, 480 p.

CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R.; SILVA, S.O.; TOSELLO, G.A. Comparison of gains from selection among corn progenies, based on different criteria. **Brazilian Journal of Genetics and Molecular Biology**, v.16, p.79-89, 1993.

FIESP. Safra Mundial de Milho 2015/16 - 2º Levantamento do USDA. Disponível em: <
http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2015/06/boletim_saframundial-milho_junho2015.pdf>. Acesso em 03 de Jul, 2015.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R.A.; SCAPIM, C.A.; MIRANDA, G.V.; REZENDE, L.M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.34, n.1, p.99-101, 2012.

GALON, L.; TIRONI, S.P.; ROCHA, A.A.; SOARES, E.R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C.M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.3, p.18-38, 2010.

REIS, M.C.; SOUZA, J.C.; RAMALHO, M.A.P.; GUEDES, F.L.; SANTOS, P.H.A.D. Progresso genético com a seleção recorrente recíproca para híbridos interpopulacionais de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1667-1672, 2009.

SANTOS, F.S.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; RANGEL, R.M.; SCAPIM, C.A. Genetic gain prediction of the third recurrent selection cycle in a Pop corn population. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.5, p.651-655, 2008.

SANTOS, M.F.; CÂMARA, T.M.M.; MORO, G.V.; COSTA, E.F.N.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Responses to selection and changes in combining ability after three cycles of a modified reciprocal recurrent selection in maize. **Euphytica**, v.157, p.185-194, 2007.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

SILVA, A. J. Mulamba and Mock (1978) in SAS (Version 2.0). Jaboticabal, SP, Brazil, 2015.

SILVA, M.G.M.; VIANA, A.P.; AMARAL JUNIOR, A.T.; GONÇALVES, L.S.A.; REIS, R.V. Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, n.3, p.493-499, 2012.

SOUZA JÚNIOR, C.L.; PINTO, R.M.C. Responses to a short-term reciprocal recurrent selection procedure in maize. **Maydica**, v.45, n.1, p.21-28, 2000.

TARDIN, F.D.; PEREIRA, M.G.; GABRIEL, A.P.C.; AMARAL JUNIOR, A.T.; FILHO, G.A.S. Selection index and molecular markers in reciprocal recurrent selection in maize. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.225-233, 2007.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Paterniani, E., Viégas, G. P., (Ed). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.5, p. 137-214.

Predição de ganhos genéticos via índices de seleção em milho para produção de silagem

Jocarla Ambrosim Crevelari⁽¹⁾; Laila Cecília Ramos Bendia⁽²⁾; José Arantes Ferreira Júnior⁽³⁾; Julio Cesar Fiorio Vettorazzi⁽⁴⁾; Nayara Norrene Lacerda Durães⁽⁵⁾; Messias Gonzaga Pereira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Campos dos Goytacazes, RJ; jcrevelari@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estudante de pós-graduação em Ciência Animal; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; ^(3, 4, 5) Estudante de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro ⁽⁶⁾ Professor Titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

RESUMO: Durante o período seco as pastagens tornam-se deficientes sendo necessário o uso de uma fonte adicional de volumosos. A silagem de milho continua sendo uma das melhores opções de suplementação nesse período em função de seu alto conteúdo energético e alta produção de matéria seca por unidade de área. O objetivo deste trabalho foi estimar por meio do uso de índice de seleção os ganhos genéticos previstos em milho para silagem priorizando combinações híbridas do tipo dentado. Foram avaliados 19 híbridos *topcrosses*, e cinco testemunhas em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições em dois ambientes, nos municípios de Campos dos Goytacazes, RJ, e Itaocara, RJ, no ano agrícola 2014/2015. Avaliaram-se as características altura média de plantas, altura média de inserção da primeira espiga, diâmetro médio do colmo, produtividade de grãos no ponto de silagem, produtividade de espiga com palha no ponto de silagem, produtividade de espiga sem palha no ponto de silagem, produtividade de massa verde e proporção de grãos na massa verde. Para predição de ganhos foi empregado o índice de seleção de Mulamba & Mock. O índice de Mulamba & Mock resultou em maiores estimativas de ganhos preditos para produtividade de massa verde e nas demais características ao utilizar pesos econômicos atribuídos por tentativas. Os híbridos avaliados apresentaram elevado potencial para produção de silagem na região Norte e Noroeste Fluminense.

Termos de indexação: *Topcrosses*; Híbridos; Produtividade.

INTRODUÇÃO

Na época da seca, a quantidade e a qualidade das pastagens diminuem acentuadamente, reduzindo ou inviabilizando a produção. Nessa época a silagem de milho é uma boa alternativa para alimentação do rebanho (Oliveira et al., 2003).

O milho é cada vez mais recomendado como a cultura de maior expressão para silagem no Brasil, devido às suas características qualitativas e quantitativas, além da boa aceitação por grande parte dos animais, proporcionando ainda alta produção de leite e ganhos de peso satisfatório em animais para corte (Deminiçis et al., 2009).

Os índices de seleção são ferramentas muito úteis no melhoramento de plantas, pois representam variadas alternativas de seleção nos programas de melhoramento, e conseqüentemente, de ganhos percentuais (Freitas Júnior et al., 2009).

Mulamba e Mock (1978) propuseram o índice com base na soma de postos (ou “ranks”), que consiste em classificar os materiais genotípicos em relação a cada uma das características, em ordem favorável ao melhoramento. Uma vez classificados, são somadas as ordens de cada material genético referente a cada característica, resultando em uma medida adicional, tomada como índice de seleção.

Esse método pode ser utilizado adotando-se um critério ou “pesos” econômicos diferentes atribuídos arbitrariamente para constituição do índice (Cruz et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi estimar por meio do uso de índice de seleção os ganhos genéticos previsto em milho para silagem priorizando combinações híbridas do tipo dentado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de avaliação dos híbridos *topcrosses* foram implantados simultaneamente nos municípios de Campos dos Goytacazes, RJ, e Itaocara, RJ, no ano agrícola 2014/2015.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições, cada um com 24 tratamentos, sendo 19 híbridos *topcrosses* e cinco testemunhas (BR106, AG 1051, UENF 506-11, UENF-2196 e UENF-2197). Cada parcela foi constituída por 40 plantas, totalizando desta forma parcelas de 8,0 m de comprimento sendo que o espaçamento entre linhas foi de 1,0 m e entre plantas de 0,20 m.

A densidade de semeadura utilizada no experimento foi de três sementes por cova. Realizou-se o desbaste aos 21 dias após a semeadura deixando-se apenas uma planta por cova. Os tratos culturais foram efetuados conforme o recomendado para a cultura (Facelli & Dourado Neto, 2000).

As características agrônômicas avaliadas foram: altura média de plantas (AP), medidas do nível do solo até o nó de inserção do pendão, em m; altura média de inserção da primeira espiga (AE), medidas do nível do solo até a base da espiga superior no colmo, em m; diâmetro médio do colmo (DM), medido no primeiro entrenó acima do colo da planta, em mm; produtividade de grãos no ponto de silagem (PG) em kg ha⁻¹, produtividade de espiga com palha no ponto de silagem (PECP) em kg ha⁻¹; produtividade de espiga sem palha no ponto de silagem (PESP) em kg ha⁻¹; produtividade de massa verde (PMV), em kg ha⁻¹ e proporção de grãos na massa verde (GMV) em %.

As características AP, AE e o DM foram tomadas ao acaso em seis plantas na parcela 80 dias após o plantio. Já as características PG, PECP, PESP, e PMV, foram mensuradas 90 dias após o plantio, em 20 plantas por parcela (totalizando 4,0 m de cada linha na parcela). A colheita foi realizada cortando-se as plantas a 20 cm do solo, quando as mesmas apresentaram estágio farináceo. O PECP e o PESP foram obtidos a partir da pesagem das espigas com e sem palhas. A PG foi obtida a partir da pesagem dos grãos debulhados no ponto de silagem e o PMV foi obtido a partir da pesagem das plantas (folha + haste + sabugo + palha da espiga + grão) de cada parcela no momento da colheita. A GMV foi obtida pela razão entre PG e PMV.

A análise de variância conjunta foi realizada considerando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} é a observação no k -ésimo bloco, avaliada no i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente; m é a constante geral do ensaio; G_i é o efeito aleatório do genótipo i ; B/A_{jk} é o efeito do bloco k no ambiente j ; A_j é o efeito fixo do ambiente j ; GA_{ij} é o efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j ; e e_{ijk} é o erro aleatório associado à observação Y_{ijk} , $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$. Os parâmetros genéticos estimados foram: coeficiente de variação genético; herdabilidade com base na média de famílias e índice de variação.

As predições dos ganhos por seleção foram obtidas pelo índice de Mulamba & Mock (1978). Foram utilizados como pesos econômicos: a herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genético (CV_g), índice de variação (I_v) e os pesos atribuídos por tentativas (PA) (1, 1, 50, 100, 50, 50, 300 e 100), para cada característica analisada (AP, AE, DM, PG, PECP, PESP, PMV e GMV respectivamente). Definiu-se a intensidade de seleção de 41,66%, correspondendo ao número de 10 híbridos superiores para dar continuidade ao trabalho. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém as estimativas da herdabilidade (h^2), dos coeficientes de variação genético (CV_g), do índice de variação (I_v), do coeficiente de variação experimental e a média das oito características estudadas.

Com base nos resultados, verificou-se que em média a produtividade de grãos no ponto de silagem e a produtividade de massa verde foram de 8485,00 e 48988,00 kg ha⁻¹ respectivamente.

Mendes et al. (2008) verificaram que a produção de grãos e de matéria verde foram em média de 6140,00 kg ha⁻¹ e 31370,00 kg ha⁻¹ respectivamente.

Tabela 1 - Estimativas da herdabilidade (h^2), dos coeficientes de variação genético (CV_g), do índice de variação (I_v), do coeficiente de variação experimental (CV_e) e da média em oito características em híbridos de milho para silagem. Campos dos Goytacazes e Itaocara, RJ, 2014 e 2015

Características ^{1/}	h^2	CV_g	I_v	CV_e	Média
-------------------------------	-------	--------	-------	--------	-------

AP	90,59	5,57	0,98	5,68	2,56
AE	93,45	9,05	1,19	7,57	1,67
DM	74,13	3,83	0,53	7,16	22,16
PG	70,73	10,42	0,49	21,20	8485,00
PECP	79,42	10,69	0,62	17,21	14020,95
PESP	79,20	11,56	0,61	18,73	9890,45
PMV	82,96	9,85	0,69	14,11	48988,00
GMV	80,89	11,38	0,65	17,49	16,58

¹AP: altura de plantas; AE: altura de espiga; DM: diâmetro de colmo; PG: produtividade de grãos no ponto de silagem; PECP: produtividade de espiga com palha no ponto de silagem; PESP: produtividade de espiga sem palha no ponto de silagem; PMV: produtividade de massa verde e GMV: proporção de grãos na massa verde

Resultados superiores foram obtidos no presente estudo.

Verificou-se também, que todas as características analisadas apresentam herdabilidade com base na média das famílias, acima de 70,73%.

Para as características de maior interesse (PG, PMV e GMV), obtiveram percentuais de herdabilidade de 70,73; 82,96 e 80,89% respectivamente.

Os coeficientes de variação experimental das características avaliadas no presente trabalho foram classificados como baixo a alto, nota-se que os coeficientes de variação oscilaram de 5,68% para AP a 21,20% para PG (Tabela 1). Estes coeficientes de variação demonstram aceitável precisão experimental para todas as características avaliadas.

Os valores do índice de variação foram abaixo de um, com exceção apenas da AE que obteve I_v de 1,19.

Pode-se observar que de maneira geral, as características apresentaram valores de CV_g relativamente alto, destacando-se para a característica GMV com 11,38% (Tabela 1).

A Tabela 2 contém as estimativas dos ganhos percentuais preditos para o índice de seleção de Mulamba & Mock (1978) utilizando como pesos econômicos: herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genético (CV_g), índice de variação (I_v), e pesos atribuídos por tentativas (PA), sendo a seleção praticada nas características AP, AE, DM, PG, PECP, PESP, PMV e GMV.

Avaliando-se os pesos econômicos utilizados no índice de seleção de Mulamba & Mock (1978), verificou-se que os pesos econômicos atribuídos por tentativas, foram os que proporcionaram as maiores estimativas de ganhos para a maioria das características avaliadas.

Os ganhos preditos mais expressivos para produtividade de massa verde (7,45%) foram obtidos empregando-se pesos econômicos atribuídos por tentativas (PA). O uso de pesos econômicos atribuídos por tentativas permitiu não apenas ganhos satisfatórios para PMV, mas também para as demais características avaliadas, quais sejam: altura de plantas, com magnitude de 3,07%; altura de espiga, com 5,92%; diâmetro do colmo, com 0,74%; produtividade de grãos no ponto de silagem 7,22%, produtividade de espiga com palha no ponto de silagem e produtividade de espiga sem palha no ponto de silagem com magnitude de 8,13% e proporção de grãos na massa verde com 1,26% (Tabela 2).

Para Candido et al. (2011) os ganhos proporcionais mais adequados para o conjunto de caracteres avaliados foi obtido pelos pesos econômicos atribuídos por tentativas ao utilizar o índice de Mulamba e Mock em milho.

O uso do coeficiente de variação genético (CV_g) como pesos econômicos foi uma alternativa interessante para o uso do índice de Mulamba & Mock. Embora os ganhos percentuais previstos para PMV tenham sido menores do que os previstos usando pesos econômicos atribuídos por tentativas, ganhos desejáveis para AP, AE, DM, PG, PECP e PESP e GMV também foram obtidos (Tabela 2). Os ganhos foram de 7,58; 6,17 e 3,31% para PG, PMV e GMV respectivamente. Além disso, registraram-se ganhos positivos para as demais características.

Tabela 2 - Estimativa dos ganhos percentuais com base no diferencial de seleção, por seleção simultânea, em oito características em híbridos de milho para silagem. Campos dos Goytacazes e Itaocara, RJ, 2014 e 2015

Características ^{1/}	Mulamba & Mock			
	h^2	CV_g	I_v	PA
AP	-0,09	2,29	-1,63	3,07
AE	0,62	4,06	-1,21	5,92
DM	1,61	0,83	1,65	0,74
PG	5,86	7,58	4,62	7,22
PECP	6,46	8,09	4,76	8,13
PESP	6,31	8,04	4,35	8,13
PMV	4,35	6,17	2,45	7,45
GMV	2,97	3,31	2,68	1,26

Pesos econômicos utilizados nos índices de seleção: h^2 = Herdabilidade; CV_g = Coeficiente de variação genético; I_v = Índice de variação; e PA = Pesos atribuídos por tentativas (1, 1, 50, 100, 50, 50, 300 e 100). ^{1/}AP: altura de plantas; AE:

altura de espiga; DM: diâmetro de colmo; PG: produtividade de grãos no ponto de silagem; PECP: produtividade de espiga com palha no ponto de silagem; PESP: produtividade de espiga sem palha no ponto de silagem; PMV: produtividade de massa verde e GMV: proporção de grãos na massa verde

O emprego da herdabilidade e do índice de variação como peso econômico proporcionou menores ganhos percentuais para produtividade de grãos no ponto de silagem 5,86 e 4,62% e produtividade de massa verde 4,35 e 2,45% respectivamente. As estimativas dos ganhos para as características AP foram negativos ao utilizar a herdabilidade e o índice de variação como peso econômico o que não é interessante na obtenção de híbridos para silagem. Desta forma a utilização da herdabilidade e do índice de variação genético como peso econômico não constituiu uma boa alternativa para a seleção de híbridos superiores.

CONCLUSÕES

A utilização do índice de Mulamba & Mock foi eficiente na predição de ganhos ao utilizar como peso econômico os pesos atribuídos por tentativas;

Os resultados indicam elevado potencial dos híbridos *topcrosses* para produção de silagem na região Norte e Noroeste Fluminense.

AGRADECIMENTOS

A UENF pela concessão da bolsa de estudos e a FAPERJ pelo suporte financeiro para implantação dos experimentos de campo

REFERÊNCIAS

CANDIDO, L. S.; ANDRADE, J. A. DA. C.; GARCIA, Q. F.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. DO. Seleção de progênies de meios-irmãos do composto Isanão VF-1 de milho na safra e safrinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 947-953, 2011.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

DEMNICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. DO. C.; NETO, A. C.; OLIVEIRA, V. C. DE.; & LIMA, E. DA. S. Silagem de milho - Características agrônomicas e considerações. **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FREITAS JÚNIOR, S. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RANGEL, R. M.; & VIANA, A. P. Predição de ganhos genéticos na população de milho de pipoca UNB-2U sob seleção recorrente utilizando-se diferentes índices de seleção. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 803-814. 2009.

MENDES, M. C.; PINHO, R. G. V.; PEREIRA, M. N.; FARIA FILHO, E. M.; SOUZA FILHO, A. X. DE. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 285-297, 2008.

MULAMBA, N. N.; & MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v. 7, p. 40-5, 1978.

OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. DE. S.; PEREIRA, R. C.; MIRANDA, J. M. DE. BANYS, V. L.; RUGGIERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; LEDO, F. DA. S.; BOTREL, M. DE. A.; & AUAD, M. V. Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem, na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 1, p. 62-71, 2003.

Produtividade de variedades de milho de polinização aberta no RS

Eberson Diedrich Eicholz⁽¹⁾; Rogério Ferreira Aires⁽²⁾; Lineu Migon⁽³⁾ e Marcel Eicholz⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS; eberson.eicholz@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador, Fepagro, Nordeste; ⁽³⁾ Pesquisador, Fepagro Serra; ⁽⁴⁾ Doutorando PPGSPAF/UFPeL.

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) atualmente é uma das espécies com altos investimentos em tecnologia, geralmente as cultivares são selecionadas para responder a adubação solúvel, resistência a pragas e altas produtividades de grãos, o que acarretou em altos custos de produção. Em muitos casos, os agricultores de base familiar não dispõem de recurso para alto investimento em sementes e insumos, da mesma forma, a nova legislação dos produtos orgânicos preconiza a utilização de sementes do mesmo modo de produção, fatores que sugerem a disponibilização de variedades para este público. Para tanto foram avaliadas oito variedades de milho oriundas dos programas de melhoramento da Embrapa e Fepagro em oito ambientes no Rio Grande do Sul nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 m espaçadas 0,7 m. Foi utilizada semeadura manual com densidade de quatro plantas por metro linear. Os dados de rendimento grãos área útil da parcela (duas linhas centrais) foram transformados em kg ha⁻¹ e ajustados para 13% de umidade, também foi determinado o Índice de Indicação para cada local e variedade. Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. Como resultado verificou-se que as variedades de milho Tupi laranja, Colonial santa eulária, Brasino e Fepagro 35 tem potencial para indicação para o Rio Grande do Sul.

Termos de indexação: VCU, indicação, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais difundidas, em muito devido a sua grande capacidade de adaptação as diferentes condições ambientais e seu valor nutricional. O Brasil é o terceiro maior produtor no mundo (FAO, 2012).

É uma das espécies com maior investimento em tecnologia, geralmente as cultivares são selecionadas, para responder a adubação solúvel, resistência a pragas e altas produtividades de grãos. Porém isto acarretou em altos custos de produção, onde a semente é parte significativa.

Variedades de milho de polinização aberta (varietais) praticamente inexistem no mercado. Os agricultores de base familiar muitas vezes não dispõem de recurso para altos investimentos em sementes.

Em muitas situações utilizam híbridos e transgênicos que não expressam seu potencial devido as condições de solo e baixo investimento em insumos. No mesmo sentido, a nova legislação dos produtos orgânicos preconiza a utilização de sementes do mesmo modo de produção, assim, as sementes de variedades de polinização aberta de milho são demandados, principalmente pelas cooperativas e associações de agricultores ecológicos, considerando que, por enquanto, não utilizam sementes transgênicas nos cultivos.

Para Emygdio et al. (2008) a escolha da cultivar mais adequada para uma determinada situação exige um conjunto de conhecimentos e considerações, que além do tipo de cultivar (variedade de polinização aberta, híbrido duplo, híbrido triplo ou híbrido simples), o produtor deve considerar o ciclo e o potencial de rendimento da cultivar, a época de semeadura, a tolerância a doenças, a densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas a ser adotado. Todos esses aspectos combinados serão responsáveis pelo sucesso da produção

Vários trabalhos atribuem as variedades de polinização aberta maior condição de resposta ao estresse, sendo assim alterativa viável e desejável em condições sub-ótimas de cultivo e/ou sob condições de baixo uso de tecnologia (BISOGNIN et al., 1997; SANGOI et al. 2003; SILVA et al. 2003; VOGT et al., 2011). Que segundo Emygdio et al. (2011) se deve, em parte, à premissa de que variedades de polinização aberta, por serem

constituídas de uma população de plantas variável, apresentam base genética mais ampla, quando comparadas aos híbridos e, em decorrência disso, maior heterogeneidade morfológica e fenológica.

O objetivo de avaliar o desempenho agrônomo de variedades de milho visando à indicação de cultivo, bem como determinar o Valor de Cultivo e Uso (VCU) dessas variedades para fins de registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados nos anos agrícolas 2013/14, 2014/15 e 2015/16 oito variedades de milho oriundas dos programas de melhoramento Embrapa (Farináceo amarelo, Farináceo branco, colonial Santa Eulália, Tupi Laranja, Brasino e Dente de ouro amarelo) e da Fepagro (Pagnoncelli e Fepagro 35) e duas testemunhas (BR 5202 Pampa e BRS Missões) em oito ambientes.

Os ensaios foram conduzidos em Pelotas e Canguçu sob a responsabilidade da Embrapa Clima Temperado e Vacaria e Veranópolis sob a responsabilidade a Fepagro, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Localização, altitude do local, safra e data de semeadura dos experimentos.

Município	Altitude	Safra	Data de semeadura
Canguçu,RS	275	2013/14	20/11/2013
		2014/15	13/12/2014
Pelotas,RS	60	2013/14	18/11/2014
		2015/16	02/12/2015
Veranópolis,RS	670	2014/15	20/10/2014
		2015/16	12/11/2015
Vacaria,RS	912	2013/14	19/11/2013
		2014/15	26/11/2014

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, composto por 10 tratamentos. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 m espaçadas 0,7 m. Foi utilizada semeadura manual com densidade de quatro plantas por metro linear de sulco, correspondendo a um estande de 55.000 plantas por hectare.

A adubação foi feita com base na análise de solo, seguindo a recomendação técnica para a cultura do milho. Na adubação de cobertura, foi aplicado em média 200 kg/ha de uréia (45% N) quando as plantas estavam com seis a sete folhas.

Os dados de rendimento grãos na área útil da parcela (duas linhas centrais) foram transformados em kg ha⁻¹ e ajustados para 13% de umidade.

Para cada cultivar foi determinado o Índice de Indicação = [média da variedade/(média das testemunhas – desvio padrão do ensaio)].

Os dados de produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio das variedades de milho nos ensaios em Canguçu (Tabela 2) foi superior a 6.000 kg ha⁻¹, valores superiores a média do estado do Rio grande do Sul e do município de Canguçu que na safra 2014/15 foram 5.891 e 3.000kg ha⁻¹ respectivamente (IBGE, 2016).

O índice para indicação foi obtido por quatro das variedades testadas da Embrapa e ambas da Fepagro, o que evidencia potencial na região de estudo.

Os milhos farináceos branco e amarelo foram os de menor produtividade e não atingiram o índice superior a ‘1’ necessário para indicação considerando esta característica. Estas variedades são consideradas especiais e visam atender mercados de alimentação humana, na forma de farinha. Nichos de mercado demandam milhos com estas características de alto rendimento e qualidade de farinha para confecção de pães e bolachas sem gluten, necessidade cada vez mais comum entre os consumidores de farinha

Tabela 2 – Dados médios de produtividade de grãos de milho de ensaios conduzidos em Canguçu, RS em duas safras.

Variedade	Produtividade (kg ha)		Índice de indicação	
	2013/14	2014/15	2014	2015
BR 5202 Pampa (T)	7137 a	6117 abc	1,29	1,21
BRS Missões (T)	6312 a	6057 abc	1,14	1,20
Santa Eulália	6967 a	5441 bcd	1,26	1,08
Brasino	6667 a	7164 a	1,20	1,42
Tupi Laranja	6524 a	6482 ab	1,18	1,28
Dente de ouro	5887 ab	5933 abc	1,06	1,17
Farináceo Branco	4141 c	4171 d	0,75	0,83
Farináceo Amarelo	5036 bc	4866 cd	0,91	0,96
Pagnoncelli	-	5783 abc	-	1,14
Fepagro 35	-	5078 bcd	-	1,00
Média (T)	6725	6087		
Média geral	6085	5709		
CV (%)	12,7	13,4		

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Variedades com Índice de indicação ≥ 1 são indicadas para cultivo. “-” variedade não avaliada na safra 2013/14.

No local Pelotas, visualizado na Tabela 3, não se observaram diferenças significativas entre as variedades de milho testados em relação às testemunhas na safra 2013/14, já na safra 2014/15 somente os milhos farináceos apresentaram rendimento produtivo inferior. Com exceção destes últimos, todos apresentaram potencial para indicação, independente da safra.

Tabela 3 – Dados médios de produtividade de grãos de milho de ensaios conduzidos em Pelotas, RS em duas safras.

Variedade	Produtividade (kg ha)		Índice de indicação	
	2013/14	2015/16	2014	2016
BR 5202 Pampa (T)	6080 a	6954 a	1,17	1,18
BRS Missões (T)	6021 a	7012 a	1,15	1,19
Santa Eulária	5808 a	6672 a	1,11	1,13
Brasino	5601 a	6560 a	1,07	1,11
Tupi Laranja	5890 a	6716 a	1,13	1,14
Dente de ouro	6388 a	6095 a	1,22	1,03
Farenáceo Branco	5449 a	4196 b	1,04	0,71
Farenáceo Amarelo	5960 a	4870 b	1,14	0,82
Pagnoncelli	-	6971 a	-	1,18
Fepagro 35	-	6239 a	-	1,06
Média (T)	6051	6983		
Média geral	5823	6227		
CV (%)	16,5	11,2		

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

**Variedades com Índice de indicação ≥ 1 são indicadas para cultivo. “-” variedade não avaliada na safra 2013/14.

Em Veranópolis (Tabela 4), somente as variedades Dente de ouro, Farenáceo Branco, Pagnoncelli (na safra 2014/15) e Farenáceo Amarelo (na safra 2015/16) não atingiram o índice de indicação.

Tabela 4 – Dados médios de produtividade de grãos de milho de ensaios conduzidos em Veranópolis, RS em duas safras.

Variedade	Produtividade (kg ha)		Índice de indicação	
	2014/15	2015/16	2015	2016
BR 5202 Pampa (T)	6620 abcde	5065 a	1,12	1,58
BRS Missões (T)	8229 a	3285 bc	1,39	1,02
Santa Eulária	7695 abc	4788 a	1,30	1,49
Brasino	8134 ab	4550 a	1,37	1,42
Tupi Laranja	6779 abcd	4654 a	1,15	1,45
Dente de ouro	5882 cde	4796 a	0,99	1,50
Farenáceo Branco	4939 de	3787 b	0,83	1,18

Farenáceo Amarelo	6004 bcde	2655 c	1,01	0,83
Pagnoncelli	4433 e	3750 b	0,75	1,17
Fepagro 35	6512 abcde	5322 a	1,10	1,66
Média (T)	7425	4175		
Média geral	6484	4299		
CV (%)	16,78	8,84		

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Variedades com Índice de indicação ≥ 1 são indicadas para cultivo.

Resultado semelhante foi observado em Vacaria (Tabela 5), onde os genótipos Farenáceo Branco, Pagnoncelli e Farenáceo Amarelo não atingiram o índice de indicação.

É importante destacar que, a exemplo dos farináceos, o genótipo Pagnoncelli é um milho especial, foi selecionado por possuir palha mais maleável, que é excelente para ser empregada em obras de artesanato. Características como coloração, textura, maciez e resistência, facilitam o trabalho dos artesãos e garantem um produto de melhor qualidade.

Tabela 5 – Dados médios de produtividade de grãos de milho de ensaios conduzidos em Vacaria, RS em duas safras.

Variedade	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Índice de indicação**	
	2013/14*	2014/15	2014	2015
BR 5202 Pampa (T)	6466 a	7595 ab	1,29	1,35
BRS Missões (T)	6186 ab	6752 abcd	1,23	1,20
Santa Eulária	6169 ab	6942 abc	1,23	1,24
Brasino	4894 bc	6984 abc	0,98	1,24
Tupi Laranja	6692 a	7932 a	1,33	1,41
Dente de ouro	5355 ab	5610 bcd	1,07	1,00
Farenáceo Branco	3630 c	5471 bcd	0,72	0,97
Farenáceo Amarelo	3694 c	4754 cd	0,74	0,85
Pagnoncelli	-	4651 d	-	0,83
Fepagro 35	-	8298 a	-	1,48
Média (T)	6326	7174		
Média Geral	5385	6565		
CV (%)	13,91	16,4		

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Variedades com Índice de indicação ≥ 1 são indicadas para cultivo. “-” variedade não avaliada na safra 2013/14.

CONCLUSÕES

As variedades de milho Tupi laranja, Colonial santa eulária, Brasino e Fepagro 35 tem potencial para indicação para o Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

BISOGNIN, D. A.; CIPRANDI, O.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Potencial de variedades de polinização aberta de milho em condições adversas de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 29-34, 1997.

EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R.; GUADAGNIN, J. P.; MEIRELES, W.; PEREIRA, F.; BACKES, R. L.; OLIVEIRA, A. C. B. DE; RODRIGUES, L.R. Recomendação de variedades de milho para o sul do Brasil para a safra 2011/12. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 7-13, 2011.

EMYGDIO, B. M.; SILVA, S. D. DOS A.; PORTO, M. P.; TEIXEIRA, M. C. C.; OLIVEIRA, A. C. B. DE. Fenologia e características agrônômicas de variedades de milho recomendadas para o RS. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, 18p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 74).

IBGE. Produção agrícola municipal, ano 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=p&o=29>. Acesso Junho 2016.

SANGOI, L.; HORN, D.; ALMEIDA, M. L.; SCHMITT, A.; BIANCHET, P.; SCHWEITZ, C.; GRACIETTI, M. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Sistemas de manejo e performance agrônômica de cultivares de milho com diferentes bases genéticas no planalto catarinense. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages. **Anais...** Lages: CAV-UDESC, 2003b. p. 78-83.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V.; RAMBO, L.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E., STRIEDER, M. L. Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 48., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Emater/RS, Fepagro, 2003. 1 CD-ROM.

VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L. Estabilidade e adaptabilidade de variedades de polinização aberta de milho em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.24, n.1, p.77-82, 2.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Produtividade e heterose de híbridos experimentais de milho em dialelo parcial

Diego Fernando De Marck⁽¹⁾; Carlos Augusto da Silva⁽²⁾; André Gabriel⁽²⁾; Elida Auxiliadora Peralta Paiva⁽²⁾; Emanuel Gava⁽³⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná; Guarapuava-PR; diegofernandodemarck@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante de pós graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná; ⁽³⁾ Estudante de graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná; ⁽⁴⁾ Professor adjunto da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná.

RESUMO: o milho é uma das culturas mais importantes no cenário nacional de produção de grãos, o melhoramento busca novos híbridos para aumentar a produtividade, porém um dos entraves é a interação genótipo ambiente, dificultando o trabalho dos melhoristas na busca de genótipos superiores em um amplo ambiente, o trabalho teve por objetivo avaliar a heterose de linhagens provenientes do programa de melhoramento da Universidade Estadual do Centro Oeste, das populações 30 e 31, também verificar a produtividade de grão de seus respectivos híbridos em três ambientes diferentes, sendo eles: Rio Bonito do Iguacu-PR safra 2015 (ambiente 1), Guarapuava-PR safra 2015 (ambiente 2) e Guarapuava-PR safra 2016. (ambiente 3). Houve diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre os híbridos e as linhagens e também dos ambientes avaliados para a produtividade de grãos, demonstrando a importância da escolha dos híbridos para o cultivo em diferentes ambientes, sendo eles neste experimento: no ambiente 1 os híbridos 31-82/30-122 e 31-82/30-160, no ambiente 2 os híbridos 31-71 x 30-122, 31-97 x 30-122, 31-213 x 30-122 e 31-20 x 30-160, no ambiente 3 os híbridos 31-20 x 30-08, 31-213 x 30-08 e 31-82 x 30-160 . Os híbridos apresentaram alta heterose, mostrando que os cruzamentos entre as linhagens proporcionam incremento na produtividade de grãos.

Termos de indexação: Ambiente, cruzamentos, genótipos.

INTRODUÇÃO

O milho corresponde em torno de 37% da produção nacional de grãos, sendo um dos produtos mais importantes no agronegócio brasileiro. Considerando que a demanda por milho está cada vez mais crescente, tanto internamente como em exportações, possui um grande potencial de mercado, gerador de renda para o país (CALDARELLI & BACCHI, 2012).

A heterose reflete o vigor do híbrido, através de cruzamentos entre indivíduos endogâmicos e geneticamente diferentes (GUIMARÃES, 2007).

A interação genótipos por ambientes (G x A) ocorre quando genótipos apresentam comportamento diferenciado quando cultivados em vários ambientes, o mesmo genótipo pode apresentar diferenças no desempenho fenotípico em diferentes ambientes testados.

Esta interação genótipos por ambientes dificulta a seleção e indicação de genótipos nos programas de melhoramento genético do milho, devido a inconsistência do desempenho desses genótipos frente às variações ambientais, (GARBUGLIO et al., 2007).

O objetivo do trabalho foi verificar a produtividade dos híbridos experimentais e estimar a heterose destes, em três ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas linhagens provenientes de duas populações. A população 30 é proveniente do cruzamento entre os híbridos comerciais P30P70 x Dow8460 e a população 31 é advinda do híbrido comercial Penta. A partir de resultados obtidos de cruzamentos *topcrosses* (Marcondes et al., 2013), foram selecionadas seis linhagens S₅ provenientes da população 30 (30-08, 30-18, 30-77, 30-122, 30-139 e 30-160) e seis da população 31 (31-19, 31-20, 31-71, 31-82, 31-97 e 31-213), as quais

foram cruzadas em esquema de dialelo parcial, obtendo 36 híbridos simples, que foram avaliados juntamente com as 12 linhagens genitoras, totalizando 48 tratamentos, em DBC com três repetições.

Os experimentos foram conduzidos em três ambientes, no Sítio Santa Rosa em Rio Bonito do Iguçu-PR, na safra 2014-2015 (Ambiente-1), localizado a 25°37'07,35" de latitude Sul, 52°33'27,48" de longitude Oeste e 650 m de altitude, no *campus* Cedeteg da UNICENTRO em Guarapuava-PR na safra 2014-2015 (Ambiente 2) e na safra 2015-2016 (Ambiente-3), localizado a 25°23'02" de latitude Sul, 51°29'43" de longitude Oeste e a 1.100 m de altitude.

Os plantios foram realizados no mês de outubro, sendo cada parcela constituída de 5 metros de comprimento com distância entre linhas de 0,80 metros, com estande final de 70.000 plantas ha⁻¹. A adubação de base foi constituída de 350 kg.ha⁻¹ de NPK, de formulação 08-30-20. A adubação de cobertura constituiu de duas aplicações de 260 kg.ha⁻¹ de uréia e 150 kg.ha⁻¹ de KCl, no estádio V3-V4 e no estádio V6. O manejo de pragas e plantas daninhas foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura do milho (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

As plantas de cada parcela foram colhidas quando apresentavam maturidade fisiológica, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%. Os dados foram submetidos a análise de variância, posteriormente realizado o teste de agrupamento de médias Skott Knott, pelo programa estatístico Genes (CRUZ, 2013) e a heterose foi calculada pela seguinte fórmula:

$$H = F_1 - (MP_1 + MP_2) / 2$$

H=heterose

F₁= produtividade do híbrido

MP₁= média da linhagem 1

MP₂= média da linhagem 2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas ($P \leq 0,01$) entre os híbridos, linhagens e ambientes e a interação genótipos x ambientes também foi significativa (Tabela 1). Os dados de produtividade de grãos e da heterose estão na tabela 2, mostrando que houve diferença entre os híbridos e linhagens experimentais, e o comportamento diferenciado desses frente às variações ambientais.

A média da produtividade de grão dos híbridos (Tabela 2) foi próxima a resultados apresentados em outros trabalhos desenvolvidos na região centro-sul do Paraná (MARCONDES, 2015). E estão semelhante as encontradas na região de Guarapuava-PR, na safra 2014/2015, com híbridos comerciais (SHIOGA, 2015).

As estimativas da heterose foram elevadas, mostrando que os cruzamentos entre algumas linhagens proporcionam incremento na produtividade de grãos.

A produtividade e heterose foram superiores aos resultados encontrados em trabalho semelhante, onde se obteve uma média de 7.962 kg.ha⁻¹ e 2.475 kg.ha⁻¹, para produtividade dos híbridos e das linhagens respectivamente (PATERNIANI, 2010).

Nenhum híbrido se sobressaiu no grupo de maiores médias nos três ambientes simultaneamente, sendo necessário a escolha dos híbridos que obtiveram melhor desempenho em cada ambiente. No ambiente 1 houve destaque para os híbridos 31-82 x 30-122 e 31-82 x 30-160, no ambiente 2 os híbridos 31-71 x 30-122, 31-97 x 30-122, 31-213 x 30-122 e 31-20 x 30-160, sendo verificada a importância da linhagem 30-122 nesses dois ambientes. No ambiente 3 se destacaram os híbridos 31-20 x 30-08, 31-213 x 30-08 e 31-82 x 30-160.

CONCLUSÕES

Notou-se a importância da escolha dos híbridos testados em cada ambiente, pois dependendo do híbrido este pode se sobressair em relação aos outros em um determinado ambiente, porém em outro ambiente pode não apresentar todo seu potencial produtivo, sendo de menor produtividade em relação aos outros.

Verificou um grande potencial das linhagens testadas para obter híbridos com alta heterose, alguns híbridos possuem bom potencial produtivo para os ambientes testados.

REFERÊNCIAS

CALDARELLI, C. E; BACCHI, M. R. Fatores de influência no preço do milho no Brasil, **Revista Nova Economia**, Belo Horizonte, vol. 22, pag 141-164, 2012.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

GARBUGLIO, D. D.; GERAGE, A.C.; ARAÚJO, P.M.; FONSECA JÚNIOR, N.S.; SHIOGA, P.S. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. **Revista pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.2, p.183-191, 2007.

GUIMARÃES, P. S.; Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais. 2007. 111 f. **Dissertação** (Mestrado) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas-SP.

IAPAR – Instituto agrônomo do Paraná. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2014/2015. Disponível em <http://www.iapar.br/arquivos/Image/bannerpeg/milho2014_2015.pdf>. Acesso em 29 de junho de 2016.

MARCONDES, M. M.; Desempenho agrônomo e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *top crosses* com testadores de base genética restrita. 2013. 92f. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2013.

MARCONDES, M. M.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; MARCONDES, M. M.; SILVA, C. A.; VASCOSKI, V. L.; RIZZARDI, D. A.; Desempenho agrônomo e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *top crosses* com híbrido simples. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2395-2406, 2015.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; BERNINI, C. S.; GUIMARÃES, P. de S.; DONÁ, S.; GALLO, P.B.; DUARTE, A. P.; Potencial produtivo e heterose de híbridos de populações F₂ de milho no estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 27, n.1/3, p. 29-46, 2010.

Tabela 1 - resumo da análise de variância conjunta envolvendo linhagens e híbridos experimentais de milho avaliados em três ambientes na região centro-sul do Paraná.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Produtividade de grão	
Blocos/Ambientes	6	1.243.856,35	
Genótipos (G)	47	145.012.086,64	**
Híbridos (F1)	35	20.307.439,60	**
Linhagens (L)	11	7.313.620,50	**
F1 vs. L	1	6.024.357.860,41	**
Ambientes (A)	2	22.877.900,12	**
G x A	94	4.631.913,97	**
F1 x A	70	4.293.903,36	**
L x A	22	2.366.311,78	**
(F1 vs. L) x A	2	41.383.909,34	**
Resíduo	282	455.969,29	
Total	431		
	CV (%)	6,42	
	Maior QMR/Menor QMR	1,53	

** Diferença significativa (P<0,01) pelo teste F.

Tabela 2 – Produtividade de grão de linhagens e híbridos experimentais de milho e heterose em três ambientes na região centro-sul do Paraná.

Genótipos	Produtividade de grão Kg.ha ⁻¹						Heterose Kg.ha ⁻¹		
	AMB 1		AMB 2		AMB 3		AMB 1	AMB 2	AMB 3
31-19 x 30-08	10.374	d B	10.378	e B	11.688	e A	5.508	6.776	9.229
31-20 x 30-08	12.785	b C	14.024	c B	15.405	a A	8.509	10.789	12.770
31-71 x 30-08	11.543	c A	11.769	d A	11.511	e A	6.303	7.947	8.895
31-82 x 30-08	12.618	b B	15.200	b A	13.560	c B	7.612	11.418	10.668
31-97 x 30-08	12.752	b B	15.493	b A	13.415	c B	8.577	12.828	10.627
31-213 x 30-08	11.234	c C	13.827	c B	15.047	a A	5.850	10.846	12.548
31-19 x 30-18	11.920	c B	15.160	b A	14.751	b A	6.676	10.545	11.892
31-20 x 30-18	12.125	c A	11.507	d A	11.884	e A	7.470	7.259	8.849
31-71 x 30-18	11.817	c A	11.580	d A	10.277	f B	6.198	6.746	7.261
31-82 x 30-18	12.831	b B	14.833	b A	14.134	b A	7.446	10.038	10.841
31-97 x 30-18	12.081	c B	11.424	d B	13.088	d A	7.528	7.747	9.898
31-213 x 30-18	11.364	c B	14.741	b A	13.790	c A	5.601	10.748	10.891
31-71 x 30-77	11.462	c A	10.362	e A	9.201	f B	2.974	3.810	7.647
31-82 x 30-77	12.284	c A	10.311	e B	10.234	f B	4.575	4.617	7.343
31-97 x 30-77	11.237	c A	11.981	d A	11.114	e A	5.587	5.096	6.545
31-213 x 30-77	12.910	b A	10.114	e B	9.556	f B	6.643	5.084	7.303
31-19 x 30-77	8.474	e B	8.856	f B	10.145	f A	6.428	7.872	8.285
31-20 x 30-77	9.486	d A	9.296	f A	10.018	f A	6.891	5.690	7.017
31-19 x 30-122	13.615	b A	13.078	c A	14.119	b A	8.444	8.173	10.420
31-20 x 30-122	13.121	b A	13.451	c A	12.569	d A	8.540	8.912	8.693
31-71 x 30-122	11.410	c C	16.103	a A	13.921	c B	5.864	10.978	10.064
31-82 x 30-122	14.208	a A	12.636	d B	12.015	e B	8.897	7.551	7.882
31-97 x 30-122	13.376	b B	16.494	a A	13.754	c B	8.897	12.526	9.724
31-213 x 30-122	12.991	b C	16.490	a A	14.577	b B	7.302	12.207	10.838
31-19 x 30-139	11.661	c A	10.137	e B	11.421	e A	7.097	4.930	9.076
31-20 x 30-139	12.716	b A	12.651	d A	10.596	f B	8.741	7.810	8.074
31-71 x 30-139	11.936	c A	12.993	c A	12.169	e A	6.997	7.565	9.666
31-82 x 30-139	11.005	c B	13.378	c A	14.259	b A	6.300	7.990	11.481
31-97 x 30-139	13.100	b B	14.347	c A	12.632	d B	9.227	10.077	9.957
31-213 x 30-139	13.088	b B	14.571	b A	12.555	d B	8.006	9.985	10.170
31-19 x 30-160	10.503	d B	13.346	c A	13.903	c A	5.579	9.697	11.612
31-20 x 30-160	15.226	a A	16.231	a A	13.737	c B	10.891	12.948	11.269
31-71 x 30-160	12.640	b A	13.216	c A	10.530	f B	7.341	9.346	8.081
31-82 x 30-160	15.354	a A	13.973	c B	15.847	a A	10.289	10.143	13.122
31-97 x 30-160	13.854	b B	15.163	b A	12.112	e C	9.622	12.451	9.491
31-213 x 30-160	12.593	b B	14.931	b A	12.994	d B	7.150	11.903	10.663
30-08	4.461	g A	1.580	i B	1.650	h B			
30-18	5.217	f A	3.605	h B	2.452	h C			
30-77	5.730	f A	4.468	h B	1.730	h C			
30-122	5.070	f A	4.186	h A	4.132	g A			
30-139	3.857	g A	4.791	h A	1.423	h B			
30-160	4.578	g A	1.675	i B	1.315	h B			
31-19	5.271	f A	5.624	g A	3.267	g B			
31-20	4.092	g A	4.891	h A	3.620	g A			
31-71	6.020	f A	6.065	g A	3.581	g B			
31-82	5.552	f A	5.985	g A	4.134	g B			
31-97	3.888	g A	3.749	h A	3.927	g A			
31-213	6.308	f A	4.381	h B	3.347	g B			
Média Geral	10.453		10.938		10.148				

Média Híbridos	12.269	13.168	12.570
Média Linhagens	5.004	4.250	2.882

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Proposta de super-caráter para a seleção otimizada de progênies de milho-pipoca fundamentada em análise de trilha

Ismael Albino Schwantes⁽¹⁾; Adriano dos Santos⁽¹⁾; Ismael Fernando Schegoscheski Gerhardt⁽¹⁾; Kátia Fabiane Medeiros Schmitt⁽¹⁾; Messias Gonzaga Pereira⁽⁴⁾; Antônio Teixeira do Amaral Junior⁽³⁾.

⁽¹⁾ estudante de pós-graduação; Universidade Estadual do Norte Fluminense; Campos dos Goytacazes, RJ; ismael.schwantes31@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Associado; Universidade Estadual do Norte Fluminense; ⁽³⁾ Professor Titular; Universidade Estadual do Norte Fluminense.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi propor a utilização de uma nova variável (super-caráter) que favoreça a fidedigna seleção em progênies superiores. Isto posto, o super-caráter 'volume de pipoca expandida por hectare' foi introduzido na avaliação de duzentas famílias de irmãos-completos em oitavo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional em dois ambientes em delineamento de blocos casualizados arranjos em sets com três repetições. Embora tenha sido confirmada a impossibilidade de ganhos simultâneos com a seleção via capacidade de expansão ou produtividade, houve relação de causa e efeito entre o super-caráter para com a produtividade e capacidade de expansão, permitindo ganhos simultâneos com a seleção indireta utilizando volume de pipoca expandida por hectare como característica principal. Recomenda-se, pois, seu uso nos programas de melhoramento com a cultura para a otimização de ganhos seletivos.

Termos para indexação: capacidade de expansão; produtividade de grãos, índice de seleção, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Na cultura do milho-pipoca, o desafio de congregar produtividade de grãos e capacidade de expansão é reflexo de um problema historicamente conhecido, a existência de correlações negativas entre estas duas características principais (Willier & Brunson, 1927; Hallauer, 2001; Rangel et al., 2011). Tal correlação negativa denota, em sentido recíproco, que a seleção direta sobre qualquer destas características resulta, necessariamente, em menor expressão da outra. Neste aspecto, alguns atributos parecem ser específicos para favorecer uma característica em detrimento da característica subsequente.

Neste sentido, a utilização de uma única característica como critério de seleção, que

associe de forma positiva e concomitante a produtividade de grãos e a qualidade da pipoca, aumentaria sobremaneira as chances de êxito de um programa de melhoramento na obtenção de genótipos superiores. Para tanto, propõe-se a utilização da variável volume de pipoca expandida por hectare, expressa em $m^3 ha^{-1}$, que refere-se à multiplicação entre a produtividade média de grãos da parcela (em $Kg ha^{-1}$) e a capacidade de expansão (em $mL g^{-1}$), gerando um super-caráter, que, agrega genótipos de alta produtividade e capacidade de expansão, podendo, deste modo, contornar todo o empecilho da utilização de múltiplos caracteres na seleção ótima de genótipos superiores.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi averiguar a confiabilidade na utilização da nova variável, volume de pipoca expandida por hectare, como opção para atenuar os efeitos negativos entre a produtividade de grãos e capacidade de expansão e, assim, facilitar a seleção de progênies superiores em programas de melhoramento de milho-pipoca.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção das novas famílias de irmãos-completos do oitavo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional, foram semeadas 100 linhas compostas da mistura das sementes das famílias selecionadas do ciclo anterior, e as mesmas foram cruzadas e recombinadas aos pares. Utilizaram-se linhas de 5 m com espaçamento entre linhas de 0,9 m e 0,2 m entre plantas, resultando em estande de 25 plantas por linha.

Foram obtidas 200 famílias de irmãos-completos, e estas foram avaliadas em ensaio de competição com mais seis testemunhas (quatro populações de ciclos anteriores, a variedade BRS Angela e o híbrido IAC 125). O experimento foi implementado em Outubro de 2013 em dois ambientes, sendo um no município de Campos dos Goytacazes, RJ e o outro na Estação

Experimental de Itaocara, respectivamente regiões Norte e Noroeste Fluminense. O clima de ambos ambientes é classificado como clima tropical, segundo a classificação de Köppen.

O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com arranjos em sets dentro de repetição. Foram utilizados oito sets, e dentro dos mesmos foram alocados 31 tratamentos (25 famílias de irmãos-completos e as seis testemunhas), em três repetições. A unidade experimental foi constituída de uma linha de 3,5 m com espaçamento entre linhas de 0,9 m e 0,2 m entre plantas, resultando em estande de 16 plantas por parcela.

As variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP); Altura de espiga (AE); prolificidade (PRF); massa de 100 grãos (MCG); produtividade de grãos (PG); capacidade de expansão (CE), obtida pela quantidade de volume de pipoca expandida expresso em mL g⁻¹; volume de pipoca expandida por hectare (VP), obtido pela multiplicação entre a produtividade média da parcela e a capacidade de expansão, gerando o super-caráter hectolitro de pipoca expandida por hectare de plantio, expresso em m³ ha⁻¹.

O grau de multicolinearidade da matriz X'X foi estabelecido com base no seu número de condições (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz de correlação X'X (Montgomery & Peck, 1981). Esse critério

considera que a multicolinearidade será fraca entre as variáveis explicativas somente quando a razão entre o maior e o menor autovalor for igual ou abaixo de 100. Quando o NC resultante dessa divisão for 100 < NC < 1.000 considera-se haver multicolinearidade moderada a severa, e para NC ≥ 1.000, considera-se multicolinearidade severa.

A hipótese considerada para análise de trilha foi a característica PG como variável principal e as demais como variáveis explicativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve significância a 1% de probabilidade para as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípicas em todas as variáveis analisadas, com exceção da correlação entre a prolificidade e capacidade de expansão (Tabela 1). A maior estimativa de correlação genotípica foi observada entre as variáveis produtividade de grãos (PG) e volume de pipoca (VP), com magnitude de 0.93. Observa-se ainda que, de forma geral, as correlações genotípicas foram superiores as fenotípicas, evidenciando que a associação linear entre esses pares de características é mais influenciada pelos componentes genéticos do que os ambientais.

Tabela 1. Estimativas de correlações fenotípicas (r_F) e genotípicas (r_G) entre os sete caracteres agrônômicos avaliados nas 200 famílias de irmãos-completos no oitavo ciclo de seleção recorrente na população UENF-14. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

		AE	PRF	MCG	VP	PG	CE
AP	r_F	0.82**	0.48**	0.67**	0.69**	0.75**	0.11*
	r_G	0.85**	0.59**	0.77**	0.75**	0.81**	0.15*
AE	r_F		0.50**	0.65**	0.68**	0.74**	0.11*
	r_G		0.56**	0.71**	0.74**	0.79**	0.15*
PRF	r_F			0.35**	0.57**	0.62**	0.05 ^{ns}
	r_G			0.50**	0.66**	0.70**	0.11 ^{ns}
MCG	r_F				0.65**	0.68**	0.19*
	r_G				0.69**	0.74**	0.18*
VP	r_F					0.89**	0.49**
	r_G					0.93**	0.51**
PG	r_F						0.13*
	r_G						0.21*

AP: altura de planta; AE: altura de planta; PRF: prolificidade; MCG: massa de 100 grãos; VP: volume de pipoca expandida por hectare; PG: produtividade de grãos; CE: capacidade de expansão; **, *, ^{ns}: significativo a p < 0,01, significativo a p < 0,05; e não-significativo pelo teste t, respectivamente.

Apesar da existência de alta correlação positiva entre PG e VP, a correlação entre PG e CE foi baixa (0,21), e na maioria dos casos a correlação entre essas duas características,

geralmente, é nula ou negativa (Cabral et al., 2016). A capacidade de expansão apresenta baixa correlação com a maioria dos caracteres o que fundamenta a sugestão de utilização do

super-caráter VP, como uma nova variável a fim de minimizar este problema e otimizar ganhos simultâneos para as principais características de importância econômica da cultura, sendo VP oriunda do produto entre CE e PG, denominado volume de pipoca expandida por hectare de cultivo.

Diferentemente de CE, a produtividade (PG) revelou elevadas estimativas de correlação positivas para com a maioria das variáveis, indicando que aumentos na altura de planta (AP), altura de espiga (AE), prolificidade (PRF) e massa de 100 grãos (MCG) podem proporcionar genótipos de milho-pipoca mais produtivos. É comum a correlação positiva entre a altura de planta (AP) com a altura de espiga (AE), pela associação da proporcionalidade estrutural da planta, como já foi constatado por outros autores em milho comum (Fancelli et al., 2000; Magalhães et al., 2002; Souza et al., 2008).

Os coeficientes de correlações genóticas e fenóticas quantificam as associações em magnitude e direção, no entanto, não são suficientes para expressar os efeitos

diretos e indiretos, sendo que a análise de trilha permite uma interpretação mais clara da influência direta de uma variável sobre a outra e da interferência que as outras variáveis exercem sobre essa associação. Assim, é possível conhecer detalhadamente as influências dos caracteres envolvidos em um diagrama previamente estabelecido, e justifica a existência de correlações positivas e negativas, de altas e baixas magnitudes entre os caracteres estudados (Santos et al., 2014).

As correlações totais entre as variáveis altura de planta, altura de espiga, prolificidade e massa de 100 grãos com a produtividade de grãos foram todas superiores a 0.60; entretanto, ambas variáveis apresentarambaixo efeito direto sobre a produtividade de grãos. Deste modo, a pressão de seleção intensificada sobre qualquer uma destas variáveis poderá não proporcionar ganhos genéticos satisfatórios na produtividade (Tabela 2). Nessa situação, caracteres causais indiretos e significativos, devem ser considerados simultaneamente no processo de seleção.

Tabela 2. Desdobramento das correlações genóticas em componentes de efeito direto e indiretos envolvendo a variável dependente principal PG e as variáveis independentes explicativas avaliados nas 200 famílias de irmãos-completos no oitavo ciclo de seleção recorrente na população UENF-14. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

AP	Estimativa	MCG	Estimativa
Efeito direto sobre PG	0.034	Efeito direto sobre PG	0.051
Efeito indireto via AE	0.001	Efeito indireto via AP	0.026
Efeito indireto via PRF	0.011	Efeito indireto via AE	0.001
Efeito indireto via MCG	0.039	Efeito indireto via PRF	0.009
Efeito indireto via VP	0.770	Efeito indireto via VP	0.711
Efeito indireto via CE	-0.049	Efeito indireto via CE	-0.060
Total	0.809	Total	0.740
AE		VP	
Efeito direto sobre PG	0.002	Efeito direto sobre PG	1.025
Efeito indireto via AP	0.029	Efeito indireto via AP	0.001
Efeito indireto via PRF	0.010	Efeito indireto via AE	0.029
Efeito indireto via MCG	0.036	Efeito indireto via PRF	0.012
Efeito indireto via VP	0.760	Efeito indireto via MCG	0.036
Efeito indireto via CE	-0.051	Efeito indireto via CE	-0.171
Total	0.789	Total	0.930
PRF		CE	
Efeito direto sobre PG	0.018	Efeito direto sobre PG	-0.334
Efeito indireto via AP	0.020	Efeito indireto via AP	0.005
Efeito indireto via AE	0.001	Efeito indireto via AE	0.001
Efeito indireto via MCG	0.025	Efeito indireto via PRF	0.002
Efeito indireto via VP	0.674	Efeito indireto via MCG	0.009
Efeito indireto via CE	-0.038	Efeito indireto via VP	0.526
Total	0.620	Total	0.208
Coeficiente de determinação	0.965		
Efeito residual	0.184		

AP: altura de planta; AE: altura de planta; PRF: prolificidade; MCG: massa de 100 grãos; VP: volume de pipoca expandida por hectare; PG: produtividade de grãos; CE: capacidade de expansão.

Embora as variáveis AP, AE, PRF e MCG tenham revelado correlações positivas para com a produtividade de grãos (Tabela 1), os efeitos diretos foram baixos (Tabela 2). Neste caso, a seleção baseada apenas em PG pode não proporcionar ganhos satisfatórios nas demais características, motivando-se, assim, a adoção da seleção simultânea com base em características que revelem efeitos consideráveis para a seleção indireta. Esta intenção pode ser alcançada com a utilização da variável VP, vez que este se revelou como um "super caráter", por proporcionar elevada estimativa de efeito direto para com a produtividade de grãos (PG), com magnitude de 1.025 (Tabela 2). Essa estimativa mostrou-se ainda mais contundente, por advir do desdobramento de elevada estimativa de coeficiente de correlação (0.93) pressupondo, por conseguinte, a vantajosa utilização de VP na otimização da seleção simultânea.

No que tange a capacidade de expansão, característica de qualidade mais importante no milho-pipoca, a estimativa da correlação total para com a produtividade de grãos, embora de baixa magnitude, foi positiva (Tabela 2). Resultado semelhante foi apresentado por Daros et al., (2004), no qual observaram correlações fenotípicas e genotípicas positivas entre a capacidade de expansão e produtividade de grãos em dois ciclos de seleção recorrente. Os autores constataram que existe uma tendência de acréscimo da correlação genotípica entre produtividade de grãos e capacidade de expansão, oriundo do aumento da concentração de alelos favoráveis nos sucessivos ciclos de seleção recorrente.

Entretanto, no milho-pipoca já é elucidada a existência de correlação negativa entre a capacidade de expansão e produtividade de grãos (Willier & Brunson, 1937; Hallauer, 2001; Rangel et al., 2011), fato este que dificulta ganhos simultâneos para as principais características de importância para a cultura, tornando necessário o emprego de procedimentos genético-estatísticos que permitam minimizar os efeitos deletérios da resposta correlacionada.

CONCLUSÕES

Existe relação de causa e efeito entre volume de pipoca expandida por hectare para com produtividade de grãos e capacidade de expansão.

A característica volume de pipoca expandida por hectare constituiu-se em opção vantajosa para a fidedigna obtenção de ganhos simultâneos nas principais características de interesse econômico em milho-pipoca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências de fomento à pesquisa: CAPES, FAPERJ e CNPq.

REFERÊNCIAS

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, F.S.; SCAPIM, C.A.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; DAHER, R.F.; ÁVILA, M.R. Correlações entre caracteres agronômicos em dois ciclos de seleção recorrente em milho-pipoca. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1389-1394, 2004.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: Fancelli AL (Ed.) **Produção de milho**. Agropecuária, Guaíba, 2000, 360p.

HALLAUER, A.R. **Specialty corns**. CRC Press, 2001, 496p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Cultivo do milho, germinação e emergência. (Comunicado Técnico 39), Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento, Sete lagoas, MG, 2002.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. John Wiley, New York, 1981, 504p.

RANGEL, R.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GONÇALVES, L.S.A.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; CANDIDO, L.S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho-pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.473-481, 2011.

SANTOS, A.; CECCON, G.; DAVIDE, L.M.C.; CORREA, A.M.; ALVES, V.B. Correlations and path analysis of yield components in cowpea. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.14, n.2, p.82-87, 2014.

SOUZA, A.R.R.; MIRANDA, G.V.; PEREIRA, M.G.; FERREIRA, P.L. Correlação de caracteres de uma população crioula de milho para sistema tradicional de cultivo. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.183-190, 2008.

WILLIER, J.G.; BRUNSON, A.M. Factors affecting the popping quality of pop Corn. **Journal of Agricultural Research**, v.35, n.7, p.615-624, 1927.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Rendimento e qualidade de grãos de tipos de híbridos de milho pipoca no Estado de São Paulo.

Eduardo Sawazaki⁽¹⁾; Marcelo Ticelli (2), Vera Lúcia Nishijima Paes de Barros⁽³⁾; Aildson Pereira Duarte⁽⁴⁾; Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisador Científico, Instituto Agronômico de Campinas, SP, sawazaki@iac.sp.gov.br; ⁽²⁾ Pesquisador Científico, APTA, Polo Sudoeste Paulista, Tatuí, SP; ⁽³⁾ Pesquisador Científico, APTA, Polo Sudoeste Paulista, Capão Bonito; ⁽⁴⁾ Pesquisador Científico, Instituto Agronômico, Campinas, SP..

RESUMO: O melhoramento de milho pipoca no IAC, iniciado na década de 80, lançou até o momento quatro híbridos de diferentes tipos, incluindo híbridos simples, top-crosses e triplos. Visando uma melhor comparação entre esses tipos de híbridos quanto ao rendimento e qualidade dos grãos, foram avaliados 7 híbridos top-crosses, 7 híbridos simples e 4 híbridos triplos, em três locais do Estado de São Paulo (Campinas, Tatuí e Capão Bonito), em 2014/15, em plantio de outubro a novembro. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com 2 repetições, parcelas de 4 linhas de 5m, espaçadas a 0,8m entre linhas por 0,20m entre plantas. Estudou-se a produtividade de grãos, capacidade de expansão da pipoca, massa de 100 grãos e número de grãos em 10 gramas. Para análise estatística conjunta dos experimentos utilizou-se o modelo misto, considerando-se o efeito de locais aleatórios. Para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey a 5%. As análises conjuntas de variância mostraram efeitos significativos de ambiente e híbridos em todos os caracteres, exceto para capacidade de expansão da pipoca, que não foi significativa para híbridos. Para tipos de híbridos, houve efeito significativo para todos os caracteres. Os híbridos mais promissores para produção comercial, foram os top-crosses TC1 e TC3. Os híbridos simples HS1, HS3 e HS 6, se destacaram com maior capacidade de expansão, e devido a maior dificuldade na sua produção, são promissores para síntese de híbridos top-crosses e triplos de alta capacidade de expansão.

Termos de indexação: milho pipoca, capacidade de expansão, produtividade.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho pipoca no Brasil está concentrada nas regiões sul, em plantios de verão, e na região centro-oeste em plantio de safrinha, onde predomina o uso de híbridos exóticos, que se adaptaram bem nestas regiões. No Estado de São Paulo, reduziu muito a área cultivada devido à baixa qualidade dos grãos em comparação ao produzido no Mato Grosso. O desenvolvimento de híbridos de alta produtividade e qualidade da pipoca e adaptados ao plantio de verão, é fundamental para viabilização da cultura no Estado. O melhoramento de milho pipoca no Instituto Agronômico, iniciado na década de 80 (Sawazaki *et.al.* 1984), com o melhoramento de variedades, passou na década de 90 a desenvolver híbridos (Sawazaki *et al.* 2000), tendo até o momento registrado quatro híbridos, sendo os dois últimos híbridos triplos que foram avaliados em Sawazaki *et.al.* 2014.

Com objetivo de comparar diferentes tipos de híbridos de milho pipoca quanto à produtividade e qualidade da pipoca, em plantio de verão no Estado de São Paulo, foi realizado o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 15 híbridos experimentais e 3 testemunhas comerciais de milho pipoca que se encontram descritos na **Tabela 1**. Os híbridos foram avaliados em três locais do Estado de São Paulo, no Centro Experimental do Instituto agronômico em Campinas e nas unidades do Polo Sudoeste Paulista da APTA, em Tatuí e Capão Bonito, na safra de 2014/15. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com 2 repetições e parcelas de 4 linhas de 5m, espaçadas a 0,8m entre linhas por

0,20m entre plantas. Foram estudados os caracteres: produtividade de grãos corrigida para umidade de 13% (MG), capacidade de expansão da pipoca (CE), obtida em forno de micro-ondas, utilizando-se 2 repetições de 40 gramas por amostra e pote importado apropriado para estourar pipoca sem óleo, peso de 100 grãos (M100) e número de grãos em 10 gramas (NG).

Tabela 1. Relação dos híbridos de milho pipoca, tipo e origem.

Genótipo	Tipo de híbrido	Origem
IAC 125 (Test. TC)	Top cross	IAC
TC1 (9614B.83)	Top cross	IAC
TC2 (9614 A.83)	Top cross	IAC
TC3 (13814.6102)	Top cross	IAC
TC4 (1381169.6102)	Top cross	IAC
TC5 (13814.PT)	Top cross	IAC
TC6 (9614.83)	Top cross	IAC
PopTen II (Test. HS)	Híbrido simples	Seedmax
HS1 (96.1381)	Híbrido simples	IAC
HS2 (96.1388)	Híbrido simples	IAC
HS3 (169.96)	Híbrido simples	IAC
HS4 (169.138)	Híbrido simples	IAC
HS5 (1388.96)	Híbrido simples	IAC
HS6 (1381.14)	Híbrido simples	IAC
IAC 367 (Test. HT)	Híbrido triplo	IAC
HT1 (9614.1388)	Híbrido triplo	IAC
HT2 (169138.14)	Híbrido triplo	IAC
HT3 (169138.96)	Híbrido triplo	IAC

Os ensaios foram semeados em 12/11/2014 em Capão Bonito, 11/11/2014 em Campinas, 27/10/2014 em Tatuí, adubados com a formulação 8-28-16, nas doses de 420 kg ha^{-1} em Capão Bonito e 400 kg ha^{-1} em Campinas e Tatuí. A adubação de cobertura foi de 400 kg ha^{-1} de sulfato de amônio em Capão Bonito e Tatuí, e 200 kg ha^{-1} de ureia em Campinas.

Para análise estatística conjunta dos experimentos utilizou-se o modelo misto considerando-se os efeitos de locais (ambiente) aleatórios, sendo o teste F de tratamentos obtido em relação à interação tratamento X locais. Para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises conjuntas de variância na **Tabela 2**, evidenciaram efeitos significativos do ambiente em todos os caracteres avaliados. Para os híbridos, houve diferenças significativas em todos os caracteres, exceto para capacidade de expansão da pipoca, cuja variação não foi significativa. O desdobramento dos tratamentos nos três tipos de híbridos, acusou

diferenças significativas nos top-crosses e híbridos simples para MG, M100 e NG; enquanto, para os híbridos triplos o teste foi não significativo para todos os caracteres, mostrando maior uniformidade entre eles. Comparando os tipos de híbridos, houve diferenças significativas entre eles para todos os caracteres.

Tabela 2. Valores do teste F das análises conjunta da massa de grãos (MG), capacidade de expansão dos grãos de milho pipoca(CE), massa de 100 grãos em gramas (M100G) e do número de grãos em 10 gramas (NG), de 3 locais do Estado de São Paulo no ano agrícola 2014/15.

Fonte de Variação	G L	MG Kg.ha ⁻¹	CE mL.g ⁻¹	M100 Grama	NG
Blocos/L	3	3,9*	0,6ns	4,8**	9,7**
Locais (L)	2	138,3**	5,3**	13,1**	10,2**
Híbridos (H)	17	4,4**	1,7ns	7,4**	11,0**
H. Top-cross	6	4,4**	0,9ns	3,1**	3,0**
H. simples	6	5,9**	2,2ns	7,3**	12,0**
H. triplos	3	0,8ns	0,1ns	1,0ns	2,6ns
Tipos H	2	6,2**	5,1**	29,9**	44,9**
L x H	34	1,1ns	2,3**	1,9ns	1,6ns
Resíduo	51	250387	3,8711	0,4844	10,1276
CV %		13,3	4,3	4,8	4,6
Média geral		3.764	46,2	14,5	69,6
Tatuí		4.699 a	45,7 b	14,9 a	68,7 b
Capão Bonito		3.848 b	47,1 a	14,8 a	68,4 b
Campinas		2.742 c	45,8 b	14,1 b	71,5 a
Dms		285	1,1	0,4	1,8

*, ** : significativos a 5% e 1% pelo teste F;

Obs: médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na **Tabela 3**, são apresentadas as médias dos caracteres e o teste de comparação de médias. Entre os tipos de híbridos, apresentaram maiores médias para MG e CE, os híbridos triplos. Para maior tamanho de grão, dado pela maior M100G e menor NG, destacaram-se os Top crosses.

Em comparação às testemunhas comerciais, com relação a MG e CE, apresentaram híbridos com maiores médias, os top-crosses TC1, TC3 e TC6; e os híbridos simples, HS1, HS2, HS3, HS5 e HS6. Entre os híbridos triplos, nenhum deles destacou-se em relação à testemunha. O TC1 foi o mais produtivo de todos híbridos, apresentando boa qualidade de grãos, com CE de 46,5 mL.g⁻¹ e NG de 66 grão/10g, considerado grande, segundo escala para NG descrita por Sawazaki *et al* 2012, onde os grãos são classificados como grande (ng 52 a 67), médios (ng 68 a 75) e pequenos (ng 76 a 105). Em função da maior preferência do mercado atual aos grãos grandes, estamos selecionando

híbridos com grãos maiores. Entretanto, observou-se que os híbridos de maior CE, os híbridos simples HS1, HS3 e HS4, com médias acima de 48 mL/g, apresentaram grãos menores. Maior uniformidade e menor tamanho dos grãos nos híbridos simples podem ter contribuídos para maior CE. A menor produtividade dos híbridos simples pode ser devido à pouca divergência genética entre as suas linhagens. As linhagens utilizadas na síntese dos híbridos simples e triplos, foram obtidas das variedades South American Mushroom (SAM), Guarani e IAC 64, enquanto que os top-crosses, resultam de cruzamentos de híbridos simples do IAC com duas variedades exóticas, apresentando maior divergência genética entre os seus parentais. Além do rendimento de grãos e qualidade da pipoca, a viabilidade comercial de um híbrido de milho pipoca, depende da produção satisfatória de sementes e viabilidade operacional na instalação dos campos de sementes, principalmente quando se utilizam parentais com diferenças de ciclo e de vigor. Considerando esses fatos, levam maior vantagem os top crosses, seguidos dos híbridos triplos. Esses tipos de híbridos também facilitam a parceria com empresas privadas na produção de sementes.

CONCLUSÕES

Os híbridos mais promissores, considerando a produtividade, qualidade de grão e facilidade na sua produção comercial, foram o TC11 e TC3.

Os híbridos simples de alta capacidade de expansão, como HS1, HS3 e HS 4, tem potencial como progenitores de híbridos top cross e triplos.

REFERÊNCIAS

SAWAZAKI, E.; GALLO, P.B.; SORDI, G.; LONGO, L.S. Estudo da capacidade de expansão em cruzamentos dialélicos entre variedades de milho pipoca. In: Anais do XV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 1984, Maceió, AL, **Anais, Brasília, 1986. P. 157-160.**

SAWAZAKI, E.; ZAGATTO PATERNIANI, M.E.A.G.; CASTRO, J.L.; GALLO, P.B.; GALVÃO, J.C.C.; SAES, L.A. Potencial de linhagens de populações locais de milho pipoca para síntese de híbridos. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 143-151, 2000.

SAWAZAKI, E.; ALVES JUNIOR, L.C.; DUARTE, A.P. Híbridos de milho pipoca: características agrônômicas e qualidade de grãos na safrinha de 2011 na região de Rio Verde, GO. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012. **Anais...** Águas de Lindóia, SP. IAC CD ROOM.

SAWAZAKI, E.; TICELLI, M.; BARROS, V.N.P.; DUARTE, A.P.; PÂNTANO, A.P.. Híbridos de milho pipoca em ambientes com déficit hídrico. In: XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2014. **Anais...** Salvador, BA: Embrapa, 2014. CD-ROM

médias na coluna com mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

Tabela 3. Médias da produtividade de grãos (MG), capacidade de expansão dos grãos (CE), massa de 100 grãos (M100) e número de grãos em 10 gramas (NG), de 3 locais (Campinas, Tatuí e Capão Bonito) do Estado de São Paulo em 2014/15.

HÍBRIDOS	MG Kg.ha ⁻¹	CE mL.g ⁻⁴	M100 grama	NG
IAC 125 (Test.TC)	3.620 abc	43,6	16,4	62
IAC TC1	4.487 a	46,5	15,1	66
IAC TC2	3.515 abc	44,8	15,0	67
IAC TC3	4.291 ab	46,6	15,3	65
IAC TC4	3.264 bc	45,1	15,8	64
IAC TC 5	3.750 ab	44,6	16,2	62
IAC TC 6	3.839 ab	44,1	14,4	70
Pop Top II(Test. HS)	3.258 bc	43,8	15,8	63
IAC HS1	4.077 ab	48,3	13,5	76
IAC HS2	3,834 ab	46,3	12,9	79
IAC HS 3	3.792 ab	48,5	14,7	69
IAC HS 4	2.591 c	47,2	14,0	73
IAC HS 5	3.750 ab	45,5	12,7	79
IAC HS 6	3.677 ab	48,4	13,9	72
IAC 367 (Test. HT)	4.096 ab	46,9	13,9	73

IAC HT1	3.825 ab	46,9	14,5	74
IAC HT 2	3.865 ab	46,6	14,4	69
IAC HT3	4,213 ab	47,7	13,7	69
Dms (Tukey 5%)	1.097	6,4	2,1	9
Média TC	3.824 AB	45,0 B	15,5 A	65 B
Média HS	3.568 B	46,9 AB	13,9 B	73 A
Média HT	4.000 A	47,0 A	14,1 B	71 A
Dms Tukey 5%	292	1,7	0,6	9

Obs: médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Resistência a Doenças Foliaves em Híbridos de Linhagens Endogâmicas de Milho Superdoce.

Maikon Guerith Baptistella da Silva⁽¹⁾; Jéssica Kelly Pestana⁽²⁾; Luis Fernando Almeida⁽²⁾; Aline Sekiya⁽³⁾; Rosângela Maria Pinto Moreira⁽⁴⁾; Josué Maldonado Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; maikon.baptistella@gmail.com; ⁽²⁾ Estudantes de Agronomia; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽³⁾ Mestre em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽⁴⁾ Docentes; Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, Paraná.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial de dez linhagens para síntese de híbridos de milho superdoce, com elevado padrão agronômico e resistência à doenças foliares, e determinar o tipo de ação gênica destas características. Os 45 híbridos obtidos pelos cruzamentos dialélicos entre dez linhagens S_6 de milho superdoce e três testemunhas (Tropical Plus, Balu 01 e Balu 34) foram avaliadas utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, utilizando parcelas de uma fileira de 4,00 metros de comprimento, no espaçamento 0,80x0,20m. As linhagens L_5 , L_9 , L_{10} , L_8 e L_3 apresentaram as melhores estimativas de g_i e também contribuem para a redução das notas de severidade das doenças foliares. Os híbridos $L_5 \times L_9$, $L_2 \times L_5$, $L_5 \times L_8$, $L_3 \times L_5$, $L_5 \times L_7$ e $L_7 \times L_{10}$ apresentaram as maiores produtividades de espigas com palha e resistência ou moderada resistência para as doenças foliares. Houve correlação entre produtividade e resistência à *Puccinia polysora*, indicando um aumento da produtividade com o aumento do nível de resistência. Os efeitos aditivos foram os mais importantes para todas as características avaliadas, sendo os não aditivos significativos para produtividade e resistência à mancha branca e à *P. polysora*.

Termos de indexação: dialelo, capacidade combinatória, ação gênica.

INTRODUÇÃO

Por apresentar sabor adocicado, devido ao acúmulo de açúcar nos grãos, o milho superdoce é classificado no grupo saccharata (Aragão, 2002; Reis, 2009). Este tipo especial de milho é destinado ao consumo humano e pode ser utilizada para o consumo *in natura*, na forma de milho verde, ou

pelas indústrias de conservas: enlatados, congelados, desidratados e minimilhos (Oliveira Jr et al., 2006).

O melhoramento do milho superdoce deve considerar as características de produtividade, resistência à doenças, tolerância à pragas, sem esquecer das características sensoriais e de aparência, que atendam as exigências das indústrias de conservas e dos consumidores (Barbieri & Souza JR, 2008).

No Brasil, a produção de milho superdoce é destinada quase integralmente para a industrialização. Desta forma, os híbridos de linhagem são as cultivares que melhor atendem as necessidades de sanidade, padronização e uniformidade exigidas pela indústria.

Além de obter as linhagens com elevado desempenho individual para produção de sementes, é necessário identificar combinações destas que permitam a síntese de híbridos superiores para diferentes características. Para isto, normalmente, são realizados cruzamentos dialélicos que permitem estimar a capacidade combinatória das linhagens e os tipos preponderantes de ação gênica das características, de modo a direcionar os esforços de melhoramento.

A sanidade da planta é um dos componentes que interfere direta e indiretamente sobre a produtividade e qualidade final do produto. Contudo, poucos trabalhos são encontrados na literatura relacionando à produtividade de milho superdoce com reação as principais doenças foliares da cultura. Dentre eles podem-se citar os trabalhos de Pataky (1998) e Chandler & Tracy (2007).

Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial de dez linhagens para síntese de híbridos de milho superdoce, com elevado padrão agronômico e resistência à doenças

foliares, e determinar o tipo de ação gênica destas características.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2014/15, foram combinadas dez linhagens endogâmicas (L_i) de milho superdoce, com seis ciclos de autofecundações (S_6), obtidas no Programa de Melhoramento Genético de Milho do Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Londrina, em um dialelo completo, segundo o método IV de Griffing (1956).

Os 45 híbridos experimentais e as testemunha Tropical Plus (Syngenta), Balu 01 e Balu 34 (Balú Sementes) foram avaliadas utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados com três repetições, em parcelas de fileiras simples de 4,00 m de comprimento, no espaçamento de 0,80 x 0,20 m.

Os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura. A colheita foi realizada quando os grãos apresentaram aproximadamente 75% de umidade, entre 20 a 28 dias após o florescimento.

As características avaliadas foram: produtividade de espigas com palha em kg ha^{-1} (PE), corrigido para estande ideal, extrapolado para 62500 plantas ha^{-1} , e notas de severidade para as doenças foliares: Mancha branca (MB); *Puccinia polysora* (PP); *Physopella zae* (FB) e *Exserohilum turcicum* (ET) que foram avaliadas 30 dias após o florescimento, com o auxílio do Guia Agroceres de Sanidade, com notas de 1 (altamente resistente) a 9 (altamente suscetível).

A análise de variância com base em média de tratamentos foi realizada com decomposição dos efeitos de tratamentos em híbridos versus tratamentos (H vs T), testemunhas (T) e híbridos experimentais (H), empregando o Programa SAS (Statistical Analysis System). Os híbridos experimentais foram desdobrados em CGC e CEC, segundo o método IV de Griffing (1956). As médias de tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, empregando o software GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação revelam adequada precisão experimental (**Tabela 1**).

Houve efeitos significativos de tratamentos e dos híbridos experimentais para todos os caracteres, indicando diferentes desempenhos destes genótipos (**Tabela 1**). As testemunhas diferiram entre si apenas para produtividade de espigas e para

resistência a *P. polysora*, revelando um desempenho inferior do híbrido Tropical Plus para estas características.

O contraste das médias das testemunhas e dos híbridos experimentais foram significativos, onde o desempenho médio das testemunhas foi superior ao dos híbridos experimentais para a maioria das características. Contudo, doze híbridos experimentais não diferiram das duas melhores testemunhas para produtividade, sendo a maioria destes resistentes a mancha branca, *P. polysora*, *E. turcicum* e moderadamente resistente para *P. zae*.

Os híbridos $L_5 \times L_9$, $L_2 \times L_5$, $L_5 \times L_8$, $L_3 \times L_5$, $L_5 \times L_7$ e $L_7 \times L_{10}$ se destacaram com produtividades médias entre 17510 a 14917 kg ha^{-1} , apresentado-se de resistência a moderadamente resistentes para as principais doenças foliares.

Foram observados efeitos significativos de capacidade geral de combinação, em todas as características avaliadas, indicando assim que as linhagens diferiram na frequência de alelos favoráveis (**Tabela 2**). Neste contexto, as linhagens com melhores \hat{g}_i s para produtividade foram L_5 , L_9 e L_{10} , destacando-se a L_5 que se encontra em 83% dos híbridos promissores, podendo ser utilizada como linhagem testadora no programa de melhoramento de milho superdoce.

As linhagens L_5 , L_9 e L_{10} também se destacaram com estimativas de g_i s negativas para nota de severidade à *P. polysora* e, a linhagem L_{10} , apresentou ainda estimativas de g_i negativas para *E. turcicum* e *P. zae*, contribuindo para reduzir as notas de severidade destas doenças nos cruzamentos em que participaram.

Para a capacidade específica de combinação (s_{ij}) os efeitos foram significativos apenas para produtividade de espigas, mancha branca e *P. polysora* (**Tabela 2**), indicando que determinadas combinações híbridas apresentam comportamento diferente que não podem ser explicadas apenas pela média dos pais e suas \hat{g}_i s (Cruz et al., 2004). Dentre os híbridos citados anteriormente como os mais produtivos, as estimativas de s_{ij} variaram de 2409 a 397 kg ha^{-1} .

Os efeitos significativos de g_i e s_{ij} para produtividade, resistência a mancha branca e *P. polysora* demonstraram que tanto os efeitos aditivos e não aditivos foram importantes para estas características, semelhante ao encontrado por Lemos et al. (2002) e Teixeira et al. (2001) para produtividade de espiga com palha. Contudo, para resistência à *E. turcicum* e *P. Zae* somente forma observados efeitos significativos de g_i , indicando uma preponderância dos efeitos aditivos no controle destas características. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2001), Silva & Moro (2004), Brewbaker et al. (2011), Colombo et

al. (2014), que relataram a predominância dos efeitos aditivos para resistência as principais doenças foliares em milho comum. Entretanto, Nihei & Ferreira (2012) verificaram que os efeitos não aditivos foram mais importantes para resistência à *E. turcicum*, *P. polysora* e *P. zeae*, em milho comum, e Sanches et al. (2011) verificaram o mesmo para *P. zeae*, em milho pipoca.

Houve correlação significativa entre produtividade e nota de severidade à *P. polysora*, com valor igual a -0,31, indicando uma associação entre produtividade e a maior resistência à esta doença. A baixa correlação entre produtividade e resistência à doenças foliares é devida a colheita do milho superdoce ser realizada em estágio de milho verde, quando os danos causados pelos patógenos tem efeito menor. Contudo, genótipos com baixa resistência a doenças foliares poderão sofrer danos na produtividade com a ocorrência de epidemias durante ou logo após o florescimento.

CONCLUSÕES

As Linhagens L₅, L₉, L₁₀, L₈ e L₃ apresentam as melhores estimativas de g_i, contribuindo para o aumento da produtividade e da resistência as doenças foliares estudadas.

Os híbridos L₅xL₉, L₂xL₅, L₅xL₈, L₃xL₅, L₅xL₇ e L₇xL₁₀ apresentam desempenho superior para produtividades, sendo resistentes e moderadamente resistentes as doenças.

Existe associação significativa do aumento da resistência à *P. polysora* com o aumento da produtividade.

Os efeitos aditivos foram os mais importantes para todas as características avaliadas, sendo os não aditivos significativos para produtividade e resistência à mancha branca e à *P. polysora*.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Londrina e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2*, utilizando o esquema dialélico parcial**. Botucatu, 2002, 101p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

BARBIERI, V.H.B; SOUZA JÚNIOR, C.L. Melhoramento genético do milho doce. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/VHBBarberi-200801-Resumo.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

BREWBAKER, J.L.; KIM, S.K.; SO, Y.S.; LOGRONO, M.; MOON, H.G.; MING, R.; LU, X.W.; JOSUE, A.D. Partial Resistance in Maize to Southern Rust (*Puccinia polysora* Underw.). **Crop Science**. Vol. 51, No. 4, 2011

CHANDLER, M.A.; TRACY, W.F. Vegetative phase change among sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids varying for reaction to common rust (*Puccinia sorghi* Schw.). **Plant Breeding**. 126, 569-573, 2007.

COLOMBO, G.A.; VAZ-DE-MELO, A.; TAUBINGER, M., TAVARE, R.C.; SILVA, R.R. Análise dialélica para resistência a ferrugem polissora em milho em diferentes níveis de adubação fosfatada. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 65-71, 2014

GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

LEMOES, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 167-170, junho 2002.

NIHEI, T.H.; FERREIRA, J.M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.369-377, 2012.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; PEREIRA, M.G.; BRESSAN-SMITH, R. Caracterização e avaliação agrônômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 283 - 288, 2006.

PATAKY, J.K., DU TOIT, L. J., REVILLA, P., TRACY, W. F. Reactions of open-pollinated sweet corn cultivars to Stewart's wilt, common rust, northern leaf blight, and southern leaf blight. **Plant disease**. v. 82, n. 8, p. 939-944, 1998.

REIS, S.R. **Desenvolvimento de genótipos de milho doce: avaliação de genitores e híbridos**. Campos dos Goytacazes, 2009, 64p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

SANCHES, R.E.; SCAPIM, C.A.; TESSMANN, D.J.; VIEIRA, R.A.; RODOVALHO, M.A.; MILANI, K.F. Genetic analysis of tropical rust resistance in popcorn lines. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 967-971, 2011

SILVA, H.P., BARBOSA, M.P.M., NASS, L.L., CAMARGO, L.E.A. Capacidade de combinação e heterose para resistência a *Puccinia polysora* Underw. em milho. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 777-783, 2001.



SILVA, H.P.; MORO, J.R. Análise dialética da resistência a *Phaeosphaeria maydis* em milho. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba , v. 61, n. 1, p. 36-42, Feb. 2004 .

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.438488, 2001.

Tabela 1 - Quadrados médios com base em médias de tratamentos e de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), níveis de significância e as médias das testemunhas e dos híbridos para as características peso de espigas com palha (PE, em kg ha⁻¹) e notas de severidade de Mancha branca (MB), *Puccinia polysora* (PP), *Exserohilum turcicum* (ET) e *Physopella zeae* (PZ).

FV	GL	PE	MB ^τ	PP ^τ	ET ^τ	PZ ^τ
Quadrados Médios						
Híbridos Experimentais (H)	44	3076587,1 ^{**}	0,0581 ^{**}	0,0463 ^{**}	0,0608 ^{**}	0,0364 ^{**}
CGC	9	6893759,3 ^{**}	0,1940 ^{**}	0,1093 ^{**}	0,2162 ^{**}	0,1173 ^{**}
CEC	35	2095028,6 ^{**}	0,0231 ^{**}	0,0301 ^{**}	0,0208 ^{ns}	0,0157 ^{ns}
Testemunhas	2	6437118,0 ^{**}	0,0000 ^{ns}	0,4533 ^{**}	0,0239 ^{ns}	0,0062 ^{ns}
Testemunhas vs H	1	12966558,9 ^{**}	0,1141 ^{**}	0,0735 ^{**}	0,1267 ^{**}	0,0012 ^{ns}
Erro	88	928538,1	0,0092	0,0184	0,0131	0,0141
CV%		12,2	10,4	12,0	10,0	9,6
Médias						
Tropical Plus		13141b	2,0a	6,7a	2,7	4,7
Balu01		15537a	2,0a	2,0b	3,3	4,3
Balu34		18213a	2,0a	2,0b	3,7	5,0
Média dos Híbridos		13483	2,7	3,9	4,1	4,6
Máximo dos Híbridos		17510	5,0	5,7	6,7	6,7
Mínimo dos Híbridos		9289	2,0	2,0	2,7	3,0

ns, *, e **: não significativo e significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente. τ: quadrados médios e coeficiente de variação (CV%) com base na análise de notas de severidade (x) transformadas para \sqrt{x} . Médias seguidas pelas mesmas letras pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (g_i) para as características peso de espigas com palha (PE, em kg ha⁻¹) e notas de severidade de Mancha branca (MB), *Puccinia polysora* (PP), *Exserohilum turcicum* (ET) e *Physopella zeae* (FB), e capacidade específica de combinação (s_{ij}) para PE, a partir do dialelo de dez linhagens (L_i) de milho superdoce.

L_i	Estimativas de g_i					Estimativas de s_{ij} para PE									
	PE	MB	PP	ET	FB	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	
L_1	-1379	-0,2	0,3	1,0	0,5	-946	-832	308	-1052	1116	-1539	779	1013	1153	
L_2	-1022	-0,2	0,5	0,0	-0,2		676	1511	2104	526	-2929	-154	-1020	232	
L_3	155	-0,3	0,1	0,6	-0,8			1681	297	124	-1936	-1024	877	137	
L_4	-391	0,6	0,2	-0,9	-0,5				-2164	1547	1241	-876	-1927	-1320	
L_5	2065	0,1	-0,5	0,3	0,7					-1744	579	554	1494	-68	
L_6	-59	-0,1	0,0	0,4	0,1						611	1318	-1748	-1750	
L_7	-243	-0,5	0,6	-1,0	0,5							-213	1777	2409	
L_8	175	-0,7	0,1	-0,1	-0,3								-29	-356	
L_9	468	0,2	-0,3	0,4	0,3									-437	
L_{10}	231	1,2	-0,9	-0,8	-0,5										

Resistência a *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* e Potencial

Produtivo de Híbridos de Milho na Safrinha

**Maria Elisa A.G. Zagatto Paterniani⁽¹⁾; André L. Lourenção⁽¹⁾; Paulo B. Gallo⁽³⁾;
Eduardo Sawazaki⁽¹⁾; Renata K. Hanashiro⁽²⁾; Sara R. S. Rovaris⁽²⁾**

⁽¹⁾Pesquisadores Científicos, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP. elisa@iac.sp.gov.br ⁽²⁾Pós-graduação do IAC ⁽³⁾Pesquisador Científico, APTA Regional de Mococa, SP

RESUMO: Híbridos intervarietais de milho vêm sendo apresentados por empresas públicas para o mercado de sementes convencionais, para agricultores de média tecnologia. A resistência às pragas seria um importante atributo a ser incorporado nesses híbridos. Objetivou-se neste trabalho identificar híbridos de gerações F₂ de milho promissores quanto à produtividade, resistência à lagarta-do-cartucho e lagarta-da-espiga e estimar a heterose e seus componentes utilizando-se o método de Gardner & Eberhart (1966). Os experimentos foram desenvolvidos na safrinha de 2013, em plantios de janeiro e março, no Instituto Agronômico em Campinas e na APTA Regional de Mococa, estado de São Paulo, sob delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Avaliaram-se 36 híbridos oriundos de um dialelo completo, nove populações F₂ parentais e duas testemunhas (IAC 8046 e DKB390YG) quanto aos danos foliares provocados pela lagarta-do-cartucho, aos danos da espiga causados pela lagarta-da-espiga e à produtividade de grãos. Os híbridos que reuniram as médias mais promissoras para todos os caracteres avaliados, aliando produtividade e menores danos de causados por lagartas tanto *Spodoptera* quanto *Helicoverpa* foram: P3x P4, P3 x P9, P4 x P5, P4 x P6, e P5 x P6, P5xP7 e P5xP9, não diferindo estatisticamente da testemunha transgênica DKB 390 YG. Os genitores P2, P6 e P7 se destacaram quanto aos efeitos de pi para MG e resistência às lagartas e o P1, para MG. Constataram-se efeitos de heterose e seus componentes significativos para PG e notas de danos de *S. frugiperda* aos 60 dias (DSF 60).

Termos de indexação: *Zea mays* L.; lagarta-do-cartucho; lagarta-da-espiga

INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), e a lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), são consideradas as principais pragas do milho, tanto por causar elevados danos econômicos como pela dificuldade de controle. Cultivares transgênicas são disponibilizadas anualmente aos produtores no intuito de diminuir os prejuízos ocasionados pelas pragas. No entanto, estas tecnologias possuem diferenças com relação à eficiência de controle da lagarta-do-cartucho e de lagartas que ocorrem na espiga (Michelotto et al., 2013), além de apresentar sérios problemas com relação à eficiência no controle destas pragas. Dentre as opções para o estabelecimento de uma estratégia adequada de manejo de pragas, pode-se destacar a utilização de cultivares resistentes a insetos.

A herança da resistência de genótipos ao ataque de lagartas tem sido demonstrada como de natureza quantitativa e sua variação se deve principalmente a efeitos genéticos aditivos, embora a presença de ação gênica dominante não possa ser descartada (Williams et al., 1995).

Para o desenvolvimento de cultivares resistentes, o esquema de dialelo é uma das estratégias do melhoramento de plantas que permitem a escolha de genitores por meio do desempenho em cruzamento, possibilitando o conhecimento do potencial *per se* de variedades, híbridos ou linhagens e sua capacidade combinatória pelas estimativas de efeitos varietais e de heterose manifestada no híbrido (Hallauer & Miranda Filho 1995).

Híbridos intervarietais têm sido desenvolvidos em programas de melhoramento de milho como alternativa para o médio produtor, com

resultados expressivos de produtividade (Paterniani et al. 2010; Bernini e Paterniani, 2012) e seria de grande valia agregar a resistência às referidas pragas.

O presente trabalho tem por objetivo identificar híbridos de gerações F_2 de milho promissores quanto à produtividade, resistência à lagarta-do-cartucho e lagarta-da-espiga, bem como estimar a heterose dos híbridos e seus componentes utilizando-se o método de Gardner & Eberhart (1966).

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra de 2012/13, foram cruzadas no esquema de dialélio completo, nove populações F_2 , obtendo-se 36 híbridos. As populações genitoras, os híbridos e as testemunhas comerciais: IAC 8046 (híbrido intervarietal) e DKB 390YG (híbrido simples transgênico), foram avaliados na safra 2013 no Centro Experimental Central do Instituto Agrônomo em Campinas (IAC) em Campinas-SP (latitude 22° 54'S, longitude 47° 3'W e altitude de 600 m), e no Polo Regional do Nordeste Paulista da APTA em Mococa (latitude 21° 28'S, longitude 47° 01'W e altitude de 665 m).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,9 m entre linhas, sendo as duas linhas centrais a área útil para as avaliações. Nos dois locais a adubação de plantio foi realizada com 350 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 8-28-16 e a de cobertura com aplicações de 150 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. Não houve aplicação de inseticida.

Os caracteres avaliados foram:

a) danos foliares (DSF) observação visual dos danos causados pela lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) nas folhas de 10 plantas escolhidas aleatoriamente de cada parcela, realizados aos 60 dias após a semeadura. Utilizou-se uma escala de notas de 0 (sem danos) a 9 (cartucho totalmente destruído) de acordo com Fernandes et al. (2003), adaptada de Davis et al. (1992).

Para a identificação das espécies causadoras dos danos nas espigas de milho, que poderiam ser *S. frugiperda* e/ou *H. zea*, lagartas foram coletadas nas espigas e criadas em dieta artificial até a emergência dos adultos. A seguir, com os exemplares adultos, foram realizadas análises morfológicas e moleculares com o auxílio de pesquisadores do Centro de Fitossanidade do

IAC e do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP.

b) espigas danificadas (ED) pelas lagartas de *H. zea*, mediram-se em comprimento (cm) as galerias causadas pelas lagartas, situadas na ponta da espiga amostradas ao acaso 15 espigas por parcela e calculada em porcentagem. Para a discriminação dos danos causados na espiga foi realizada análise molecular.

c) massa de grãos (MG) por parcela, corrigida para umidade de 14% e estande ideal de 50 plantas por parcela, empregando-se o método da covariância (Vencovsky & BARRIGA, 1992).

As análises de variância individuais e conjuntas foram efetuadas, considerando-se o modelo fixo e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados referentes às notas de sintomas foram submetidos à transformação $(x + 0,5)^{1/2}$.

Para análise dialélica, foi utilizado o método de Gardner & Eberhart (1966), de acordo com o modelo

$$Y_{ij} = \mu + (v_i + v_j)/2 + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}, \quad 4:$$

onde: Y_{ij} : valor médio observado em um parental ($i=j$) ou em uma combinação híbrida ($i \neq j$); μ : média das variedades; v_i : efeito de variedade i ; v_j : efeito da variedade j ; $\theta=0$, quando $i=j$ e $\theta=1$, quando $i \neq j$; h : efeito da heterose média; h_i : efeito da heterose da variedade i ; h_j : efeito da heterose da variedade j ; s_{ij} : efeito da heterose específica; \bar{e}_{ij} : erro experimental médio.

As análises biométricas foram realizadas com o auxílio do software Genes (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os danos das lagartas foram mais expressivos na segunda época de plantio, enquanto que os valores de produtividade de grãos demonstraram maior potencial na primeira época, devida a fatores climáticos mais favoráveis à safreinha.

Nas análises de variância conjuntas foi constatada diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos para todos os caracteres avaliados. O efeito da interação T x L foi não significativo para MG, DSF-60 e DHE ($p < 0,05$).

Tabela 1. Médias dos híbridos, genitores e das testemunhas quanto aos caracteres danos de *Spodoptera frugiperda* nas folhas após 60 dias (DSF 60), porcentagem de espigas danificadas por *Helicoverpa zea* (ED) e massa de grãos (MG). Campinas e Mococa-SP. Safrinha 2013.

Híbridos	DSF-60 ^a		DHE ^a		MG ^b			
	(nota)		(cm)		(Kg ha ⁻¹)			
	Médio		Campinas	Mococa	Médio			
P1 x P2	3,5	b	3,23	b	2,7	b	7014	b
P1 x P3	3,83	a	3,5	a	3,1	a	7173	b
P1 x P4	2,83	c	3,37	a	2,6	b	7031	b
P1 x P5	3,83	a	3,1	b	3,37	a	6367	c
P1 x P6	2,78	c	3,47	a	3,2	a	6527	b
P1 x P7	3,05	b	3,7	a	3,27	a	6394	c
P1 x P8	2,31	c	3,47	a	2,57	b	6617	b
P1 x P9	2,98	b	3,4	a	3,37	a	6845	b
P2 x P3	3,02	b	3,3	b	2,6	b	6774	b
P2 x P4	3,03	b	2,77	b	3,3	a	7860	a
P2 x P5	2,65	c	3,3	b	2,77	b	7089	b
P2 x P6	2,29	c	3,03	b	2,6	b	6969	b
P2 x P7	2,5	c	3,5	a	3	b	7087	b
P2 x P8	2,58	c	3,6	a	3,23	a	6786	b
P2 x P9	2,63	c	3,33	b	2,97	b	6605	b
P3 x P4	2,6	c	3,53	a	2,97	b	7354	a
P3 x P5	2,8	c	3,4	a	2,97	b	6748	b
P3 x P6	2,64	c	3,43	a	2,77	b	7092	b
P3 x P7	2,03	c	3,47	a	3,2	a	6379	c
P3 x P8	3,03	b	3,77	a	3,13	a	6864	b
P3 x P9	2,62	c	3,47	a	3,37	a	7344	a
P4 x P5	2,03	c	3,3	b	2,83	b	7973	a
P4 x P6	2,67	c	3,3	b	3,67	a	7868	a
P4 x P7	2,33	c	3,53	a	2,87	b	7017	b
P4 x P8	2,37	c	3,8	a	3,37	a	6996	b
P4 x P9	2,31	c	3,53	a	2,87	b	6662	b
P5 x P6	2,38	c	3,5	a	3,3	a	7365	a
P5 x P7	2,6	c	3,43	a	3,37	a	7405	a
P5 x P8	3,17	b	3,7	a	3,07	a	6874	b
P5 x P9	2,46	c	3,47	a	3,17	a	7331	a
P6 x P7	2,1	c	3,6	a	3,03	b	6914	b
P6 x P8	2,43	c	3,73	a	3,03	b	6737	b
P6 x P9	2,34	c	3,2	b	3,73	a	7065	b
P7 x P8	2,46	c	3,47	a	3,23	a	7054	b
P7 x P9	2,33	c	3,37	a	3,43	a	6395	c
P8 x P9	2,48	c	3,67	a	2,97	b	6770	b
X Híbridos	2,67		3,44		3,07		6976	

P1=F₂A2555; P2=F₂DAS2B710; P3=F₂AG8060;
P4=F₂AG8088; P5=F₂ Impacto; P6=F₂ Maximus;
P7=F₂30F35; P8=F₂DKB350; P9=F₂DKB390.

Genitores	DSF-60 ^a		DHE ^a		MG ^b			
	(nota)		(cm)		(Kg ha ⁻¹)			
	Médio	Campinas	Mococa	Médio				
P1	3,54	b	3,1	b	3,4	a	4277	e
P2	2,63	c	2,97	b	2,7	b	6054	c
P3	4,17	a	3,5	a	2,73	b	5202	d
P4	3	b	3,3	b	3,27	a	5988	c
P5	2,95	b	3,17	b	3,13	a	6193	c
P6	2,14	c	3,27	b	2,7	b	6616	b
P7	2,69	c	3,53	a	3,8	a	7208	a
P8	2,66	c	3,83	a	3,13	a	5904	c
P9	2,43	c	3,3	b	2,87	b	5498	d
X genitores	2,91		3,32		3,07		5903	
Testemunhas	DSF-60 ^a		DHE ^a		MG ^b			
	(nota)		(cm)		(Kg ha ⁻¹)			
	Médio	Campinas	Mococa	Médio				
IAC 8046	2,45	c	3,57	a	3,13	a	7419	a
DKB 390 YG	1,36	c	2,93	b	2,43	b	7249	a
CV (%)	8,4		8,4		13		10,2	

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Scott & Knott ($p < 0,05$).

^aDados obtidos no primeiro plantio de safrinha; ^b dados obtidos no segundo plantio de safrinha.

Tabela 2. Estimativas de efeitos de genitores (\hat{p}_i) e desvio padrão das estimativas para danos de *Spodoptera frugiperda* nas folhas após 60 dias (DSF-60) e massa de grãos (MG), em Campinas e Mococa. Safrinha 2013.

Genitores	\hat{p}_i	
	DSF 60 ^a	MG ^b
	(nota)	kg ha ⁻¹
P1	0,165	1604
P2	-0,068	171
P3	0,312	680
P4	0,024	106
P5	0,028	310
P6	-0,217	733
P7	-0,045	1325
P8	-0,082	22
P9	-0,0116	-384
DP	0,092	360

^aDados obtidos no primeiro plantio de safrinha;

^bDados obtidos no segundo plantio de safrinha.

Na análise dialélica, houve significância de todos os efeitos (tratamentos, p_i , h e seus componentes) para DSF60 e MG. Para DHE, não houve efeito da heterose, apenas de parentais (p_i).

Nos experimentos de Mococa e Campinas a identificação das lagartas por análise morfológica e molecular comprovou que 10% eram *Spodoptera frugiperda* e 90% *Helicoverpa zea*. As médias das notas de DSF 60 foram estratificadas pelo teste de Scott-Knott em 3 grupos (Tabela 1), observando-se que 75% dos híbridos apresentaram notas de danos nas folhas equivalentes à testemunha transgênica.

Em relação a espigas atacadas (EA), os híbridos apresentaram médias que oscilaram entre 40,3 a 25,3%. Nove híbridos se destacaram por apresentar as menores médias e doze híbridos não diferiram estatisticamente da testemunha transgênica.

Para MG houve estratificação em cinco grupos para os híbridos e genitores nos dois locais. Oito híbridos e o parental P7 tiveram médias equivalentes às testemunhas. Os híbridos que reuniram as médias mais promissoras para todos os caracteres avaliados, aliando produtividade e menores danos de causados por lagartas tanto *Spodoptera* quanto *Helicoverpa* foram: P3x P4, P3 x P9, P4 x P5, P4 x P6, e P5 x P6, P5xP7 e P5xP9, não diferindo estatisticamente da testemunha transgênica DKB 390 YG.

Os genitores P2, P6 e P7 se destacaram quanto aos efeitos de p_i para MG e resistência às lagartas e o P1, para MG.

As análises dialélicas demonstraram efeitos de aditividade e dominância no controle genético da produtividade de grãos e resistência a *Spodoptera* (DSF60), enquanto que para resistência a *Helicoverpa* (DHE) houve apenas efeitos de aditividade.

CONCLUSÕES

Evidenciaram-se híbridos de F_2 com elevada produtividade de grãos e baixos valores de danos causados por *S. frugiperda* e *H. zea*, compatíveis com a testemunha transgênica.

As populações P2, P6 e P7 possuem bom potencial *per se* e podem ser indicadas para programas de melhoramento de milho visando à produtividade de grãos e resistência à *Helicoverpa* e *Spodoptera*. P1 se destacou pelo potencial *per se* para MG.

As análises dialélicas evidenciaram efeitos de aditividade e dominância no controle genético da produtividade de grãos e da resistência a *Spodoptera* (DSF60), enquanto que para resistência a *Helicoverpa* (DHE) houve apenas efeitos de aditividade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas Dr. Celso Omoto e Dr. Sinval Silveira Neto, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelas análises morfológicas das lagartas e à Dra. Maria Imaculada Zucchi pelas análises moleculares.

REFERÊNCIAS

- BERNINI, C.S.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Estimativas de parâmetros de heterose em híbridos de populações F_2 de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 56-62, 2012.
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross dial and related populations. *Biometrics*, North Carolina, v.22, p.439-452, 1966.
- MICHELOTTO, M.D.; FINOTO, E.L.; DUARTE, A.P. Interação entre transgênicos (*Bt*) e inseticidas no controle de pragas-chave em híbridos de milho safrinha. *Arquivos do Instituto Biológico*. v. 78, p.71-79, 2011.
- PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; BERNINI, C.S.; GUIMARÃES, P.S.; DONÁ, S.; GALLO, P.B.; DUARTE, A.P. Potencial produtivo e heterose de híbridos de populações F_2 de milho no estado de São Paulo. *Caderno de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 27, n. 1/3, p. 29-46, 2010.
- WILLIAMS, W.P.; BUCKLEY, P.M.; DAVIS, F.M. Combining ability in maize for fall armyworm and southwestern corn borer resistance based on a laboratory bioassay for larval growth. *Theoretical and Applied Genetics*, v.90, p.275-278, 1995.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Respostas diretas e correlacionadas à seleção em milho em ambientes com e sem estresse hídrico

Melina Teixeira Andrade⁽¹⁾; Thiago Ricielli de Paula Aragão⁽²⁾; Claudio Lopes de Souza Junior⁽³⁾

⁽¹⁾Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo – ESALQ/USP; Piracicaba, SP; melinateixeira@usp.br; Bolsista CNPq; ⁽²⁾Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas; ESALQ/USP; thiagoricelli@usp.br; Bolsista CNPq; ⁽³⁾Professor titular do Departamento de Genética; ESALQ/USP; clsouza@usp.br.

RESUMO: Devido à dificuldade de seleção de híbridos de milho produtivos tolerantes ao estresse hídrico, caracteres correlacionados à produção de grãos devem ser avaliados. Objetivou-se analisar as correlações entre caracteres relacionados ao estresse hídrico em milho e avaliar o efeito da seleção indireta sobre esses, na presença e ausência de estresse. Foram avaliadas 300 progênies de retrocruzamentos em três ambientes sem estresse hídrico (grupo SE) e três com estresse (grupo CE), nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Os caracteres avaliados foram produção de grãos (PG), *stay green* (SG), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo entre florescimentos (IF). Foram realizadas análises de variância e covariância para estimação das correlações genéticas entre caracteres e foram calculadas respostas diretas e correlacionadas à seleção entre caracteres, nos grupos SE e CE, e entre grupos para um mesmo caráter. A seleção direta para PG, FM e IF foi mais eficiente no grupo CE em relação ao SE, enquanto para SG e FF a resposta à seleção foi maior no SE. Entre caracteres, nos dois grupos, a seleção direta foi mais efetiva que a indireta. A PG foi correlacionada negativamente com todos os demais caracteres, com exceção do IF em CE. A seleção para precocidade resultou em menores notas de SG. A seleção indireta entre grupos só foi mais eficiente que a direta para SG, com seleção no grupo SE e resposta no CE. Logo, caracteres correlacionados à PG devem ser incluídos nos índices de seleção para o melhoramento de genótipos tolerantes ao estresse hídrico.

Termos de indexação: melhoramento genético; *stay green*; resposta correlacionada à seleção.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos dos híbridos de milho é afetada pelo estresse hídrico, principalmente em períodos de seca e de adversidades climáticas, como os veranicos. Logo, os programas de melhoramento têm dado atenção especial à seleção de genótipos tolerantes ao estresse hídrico. No entanto, esse tipo de seleção é difícil, pois as avaliações devem ser realizadas em condições controladas e os caracteres relacionados interagem fortemente com o ambiente. Assim, a avaliação de caracteres secundários correlacionados à produção de grãos, como intervalo entre os florescimentos masculino e feminino e *stay green*, tem sido usada estrategicamente. O *stay green*, também conhecido como senescência retardada é um termo dado às plantas que apresentam atividade fotossintética aumentada nos estágios finais, além de maior duração da fotossíntese, permanecendo verdes por mais tempo (Câmara et al., 2007).

Investigar as correlações entre esses caracteres e as alterações provocadas em um determinado caráter devido à seleção praticada em outro, ou como um determinado caráter se comporta ao ser avaliado em um ambiente diferente daquele em que vai ser cultivado, é importante para o melhoramento visando à obtenção de genótipos mais adaptados e para verificar as condições experimentais mais adequadas para a seleção. Ao se conhecer as correlações entre os caracteres, pode-se incluí-los em índices de seleção, que vão auxiliar os programas de melhoramento. E na impossibilidade de avaliação de um caráter de interesse, pode-se avaliar outro que seja altamente correlacionado a ele (Hallauer et al., 2010).

Com este estudo, objetivou-se analisar as correlações entre caracteres relacionados ao estresse hídrico em milho e avaliar o efeito da seleção indireta sobre esses caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

A geração F₁ obtida do cruzamento entre as linhagens de milho L08-05F e L38-05D, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), foi autofecundada. Cem progênies descendentes foram retrocruzadas com as linhagens genitoras e com a F₁, gerando 300 progênies de retrocruzamentos, de acordo com o delineamento genético *triple test cross*. As progênies de retrocruzamentos foram avaliadas nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010, em seis ambientes. Durante a condução dos experimentos foi observado estresse hídrico em alguns ambientes, que foi confirmado por uma redução na produtividade de quase 40%. Dessa forma esses ambientes foram divididos em dois grupos (sem estresse – SE e com estresse – CE). O delineamento experimental utilizado foi um alfa-látice 15x20, com duas repetições, em que cada parcela foi constituída de uma linha de 4,00 m com espaçamento de 0,80 m entre parcelas e 0,20 m entre plantas (62.500 plantas ha⁻¹).

Foram realizadas análises de variância (ANAVAs) utilizando o PROC GLM do SAS, para os caracteres produção de grãos (PG, em t ha⁻¹), ajustado para 15% de umidade e para o estande médio; *stay green* (SG), ajustado para o florescimento feminino, com notas de um a cinco, sendo nota um atribuída a planta totalmente verde e nota cinco à planta totalmente seca (Câmara et al., 2007); florescimento masculino (FM, em dias); florescimento feminino (FF, em dias) e intervalo entre florescimentos (IF, em dias). SG, FM, FF e IF são caracteres secundários do melhoramento de milho, de fácil avaliação, que permitem inferir sobre a tolerância ao estresse hídrico. Em seguida foram realizadas análises de covariância (ANCOVAs) entre os caracteres para cada grupo e entre grupos para o mesmo caráter. Com base nas esperanças dos produtos médios das ANCOVAs foram calculadas as estimativas de covariância genética entre os caracteres (e grupos) x e y ($C\hat{O}V_{Gxy}$). As estimativas dos coeficientes de correlação genética (\hat{r}_{Gxy}) foram obtidas pela expressão $C\hat{O}V_{Gxy}/\sqrt{\hat{\sigma}_{Gx}^2 \hat{\sigma}_{Gy}^2}$ em que, $\hat{\sigma}_{Gx}^2$ e $\hat{\sigma}_{Gy}^2$ são as estimativas das variâncias genéticas das progênies de retrocruzamento para os caracteres/grupos x e y , respectivamente, obtidas a partir das esperanças

dos quadrados médios das ANAVAs. Para testar a hipótese de nulidade dos coeficientes de correlação genética foi utilizado o teste t de Student, obtido pela expressão $\hat{r}_{Gxy}/s(\hat{r}_{Gxy})$ em que $s(\hat{r}_{Gxy})$ se refere ao desvio padrão do coeficiente de correlação genética, empregando a metodologia descrita por Falconer & Mackay (1996).

As respostas diretas e correlacionadas à seleção foram calculadas de acordo com Vencovsky & BARRIGA (1992) pelas expressões $Rs_x = i \hat{\sigma}_{Gx}^2 / \sqrt{\hat{\sigma}_{Fx}^2}$ e $RCs_{y|x} = i C\hat{O}V_{Gxy} / \sqrt{\hat{\sigma}_{Fx}^2}$ em que Rs_x é a resposta direta à seleção para o caráter x ; $RCs_{y|x}$ é a resposta correlacionada à seleção para o caráter/grupo y , praticando a seleção no caráter/grupo x ; i é o coeficiente de seleção estandardizado para seleção truncada com intensidade de seleção de 10%, sendo $i = 1,76$; e $\hat{\sigma}_{Fx}^2$ é a estimativa de variância fenotípica em nível de médias de progênies para o caráter x . As respostas à seleção foram obtidas em porcentagem pela expressão $100(Rs_x \text{ ou } RCs_{x|y})/\bar{x}_x$ em que \bar{x}_x é a média fenotípica do caráter x .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média do grupo SE foi de 7,43 t ha⁻¹, enquanto a do grupo CE foi 4,70 t ha⁻¹, correspondendo a uma redução de 2,73 t ha⁻¹, ou seja, quase 40%.

Todas as estimativas dos coeficientes de correlações genéticas (\hat{r}_G) foram significativas, exceto a \hat{r}_G entre SG e IF, no grupo CE. De forma geral, as demais \hat{r}_G apresentaram valores próximos nos dois grupos, variando de -0,82 a 0,98, com destaque para a \hat{r}_G entre FM e FF, que foi muito próxima a 1,0, nos dois grupos, e entre PG e FM, e PG e FF no grupo CE, que foram negativas e também altamente correlacionadas. As exceções foram para a \hat{r}_G entre PG e IF, que foi negativa no grupo SE e positiva e pouco correlacionada no grupo CE; e entre FM e IF que foi negativa em CE e positiva e pouco correlacionada em SE (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Correlações genéticas (\hat{r}_G) entre os caracteres produção de grãos (PG), *stay green* (SG), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo entre florescimentos (IF), nos grupos sem estresse (SE, acima da diagonal) e com estresse (CE, abaixo da diagonal).

CE/SE	PG	SG	FM	FF	IF
PG	-	-0,55**	-0,75**	-0,82**	-0,53**

SG	-0,63**	-	0,22**	0,28**	0,29**
FM	-0,81**	0,18**	-	0,97**	0,16**
FF	-0,81**	0,23**	0,98**	-	0,39**
IF	0,31**	0,11 ^{ns}	-0,51**	-0,31**	-

^{ns} e ** não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

As \hat{r}_G entre os dois grupos foram significativas e de alta magnitude para todos os caracteres, variando de 0,77 para IF a 1,00 para SG (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Correlações genéticas (\hat{r}_G) entre os grupos sem e com estresse, para os caracteres produção de grãos (PG), *stay green* (SG), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo entre florescimentos (IF).

Caracteres	PG	SG	FM	FF	IF
\hat{r}_G	0,91**	1,00**	0,85**	0,96**	0,77**

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*.

As respostas diretas à seleção (Rs) foram positivas para todos os caracteres, nos dois grupos. No grupo CE, a Rs para PG, FM e IF foi maior, em porcentagem, que no SE, o que sugere que, para esses caracteres, quando avaliados em programas de melhoramento sob condições de estresse hídrico, pode-se esperar altas respostas à seleção já nos primeiros ciclos, pois além da presença de variabilidade, existe uma baixa adaptação das populações às condições de estresse, apresentando frequentemente menor produção de grãos, menor precocidade e maior intervalo entre florescimentos, quando comparadas aos selecionados sem a presença de estresse, nas mesmas condições tecnológicas. Enquanto para SG e FF a resposta à seleção direta foi maior no grupo SE (**Tabelas 3 e 4**).

Tabela 3 – Resposta direta a seleção (Rs, na diagonal) e resposta correlacionada à seleção (RCs), selecionando o caráter da linha (X) para resposta no caráter da coluna (Y), na condição sem estresse.

X\Y ^{/1}	PG	SG	FM	FF	IF
PG	1,57 (21,15%)	-0,21 (-5,74%)	-1,68 (-2,45%)	-1,99 (-2,86%)	-0,31 (-33,96%)
SG	-0,77 (-10,36%)	0,33 (9,26%)	0,45 (0,66%)	0,60 (0,87%)	0,15 (16,11%)
FM	-1,22 (-16,42%)	0,09 (2,44%)	2,34 (3,42%)	2,44 (3,51%)	0,10 (10,67%)
FF	-1,35 (-18,14%)	0,11 (3,04%)	2,27 (3,32%)	2,51 (3,61%)	0,23 (25,79%)

IF	-0,67 (-8,97%)	0,08 (2,36%)	0,29 (0,42%)	0,75 (1,07%)	0,46 (50,46%)
----	-------------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

^{/1} PG: produção de grãos; SG: *stay green*, FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; IF: intervalo entre florescimentos.

As respostas correlacionadas à seleção (RCs) para PG foram negativas para seleção em todos os caracteres, exceto no IF do grupo CE, que foi positiva. Em vista disso, a seleção para redução na nota de SG e maior precocidade, nos dois grupos de ambientes, acarretou um aumento da PG, que é o resultado desejado pelos melhoristas, sendo mais expressivo no grupo CE. Da mesma forma, no grupo SE, ao se fazer seleção para redução do IF pode haver um incremento na PG, pois esses caracteres são negativamente correlacionados. As RCs para PG com seleção para redução de FM e FF no grupo CE, foram superiores a essas mesmas RCs no grupo SE (**Tabelas 3 e 4**). Considerando a seleção para PG em um ambiente diferente daquele a ser cultivado, observou-se que a maior eficiência foi alcançada quando a seleção foi praticada no grupo CE para resposta no SE, ou seja 1,47 em relação à seleção direta que foi 1,57 (eficiência de 93,63%). Enquanto a RCs quando a seleção foi praticada no SE para resposta no CE foi de 1,18 em relação a 1,34 da seleção direta (eficiência de 88,05%) (**Tabelas 3, 4 e 5**).

Tabela 4 – Resposta direta a seleção (Rs, na diagonal) e resposta correlacionada à seleção (RCs), selecionando o caráter da linha (X) para resposta no caráter da coluna (Y), na condição com estresse.

X\Y ^{/1}	PG	SG	FM	FF	IF
PG	1,34 (28,47%)	-0,19 (-4,58%)	-2,03 (-3,06%)	-1,85 (-2,78%)	0,18 (39,69%)
SG	-0,68 (-14,48%)	0,25 (5,89%)	0,37 (0,56%)	0,42 (0,63%)	0,05 (11,01%)
FM	-1,08 (-23,08%)	0,06 (1,34%)	2,53 (3,81%)	2,24 (3,36%)	-0,29 (-64,56%)
FF	-1,07 (-22,70%)	0,07 (1,63%)	2,41 (3,64%)	2,24 (3,36%)	-0,17 (-39,08%)
IF	0,34 (7,30%)	0,03 (0,64%)	-1,04 (-1,57%)	-0,59 (-0,88%)	0,46 (103,36%)

^{/1} PG: produção de grãos; SG: *stay green*, FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; IF: intervalo entre florescimentos.

Tabela 5 – Resposta correlacionada à seleção em grupos de ambientes diferentes, para os caracteres produção de grãos (PG), *stay green* (SG), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo entre florescimentos (IF).

Grupos de resposta	PG	SG	FM	FF	IF
Sem estresse (SE)	1,47 (19,74%)	0,32 (8,8%)	1,97 (2,87%)	2,33 (3,35%)	0,37 (41,16%)
Com estresse (CE)	1,18 (25,23%)	0,27 (6,42%)	2,16 (3,26%)	2,21 (3,32%)	0,33 (75,53%)

Para SG, uma porcentagem negativa, resulta na redução da nota e, conseqüentemente, na maior expressão do caráter, ou seja, as plantas permanecem verdes por mais tempo. Foi o que ocorreu com a seleção indireta pelo caráter PG, em que o aumento deste acarretou uma diminuição da nota de SG. Possivelmente esse pode ser o motivo que explica o fato dos híbridos atuais apresentarem forte expressão do SG, mesmo sem ter sido feita seleção para o mesmo ao longo da história do melhoramento de milho. A PG foi o caráter que apresentou maior RCs para SG. A seleção para maior precocidade (menores FM e FF) também resultou em menores notas de SG, pois esses caracteres são positivamente correlacionados. As RCs para os caracteres FM, FF e IF apresentaram valores de baixa magnitude (**Tabelas 3 e 4**). Considerando a seleção em condições opostas à de cultivo, observou-se que a maior eficiência foi alcançada quando a seleção foi praticada no grupo SE para resposta no CE, ou seja, 0,27 em relação à seleção direta que foi 0,25 (eficiência de 108,00%). A RCs para a seleção praticada no CE com resposta no SE foi de 0,32 em relação à 0,33 da seleção direta (eficiência de 96,97%) (**Tabelas 3, 4 e 5**).

Para os caracteres FM e FF a eficiência da seleção direta foi muito semelhante, em ambos os grupos, bem como a seleção indireta dentro de um mesmo grupo, o que pode ser explicado pela alta correlação genética existente entre esses caracteres. A seleção indireta mais eficiente foi observada com o seu caráter par, ou seja, os melhores resultados para FM foram observados quando a seleção foi feita no caráter FF e vice-versa, em ambas as condições de estresse (**Tabelas 1, 3 e 4**). Por sua vez, a seleção desses caracteres em uma condição diferente da de cultivo não diferiu muito da seleção na própria condição. No grupo SE em relação à seleção direta, as eficiências foram de 84,19% para FM e 92,83% para FF; e no grupo CE em relação à seleção direta, as

eficiências foram de 85,38% para FM e 98,66% para FF. Esses resultados podem ser vantajosos num programa de melhoramento, pois caso ocorra uma variação ambiental indesejada, a seleção para esses caracteres não será muito afetada (**Tabela 5**).

Para IF, na maioria dos casos a seleção indireta no CE apresentou maiores valores que a seleção indireta SE. Sob estresse, selecionando-se plantas mais precoces e também plantas mais produtivas, houve um aumento médio do IF, na média das progênies, o que é uma desvantagem para o programa de melhoramento. Porém, como trata-se de um aumento médio, nada impede que haja uma planta produtiva e precoce com baixo IF. Já em SE, o aumento de PG provocou uma redução do IF e a seleção de genótipos com menores notas de SG também acarretou menores IF (**Tabelas 3 e 4**). Desse modo, a seleção visando a diminuir o IF deve ser avaliada com ressalvas em condições de estresse. Adicionalmente, a seleção em uma condição diferente para esse caráter, resultou em ganhos elevados, mas ainda menores que a seleção direta, já que a eficiência da seleção indireta quando foi praticada no grupo CE para resposta no SE, ou seja, 0,37 em relação à seleção direta que foi 0,46 (eficiência de 80,43%) foi maior que quando a seleção foi praticada no SE com resposta no CE, que foi de 0,33 em relação à 0,46 da seleção direta (eficiência de 71,74%) (**Tabelas 3, 4 e 5**).

Dado que os caracteres SG, FM, FF e IF são frequentemente reportados na literatura como relacionados à tolerância ao estresse hídrico em milho e sendo a tolerância difícil de ser avaliada, sugere-se que estes caracteres secundários sejam incluídos nos índices de seleção, podendo resultar em cultivares mais produtivas e estáveis, em condições climáticas adversas.

CONCLUSÕES

A seleção direta é mais eficiente que a seleção indireta entre caracteres, nos dois grupos de ambientes.

A PG é correlacionada negativamente com todos os demais caracteres, com exceção do IF no grupo CE.

O fato da PG e SG serem negativamente correlacionados pode explicar como os híbridos de milho modernos apresentam baixas notas de SG sem ter sido feita seleção para esse caráter.

A seleção para precocidade resulta em plantas com maior SG.

Entre grupos a seleção indireta só foi mais eficiente que a direta para o caráter SG com seleção no grupo SE e resposta no CE.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e dos funcionários de campo e laboratório do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, T. M. M.; BENTO, D. A. V.; ALVES, G. F.; SANTOS, M. F.; MOREIRA, J. U. V.; SOUZA JUNIOR, C. L. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. **Bragantia**, Campinas, v. 66, p. 595-603, 2007.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 1996. 464 p.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3 ed. New York: Springer, 2010. 663 p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

Seleção de populações de retrocruzamento para extração de linhagens de milho

Thiago Ricielli de Paula Aragão⁽¹⁾; Melina Teixeira Andrade⁽²⁾; Claudio Lopes de Souza Junior⁽³⁾

⁽¹⁾ Doutorando em genética e melhoramento de plantas; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); Piracicaba, SP; thiagoricelli@usp.br; Bolsista CNPq; ⁽²⁾ Doutoranda em genética e melhoramento de plantas; ESALQ/USP; melinateixeira@usp.br; Bolsista CNPq ⁽³⁾ Professor titular do Departamento de Genética; ESALQ/USP; clsouza@usp.br.

RESUMO: Populações de retrocruzamento são fontes importantes para o desenvolvimento de novas linhagens e para o melhoramento de híbridos de milho. Logo, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial de duas populações de retrocruzamento, cruzadas com dois testadores, para a obtenção de linhagens. Cem progênies $F_{2:3}$ foram retrocruzadas para ambas linhagens genitoras L-08-05F (RC_1) e L-38-05D (RC_2) e as progênies de retrocruzamento foram cruzadas com duas linhagens testadoras, L-02-03D (T_1) e L-04-05F (T_2), resultando em duas populações com 200 testecrosses (100 RC_1T_1 , 100 RC_2T_1 , 100 RC_1T_2 e 100 RC_2T_2). Os testecrosses foram avaliados em dez ambientes e com base nas análises de variâncias conjuntas foi estimada para cada população de retrocruzamento cruzada com cada testador a variância genética entre testecrosses, variância fenotípica com base em médias, variância da interação testecrosses x ambientes, coeficiente de herdabilidade e resposta esperada com a seleção (RS). Os testecrosses da população RC_2 cruzada com o testador L-02-03D apresentaram a maior média de produção de grãos, maior variabilidade genética, coeficiente de herdabilidade elevado e a maior RS , 0,78 t ha⁻¹ ou 9,91%. A interação testecrosses x ambientes foi significativa para as duas populações cruzadas com ambos os testadores. O testador L-02-03D contribuiu para elevar a média de produção de grãos, variabilidade genética e RS . Portanto, a população de retrocruzamento RC_2 tem maior potencial para extração de linhagens e a linhagem elite L-02-03D é superior à L-04-05F como testador.

Termos de indexação: melhoramento genético, produção de grãos, testecrosses.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente de 50% a 60% do incremento na produtividade do milho nas últimas décadas são atribuídos ao contínuo melhoramento genético de híbridos, através da seleção de novas linhagens endogâmicas, as quais são utilizadas como genitoras dos novos híbridos (Duvick, 2005).

Dentre as diversas fontes de germoplasmas disponíveis para o desenvolvimento de novas linhagens endogâmicas, as populações de base genética estreita, como as populações de retrocruzamentos, são amplamente utilizadas nos programas privados de melhoramento genético de milho (Souza Junior et al., 2010).

Uma vez que o sucesso do melhoramento genético é determinado pela escolha das fontes de germoplasma (Fountain & Hallauer, 1996), a avaliação e identificação das melhores populações para a obtenção de linhagens é de suma importância dentro de um programa de melhoramento.

Tipicamente, a avaliação destas populações é realizada por meio da performance produtiva de suas progênies cruzadas com uma ou mais linhagens testadoras (Bernardo, 1996), e uma das principais ferramentas para analisar de forma técnica diferentes populações dentro um programa de melhoramento, é a obtenção da resposta à seleção.

Assim, este trabalho teve como objetivo analisar o potencial de duas populações de retrocruzamento de milho, cruzadas com dois testadores, para a obtenção de linhagens.

MATERIAL E MÉTODOS

Material genético

A partir do cruzamento entre as linhagens endogâmicas L-08-05F (P_1 – grãos duros e

alaranjados) e L-38-05D (P_2 – grãos dentados e amarelos) foi obtida a geração F_1 e posteriormente por meio de autofecundação uma população F_2 . Desta população uma amostra de 100 plantas foi autofecundada gerando 100 progênies $F_{2:3}$, as quais foram retrocruzadas com ambas as linhagens genitoras, resultando em duas populações de retrocruzamento (RC_1 e RC_2), com 100 progênies cada, no ano agrícola 2007/08. No inverno de 2008, as progênies de retrocruzamento foram cruzadas com duas linhagens elites testadoras, L-02-03D (T_1 – grãos dentados e amarelos) e L-04-05F (T_2 – grãos duros e alaranjados), gerando assim 200 testecrosses para cada população de retrocruzamento (100 RC_1T_1 , 100 RC_2T_1 , 100 RC_1T_2 e 100 RC_2T_2). Todas as linhagens utilizadas foram obtidas pelo Programa de Melhoramento de Milho do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

Delineamento e análises estatístico-genéticas

Os testecrosses foram avaliados nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10 em dez ambientes, sendo a combinação local x ano agrícola considerada como um ambiente distinto. Os locais de avaliação foram as Estações Experimentais pertencentes ao Departamento de Genética da ESALQ/USP localizadas no município de Piracicaba/SP, mas com diferentes tipos de solo e presença ou ausência de irrigação por aspersão convencional.

Os testecrosses, RC_1T_1 , RC_2T_1 , RC_1T_2 e RC_2T_2 , foram avaliados em experimentos alocados em áreas adjacentes no mesmo ambiente, sendo utilizado o delineamento alfa-látice 5x20, com duas repetições, em que cada parcela foi constituída de uma linha de 4,00 m com espaçamento de 0,80 m entre parcelas e 0,20 m entre plantas, correspondendo a uma população de 62.500 plantas ha^{-1} . Foi analisado o caráter produção de grãos ($t\ ha^{-1}$) ajustado para 15,5% de umidade e pelo estande médio da parcela.

Foram realizadas análises de variâncias individuais e a partir destas, utilizando as médias ajustadas e os erros efetivos, foram realizadas análises de variâncias conjuntas entre os ambientes para cada população de retrocruzamento em seu cruzamento com cada um dos testadores conforme o modelo matemático aleatório:

$$Y_{ij} = m + t_i + a_j + ta_{ij} + e_{ij},$$

em que Y_{ij} é o valor da produção de grãos do i -ésimo testecross, no j -ésimo ambiente; m é a média geral; t_i é o efeito aleatório do testecrosses i , sendo $i = 1, \dots, 100$; a_j é o efeito aleatório do ambiente j , sendo $j = 1, \dots, 10$; ta_{ij} é o efeito aleatório da ij -ésima interação testecrosses x ambientes; e_{ij} é o erro efetivo médio associado à observação Y_{ij} .

As variâncias genéticas entre testecrosses [$\hat{\sigma}_t^2 = (QM_t - QM_{txa}) / JK$], variâncias fenotípicas com base em médias de testecrosses ($\hat{\sigma}_F^2 = QM_t / JK$) e variâncias das interações testecrosses x ambientes ($\hat{\sigma}_{txa}^2 = QM_{txa} - QM_e / K$) foram estimadas com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios das análises de variâncias conjuntas. QM_t , QM_{txa} e QM_e referem-se aos quadrados médios das fontes de variação de testecrosses, da interação testecrosses x ambientes e do erro efetivo médio, respectivamente. J refere-se ao número de ambientes e K de repetições.

Posteriormente foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de médias ($\hat{h}^2 = \hat{\sigma}_t^2 / \hat{\sigma}_F^2$) e as respostas esperadas com a seleção ($RS = i\sqrt{\hat{\sigma}_t^2}\sqrt{h^2}$), considerando seleção truncada com uma intensidade de seleção de 10%. i é o diferencial de seleção standardizado, sendo $i = 1,76$. As respostas esperadas com a seleção foram obtidas em porcentagem pela expressão $100(RS/m)$, sendo m a média fenotípica. Intervalos de confiança ao nível de 95% de probabilidade para as estimativas de variâncias, coeficientes de herdabilidade e respostas esperadas com a seleção foram calculados conforme Burdick & Graybill (1992), Knapp et al. (1985) e Bridges et al. (1991), respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral dos testecrosses da população RC_2 cruzada como o testador L-02-03D (RC_2T_1) foi estatisticamente superior à média de RC_1T_1 , 7,86 vs 7,69 $t\ ha^{-1}$, no entanto, o intervalo de variação das médias foi similar entre as duas populações, com testecrosses produzindo de 5,85 ou 5,87 $t\ ha^{-1}$ à 8,67 ou 8,68 $t\ ha^{-1}$, respectivamente para RC_2T_1 e RC_1T_1 . Da mesma forma, a média geral dos testecrosses da população RC_2 cruzada com o testador L-04-05F (RC_2T_2) foi estatisticamente superior à média de RC_1T_2 , 7,52 vs 7,12 $t\ ha^{-1}$, porém, apesar de RC_1T_2 ter apresentado uma maior amplitude de variação, 5,89 à 8,07 $t\ ha^{-1}$, RC_2T_2 apresentou testecrosses mais produtivos, com a produção variando de 6,26 à 8,36 $t\ ha^{-1}$ (Tabela 1). Ressalta-se ainda, que os testecrosses provenientes do testador L-02-03D apresentaram produção de grãos superiores aos do testador L-04-05F, em ambas as populações de retrocruzamentos. Assim, o testador L-02-03D e a linhagem genitora L-38-05D contribuíram mais para a produção de grãos dos testecrosses, resultando em populações mais produtivas.

Os coeficientes de variação experimental (CV%) variaram de 13,06% a 14,98% (**Tabela 1**), estando dentro dos limites observados em experimentação com milho para o caráter produção de grãos (Hallauer et al., 2010) e evidenciam boa precisão na condução dos experimentos.

Nas análises de variâncias conjuntas, os efeitos de ambientes, de testecrosses e da interação testecrosses x ambientes foram altamente significativas ($p \leq 0,01$) para as duas populações cruzadas com ambos os testadores, indicando que houve diferenças entre os ambientes de avaliação, que cada população obtida apresentou variabilidade genética para a produção de grãos e que ocorreu uma performance diferencial dos testecrosses entre os ambientes, respectivamente (**Tabela 1**).

As estimativas de variância genética entre testecrosses ($\hat{\sigma}_t^2$) de RC_1T_1 e RC_2T_1 diferiram estatisticamente entre si, indicando a presença de epistasia, a qual contribuiu de forma favorável para a variabilidade de RC_2T_1 . Já as $\hat{\sigma}_t^2$ de RC_1T_2 e RC_2T_2 não diferiram entre si, como esperado na ausência de epistasia (Eta-Ndu & Openshaw, 1999). Estes resultados indicam que o testador teve influência na detecção de epistasia. Além disso, de forma geral, as $\hat{\sigma}_t^2$ foram superiores nos testecrosses provenientes do testador L-02-03D, indicando que este testador contribuiu mais para a variabilidade detectada em relação ao testador L-04-05F (**Tabela 2**).

As estimativas das variâncias das interações testecrosses x ambientes ($\hat{\sigma}_{\text{bxa}}^2$) não diferiram entre as populações RC_1 e RC_2 em cada testador (**Tabela 2**). A magnitude da $\hat{\sigma}_{\text{bxa}}^2$ em relação à $\hat{\sigma}_t^2$ confirma a importância do ambiente na expressão do caráter produção de grãos para todas as populações analisadas, reforçando a importância da avaliação de genótipos em vários ambientes nos programas de melhoramento de milho, visando a seleção de híbridos superiores que sejam amplamente adaptados e altamente estáveis (Eberhart & Russel, 1966).

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade (\hat{h}^2) diferiram de zero para as duas populações cruzadas com ambos os testadores, em que a maior \hat{h}^2 foi de 0,73, obtida para RC_2T_1 , sendo estatisticamente superior às demais (**Tabela 2**).

Como a resposta esperada com a seleção (RS) é função da \hat{h}^2 e da $\hat{\sigma}_t^2$, nota-se que a maior RS também foi obtida para RC_2T_1 , com um ganho de produtividade esperado após a seleção de 0,78 t ha⁻¹ ou 9,91%, estatisticamente superior à RS de 0,52 t ha⁻¹ ou 6,80% obtida para RC_1T_1 . Já as populações

RC_1 e RC_2 cruzadas com o testador L-04-05F, apresentaram RS inferiores em relação ao cruzamento com o testador L-02-03D, obtendo-se 0,28 t ha⁻¹ ou 3,91% para RC_1T_2 e 0,32 t ha⁻¹ ou 4,23% para RC_2T_2 , não diferindo entre si (**Tabela 2**).

Estes resultados indicam a importância de avaliar as populações em cruzamentos com mais de um testador, pois a linhagem elite L-02-03D contribuiu com o aumento da média de produção de grãos das populações e elevou a variabilidade genética e a resposta esperada com a seleção, possibilitando assim obter novas e melhores linhagens endogâmicas para o melhoramento de híbridos.

CONCLUSÕES

A população de retrocruzamento RC_2 , obtida do retrocruzamento com a linhagem genitora L-38-05D, tem maior potencial para extração de linhagens.

A linhagem elite L-02-03D é superior à L-04-05F como testador para as populações analisadas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de estudo e a Capes pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BERNARDO, R. Testcross selection prior to further inbreeding in maize: mean performance and realized genetic variance. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 4, p. 867-871, 1996.
- BRIDGES, W. C. Jr.; KNAPP, S. J.; CORNELIUS, P. L. Standard errors and confidence interval estimators for expected selection response. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 2, p. 253-255, 1991.
- BURDICK, R. K.; GRAYBILL, F. A. **Confidence intervals on variance components**. New York: Marcel Dekker, 1992. 211 p.
- DUVICK, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 86, p. 83-145, 2005.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- ETA-NDU, J. T.; OPENSHAW, S. J. Epistasis for grain yield in two F_2 populations of maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 346-352, 1999.
- FOUNTAIN, M. O.; HALLAUER, A. R. Genetic variation within maize breeding populations. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 1, p. 26-32, 1996.



HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3. ed. New York: Springer, 2010. 663 p.

KNAPP, S. J.; STROUP, W. W.; ROSS, W. M. Exact confidence intervals for heredity on a progeny mean basis. **Crop Science**, Madison, v. 25, n. 1, p. 192-194, 1985.

SOUZA JUNIOR, C. L.; BARRIOS, S. C. L.; MORO, G. V. Performance of maize single-crosses developed from populations improved by a modified reciprocal recurrent selection. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 26, n. 2, p. 198-205, 2010.

Tabela 1 – Quadrados médios (QM) e respectivas significâncias, médias gerais, intervalos de variação, intervalos de confiança da média (IC) e coeficientes de variação (CV%) das análises de variâncias conjuntas para produção de grãos em testecrosses de milho de duas populações de retrocruzamento (RC₁ e RC₂) cruzadas com dois testadores.

FV	GL	Testador L-02-03D (T ₁)		Testador L-04-05F (T ₂)	
		QM RC ₁	QM RC ₂	QM RC ₁	QM RC ₂
Ambientes/A	9	1.136,83**	1.206,94**	705,15**	860,42**
Testecrosses/T	99	5,07**	7,38**	2,70**	2,72**
TxA	891	2,08**	2,00**	1,54**	1,39**
Erro efetivo médio	610	1,33	1,29	0,99	0,97
CV%		14,98	14,45	13,97	13,06
Média geral		7,69	7,86	7,12	7,52
Intervalo de variação		5,87;8,68	5,85;8,67	5,89;8,07	6,26;8,36
IC _{95%} ^{/1}		7,59;7,79	7,74;7,98	7,05;7,20	7,45;7,60

^{/1} Intervalo de confiança da média a 0,95 de probabilidade. ** significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2 – Estimativas das variâncias genéticas entre testecrosses ($\hat{\sigma}_t^2$), variâncias fenotípicas com base em médias ($\hat{\sigma}_F^2$), variâncias da interação testecrosses x ambientes ($\hat{\sigma}_{txa}^2$), coeficientes de herdabilidade com base em médias (\hat{h}^2), respostas esperadas com a seleção (RS) e respectivos intervalos de confiança (entre parênteses) para produção de grãos em testecrosses de milho de duas populações de retrocruzamento (RC₁ e RC₂) cruzadas com dois testadores.

Estimativas	Testador L-02-03D (T ₁)		Testador L-04-05F (T ₂)	
	RC ₁	RC ₂	RC ₁	RC ₂
$\hat{\sigma}_t^2$	0,15 (0,10;0,26) ^{/1}	0,27 (0,19;0,41)	0,06 (0,03;0,13)	0,07 (0,04;0,13)
$\hat{\sigma}_F^2$	0,25 (0,20;0,34)	0,37 (0,28;0,50)	0,14 (0,10;0,18)	0,14 (0,11;0,18)
$\hat{\sigma}_{txa}^2$	0,38 (0,28;0,53)	0,35 (0,26;0,51)	0,27 (0,20;0,39)	0,21 (0,11;0,33)
\hat{h}^2	0,59 (0,44;0,69)	0,73 (0,63;0,79)	0,43 (0,22;0,57)	0,49 (0,30;0,61)
RS t ha ⁻¹	0,52 (0,34;0,70)	0,78 (0,59;0,97)	0,28 (0,13;0,42)	0,32 (0,18;0,46)
RS%	6,80	9,91	3,91	4,23

^{/1} Intervalos de confiança a 0,95 de probabilidade.



Seleção de progênies $S_{0:2}$ de milho com abordagem de modelos mistos

Felipe Ribeiro Resende⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽²⁾; Leandro Lopes Cancellier⁽³⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁴⁾; Luiz Antonio Yanes Bernardo Júnior⁽⁵⁾; Ewerton Lelys Resende⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; feliperibeior@bol.com.br;

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Pesquisador; Monsanto; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras;

⁽⁵⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Substituir com eventos biotecnológicos que contribuem para vantagens híbridas atuais é um grande desafio dos melhoristas. Em programas de melhoramento, uma das principais etapas é a obtenção de linhagens, onde é comum a seleção nas primeiras gerações de autofecundação. Adicionalmente, a abordagem analítica via modelos mistos pode aumentar o sucesso na seleção de genótipos, pois proporciona flexibilidade na análise de dados desbalanceados, e fornece valores genotípicos mais acurados acerca das progênies avaliadas. Assim, o objetivo com este trabalho foi selecionar uma geração precoce (S_2) de progênies avaliadas em topcrosses, utilizando modelos mistos. Foram plantadas 500 progênies S_2 provenientes de três populações, sendo estas, cruzadas com três testadores. Os híbridos obtidos juntamente com tratamentos testemunha foram instalados em cinco experimentos, sendo três em Minas Gerais, um em Santa Catarina e um no Paraná, onde foram avaliados a produtividade de grãos. Para o cálculo dos componentes de variância foi utilizado o método REML e a predição das médias via BLUP. Considerando os híbridos superiores, as progênies da população C superaram em 24,6% a quantidade de híbridos esperados, enquanto a redução foi de 30,8% e 20% para A e B. Os híbridos que apresentaram maiores médias BLUP, foram derivados dos cruzamentos entre progênies da população C.

Termos de indexação: Zeamays, Geração precoce de endogamia, topcross.

INTRODUÇÃO

A dinâmica de aumento de produtividade de grãos na cultura do milho está diretamente relacionada à utilização de híbridos superiores, associados aos

eventos biotecnológicos que contribuem para melhor exploração do potencial genético desses híbridos. Desta forma, a exploração do fenômeno da heterose, auxilia para a viabilização do uso de híbridos no sistema produtivo.

Em programas de melhoramento, uma das principais etapas é a obtenção de linhagens que posteriormente serão utilizadas para a formação de híbridos. No processo de obtenção de linhagens é comum a seleção precoce desses genótipos nas primeiras gerações de autofecundação, com base na capacidade combinatória dos mesmos, com uma linhagem elite testadora de desempenho já conhecido pelo melhorista (Guimarães et al., 2012). Isto reduz substancialmente o número de linhagens antes de atingir a homozigose (Fuzatto, 2003), assim como o custo para a condução do programa de melhoramento.

O sucesso na seleção precoce quando realizada baseada principalmente na CGC, justifica-se por apresentar boa estabilidade ao longo das gerações de autofecundação (Valério et al., 2009), e por apresentar maior variação entre progênies do que dentro, evidenciando a individualidade das linhagens, mesmo em gerações com menor grau de endogamia. Comprovando o sucesso da seleção precoce, Bernardo (1991), evidenciou a alta correlação genética entre topcrosses de progênies S_2 com topcrosses S_6 , mostrando assim, que é possível descartar progênies de forma eficiente, durante a obtenção de linhagens, mantendo apenas as mais promissoras para a formação de híbridos.

Assim, o tratamento de dados que não considerar o desbalanceamento, acrescentará erro aos valores genotípicos e levará à redução de ganhos genéticos. Uma ferramenta para aumentar o sucesso na seleção precoce, e aumentar a eficiência nos programas de melhoramento, é a utilização de análise via modelos mistos. A análise dos dados utilizando abordagem de modelos mistos, especialmente o BLUP, gera estimativas mais

acuradas do valor genotípico do indivíduo (ARNHOLD et al., 2009; MENDES, 2011), proporciona grande flexibilidade de análises, e permite lidar melhor com problema do desbalanceamento. Diante do exposto, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de selecionar em geração precoce de endogamia ($S_{0,2}$), progênies avaliadas em topcrosses, utilizando-se a metodologia de modelos mistos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos de novembro de 2011 a maio de 2013. Na safra 2011/2012 instalou-se o campo de cruzamento para a obtenção dos híbridos topcrosses. Foram utilizadas, 500 progênies $S_{0,2}$ originadas de três populações distintas, as progênies $S_{0,2}$ são provenientes da segunda geração de plantas autofecundadas de populações F_2 oriundas de híbridos comerciais, comumente utilizados na região Sul do Brasil, sendo 175 progênies oriundas da população A, derivada do híbrido triplo Garra (Syngenta); 88 progênies da população B, derivada do híbrido simples AS 1532 (Agroeste) e 237 progênies da população C, derivada do híbrido simples 30B39 (DuPont Pioneer).

Realizou-se uma seleção fenotípica próxima ao florescimento e pré-colheita, adotando como critério, plantas mais vigorosas, menor incidência de doenças foliares, folhas eretas, uniformidade de plantas dentro da progênie, dentre outras. Considerando uma intensidade de seleção de 40%, as progênies selecionadas foram cruzadas com três testadores, a linhagem elite LE84, o híbrido simples experimental HS2532 e o híbrido simples comercial GNZ2004. A LE84 foi selecionada por ser uma linhagem elite do programa de melhoramento de milho, e caracterizada por possuir alta capacidade geral de combinação. O híbrido GNZ2004 foi utilizado devido a sua recomendação de uso nas mesmas regiões de cultivo dos híbridos A, B e C. O híbrido experimental HS2532 foi escolhido por ser um bom parental, e por permitir a identificação de híbridos triplos de alto rendimento.

Com isso, obteve-se 189 com quantidade suficiente de sementes para condução de pelo menos um experimento, formando assim 457 híbridos topcrosses.

Na safra 2012/2013 foram realizados os experimentos em cinco locais, três no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA, em diferentes épocas de semeadura, sendo em 09/11/2012 com 144 híbridos testados, em 16/11/2012 com 81 híbridos testados e

em 23/11/2012 com 289 híbridos. Outro experimento foi conduzido em Guarapuava/PR, com semeadura dia 17/10/2012 com 316 híbridos e em São Miguel d'Oeste/SC, semeado em 07/11/2012 com 348 híbridos.

Os híbridos foram distribuídos aleatoriamente nos experimentos para que não houvesse o confundimento entre efeitos ambientais com os efeitos de população ou testadores. Desta forma, 13,8% dos híbridos (63) foram testados em somente um experimento, 16,6% (76) foram testados em apenas dois experimentos, 68,5% (312) em três experimentos, 0,87% (4) em quatro experimentos e apenas 0,43% (2) foram testados nos cinco experimentos, totalizando assim os 457 híbridos avaliados.

Dentre os 457 híbridos avaliados, 444 são híbridos topcrosses, resultante dos cruzamentos das progênies das três populações com os testadores. Porém, para algumas progênies, não foram obtidas sementes suficientes nos cruzamentos com os três testadores, sendo que 7,4% das progênies foram testadas com apenas um testador, 50,3% foram testadas somente com dois testadores, e 42,3% das progênies foram testadas com os três testadores

O número de cruzamentos de cada combinação de população e testadores pode ser visualizado na (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição do número de cruzamentos obtidos para as combinações de progênies e testadores.

População	Testador			Total de híbridos	
	84	2004	2532	N°	%
A	19	57	55	131	29,5
B	20	32	32	84	18,9
C	55	88	86	229	51,6
Total	94	177	173	444	-
Total (%)	21,2	39,9	39,0	-	-

Também foram incluídos 13 tratamentos testemunhas sendo estes 12 híbridos comerciais e 1 experimental.

O delineamento utilizado nos ensaios instalados em Lavras/MG foram o látice quadrado simples. Nos ensaios instalados no PR e SC foram utilizados

blocos casualizados. As parcelas experimentais em Lavras/MG constituíram de 2 linhas de 5 metros cada, com espaçamento de 0,55 m, e nos ensaios do PR e SC de 4 linhas de 5 metros com espaçamento entre linhas de 0,5 m.

Foi avaliada a produtividade de grãos a partir do peso de grãos obtidos na parcela, e os dados extrapolados para Mg ha^{-1} com a correção de umidade para 13%.

A análise dos dados foi realizada pela abordagem de modelos mistos, utilizando para cálculo dos componentes de variância genotípica e residual, o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML).

As estimativas dos BLUPs da capacidade geral de combinação e da capacidade específica de combinação foram realizadas com o auxílio do software SAS, utilizando o procmixed. Neste estudo, optou-se por utilizar o modelo com todos os genótipos dentro de um mesmo grupo, de acordo com Balestre et al. (2010) e Oliveira et al. (2010). Segundo estes autores, o modelo que considera os genótipos em um único grupo fornece estimativas de CGC e CEC mais acuradas que o modelo que considera dois grupos distintos, mesmo com informação de parentesco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a seleção das progênies com os maiores valores de CGC, dentre as 58 progênies da população A, foram selecionadas 13 com valores de CGC entre 0,0414 a 0,1780 Mg ha^{-1} .

No caso das 32 progênies da população B, foram consideradas as 6 progênies com maiores CGC, com valores entre de 0,0447 a 0,1399 Mg ha^{-1} . Já dentre as 99 progênies da população C, 38 foram selecionadas, com uma variação de 0,0319 a 0,2001 Mg ha^{-1} .

Considerando que na classificação pela CGC geral foram incluídas 8 progênies da população C, aliado ao fato de que ocorreu uma superioridade de 3,24% na média dos valores de CGC, quando selecionou desconsiderando a origem das progênies, evidencia-se superioridade da população C em gerar progênies de maior capacidade geral de combinação.

As estimativas da CGC, em sua magnitude, ocorrem em geral para genótipos com as maiores e menores frequências de alelos favoráveis em relação a média dos genótipos testados. Assim, entende-se que a seleção das progênies com base nas maiores estimativas de CGC, tem como objetivo aumentar a frequência de alelos favoráveis nas próximas gerações. Desta forma, infere-se que a população C possui maior frequência de alelos favoráveis. A importância da alta frequência de

alelos favoráveis, como estratégia para a análise do potencial de uma população para extração de linhagens, já foi relatado na literatura. Bison et al. (2003). Depreende-se que as maiores estimativas de CGC podem ser derivadas das populações mais promissoras.

Associar as progênies com altos valores de CGC com os híbridos resultantes destas progênies que também possuam altos valores de CEC deve ser priorizado na seleção, pois associam alta média e maior variância genética. Havendo assim maiores chances de que em gerações futuras, estas progênies sejam linhagens com grande potencial de gerarem híbridos de alto desempenho.

Dentre os 444 híbridos, 133 híbridos (correspondendo a uma intensidade de seleção de 30%) com os maiores valores de CEC. Houve variação nos valores de CEC dos híbridos oriundos de progênies da população A de -0,5251 a 0,5234 Mg ha^{-1} , sendo que, dentre os superiores, o menor valor de CEC foi de 0,1010 Mg ha^{-1} . Para a população B, a variação foi de -0,4687 a 0,6916 Mg ha^{-1} , com o menor valor dentro dos híbridos superiores de 0,0980. A variação da população C foi de -0,4921 a 0,6398 Mg ha^{-1} e o menor valor dentre os híbridos superiores de 0,1008.

Para auxiliar no reconhecimento da melhor combinação híbrida, a CEC é de fundamental importância, e deve ser interpretada como sendo o desvio de um cruzamento em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus genitores (VALENTE, 2010).

Contribuições expressivas da CEC já foram verificadas não só para a produtividade de grãos, mas também em outras características, (BALESTRE et al., 2010; BORDALLO et al., 2005; GUEDES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2010; VIVEK et al., 2010. Viveket al. (2009), por meio de um dialelo entre 12 linhagens elite e análise utilizando o método 4 de Griffing, averiguaram efeitos significativos para CEC tanto para produtividade de grãos, quanto para um complexo de doenças que afetam a produtividade de milho, como a ferrugem comum, mancha *Phaeosphaeria*, dentre outras.

Considerando o número de híbridos para cada população, 27 híbridos originados de progênies da população A estão na lista de híbridos superiores. Para a população B, 20 híbridos e para a população C, 86 híbridos estão entre os superiores.

A amplitude de variação para a CEC dos híbridos para as populações A, B e C foi de 1,0485, 1,1603 e 1,1319, respectivamente. É possível observar que, no que tange a CEC, a variação da população C é intermediária, entretanto, foi a população que gerou maiores estimativas de efeitos aditivos, proporcionando a inferência sobre a maior

proporção de alelos favoráveis acumulados até essa geração de endogamia.

Levando em conta a proporção de híbridos testados, seria esperado o número de 39 híbridos para população A, 25 para B e 69 para C.

Portanto, progênies da população C possuem uma capacidade de gerar híbridos com desempenho médio superior aos híbridos originados das progênies das populações A e B, pois, dentre os superiores, as progênies da população C superaram em 24,6% a quantidade de híbridos esperados, enquanto a redução foi de 30,8% e 20% para A e B respectivamente.

CONCLUSÕES

Desta forma conclui-se que as progênies A100, A119, A131, A153, A176, A178, A23, A3, A71, A9, A98, B13, B17, B30, B31, B48, B60, C100, C103, C106, C109, C110, C113, C122, C124, C134, C135, C138, C141, C143, C147, C180, C188, C190, C192, C193, C223, C234, C235, C236, C24, C247, C250, C251, C259, C40, C49, C61, C67, C77, C93, C94, C96, e C98 foram selecionadas com base no alto desempenho pela CGC, CEC e BLUP e poderão ser selecionadas para o avanço de geração e obtenção de linhagens de alto valor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, FAPEMIG, e ao CNPq pela concessão de bolsa para o primeiro autor e a Limagrain pelo apoio nos experimentos.

REFERÊNCIAS

ARNHOLD, E.; MORA, F.; SILVA, R. G.; GOOD-GOD, P. I.; & RODOVALHO, M. A. Evaluation of top-cross popcorn hybrids using mixed linear model methodology. *Chilean journal of agricultural research*, Chillán, v. 69, n. 1, p. 46–53, Mar. 2009.

BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C. Prediction of maize single-cross performance by mixed linear models with microsatellite marker information. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 9, n. 2, p. 1054–1068, jan. 2010.

BERNARDO, R. Correlation between testcross performance of lines at early and late selfing generations. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v. 82, n. 1, p. 17–21, July 1991.

BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para

extração de linhagens. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348–355, abr. 2003.

BORDALLO, P. D. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. D.; & GABRIEL, A. P. C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123–127, jan./mar. 2005.

FUZATTO, S. R. *Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (Zea mays L.): efeito do número de cruzamento*. 2003. 131 p. **Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)** - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GUEDES, F. L.; SOUZA, J. C. D.; COSTA, E. F. N.; REIS, M. C. D.; CARDOSO, G. A.; EMATNÉ, H. J. Evaluation of maize top crosses under two nitrogen levels. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1115–1121, nov./dez. 2011.

GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; DE LIMA, R. O.; MAIA, C.; OLIVEIRA, L. R. D.; SOUZA, L. V. D. Performance of testers with different genetic structure for evaluation of maize inbred lines. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 770–776, maio 2012.

MENDES, M. P. *Emprego de modelos mistos na seleção de indivíduos no melhoramento do feijoeiro*. 2011. 69 p. **Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

OLIVEIRA, R. L. de.; BALESTRE, M.; VON PINHO, R. G.; SOUZA, J. C. de. *Potencial do uso de marcadores moleculares na predição de valores genéticos e no desempenho de híbridos de milho*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiania. **Anais...** Goiania: ABMS, 2010. p. 3012-3019.

VALENTE, M. S. F. *Emprego do BLUP/REML na avaliação genética de linhagens elites de milho-pipoca*. 2010. 48 p. **Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. D.; OLIVEIRA, A. D.; SOUZA, V. Q. D.; BENIN, G.; SCHMIDT, D. A. M.; LUCH, H. Combining ability of wheat genotypes in two models of diallel analyses. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 100–107, jul. 2009.



VIVEK, B. S.; ODONGO O.; NJUGUNA J.; IMANYWOHA J.; BIGIRWA G.; DIALLO A.; PIXLEY K.; Diallel analysis of grain yield and resistance to seven diseases of 12 African maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Euphytica*, Wageningen, v. 172, n. 3, p. 329–340, July 2010.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Seleção Genômica para Tolerância ao Déficit Hídrico em Milho

Kaio Olímpio das Graças Dias⁽¹⁾; Salvador Alejandro Gezan⁽²⁾; Claudia Teixeira Guimarães⁽³⁾; Roberto Willians Noda⁽³⁾; João Cândido de Souza⁽⁴⁾; Maria Marta Pastina⁽³⁾; Lauro José Moreira Guimarães⁽³⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, kaioolimpio@hotmail.com; ⁽²⁾ Universidade da Florida (UFL), Gainesville, Florida, Estados Unidos; ⁽³⁾ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais.

RESUMO: Em milho, o déficit hídrico é uma das principais causas de perdas na produção de grãos. Devido às dificuldades do melhoramento convencional para tolerância a seca, o uso da seleção genômica pode resultar em maior eficiência de seleção. Este trabalho teve como objetivo avaliar a acurácia da seleção genômica para a predição dos valores genotípicos de híbridos simples de milho para tolerância ao déficit hídrico, utilizando modelos genético-estatísticos que incorporam o efeito da interação entre genótipos e ambientes (G x E), e também, efeitos genéticos aditivos e de dominância. Para isso, foram utilizados dados fenotípicos de produção de grãos obtidos para um conjunto de 310 híbridos simples de milho, avaliados em dois locais nos anos de 2010 e 2011, em experimentos com e sem estresse hídrico. Os genótipos dos híbridos foram inferidos com base nos dados genotípicos de marcadores SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) obtidos para seus genitores (linhagens) via genotipagem por sequenciamento. As análises de seleção genômica foram realizadas pelo método GBLUP (*Genomic Best Linear Unbiased Prediction*). A partir da incorporação do efeito de G x E, bem como dos efeitos aditivos e de dominância, nos modelos de seleção genômica, foram obtidas maiores acurácias para a predição dos valores genotípicos dos híbridos simples, principalmente na condição de estresse hídrico. Esses resultados contribuem para um melhor entendimento da arquitetura genética do caráter produção de grãos, e destacam a importância dos efeitos de dominância para a predição da performance de cruzamentos em programas de melhoramento para tolerância ao déficit hídrico em milho.

Termos de indexação: G x E, predições genômicas, efeitos aditivos e de dominância.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares tolerantes ao déficit hídrico representa uma estratégia eficiente para o aumento da produtividade de milho sob condições tropicais, uma vez que o estresse hídrico é uma das principais causas de perdas na produção (Ribaut et al., 2009). No Brasil, as áreas de milho safrinha estão em plena expansão, sendo superiores em relação aos plantios de verão (CONAB, 2016). Como o cultivo de safrinha está mais sujeito à ocorrência de seca, o melhoramento tem um papel fundamental, pois pode auxiliar na produção de milho em épocas de escassez hídrica, dando certa segurança aos agricultores.

Recentemente, com o desenvolvimento de técnicas de genotipagem em larga escala a um custo reduzido e a disponibilidade de métodos estatísticos e recursos computacionais para o processamento de grande volume de dados, têm sido propostas novas abordagens de melhoramento assistido para caracteres de herança quantitativa, como a seleção genômica (Meuwissen et al., 2001), que utiliza informações de marcadores moleculares distribuídos ao longo do genoma para estimar os valores genéticos dos indivíduos.

Para tolerância ao déficit hídrico, a seleção genômica pode resultar em maior eficiência de seleção devido a natureza complexa do caráter, e também, as dificuldades do melhoramento convencional para a avaliação dos materiais genéticos em ambientes com déficit hídrico, que é demorado e laborioso, visto que as condições experimentais devem ser cuidadosamente

manejaadas. Estudos recentes têm relatado as vantagens do uso da seleção genômica para a tolerância ao déficit hídrico em milho (Zyomo & Bernardo, 2013; Beyene et al., 2015; Zhang et al., 2015). No entanto, esses estudos ficaram restritos a incorporação de efeitos aditivos nos modelos de seleção genômica, o que pode não ser realístico para espécies com alto nível de heterose, como é o caso do milho.

Em programas de melhoramento os genótipos são avaliados em múltiplos ambientes, ou seja, ao longo de diferentes anos e locais. Assim, para a identificação de genótipos com maior adaptabilidade e estabilidade, é necessário que o efeito de G x E seja considerado. Modelos genético-estatísticos que incorporam o efeito de G x E têm aumentado a acurácia da seleção genômica (Heslot et al., 2014). No entanto, são escassos, em milho e outras espécies, estudos que incorporam simultaneamente o efeito de G x E, os efeitos genéticos aditivos e de dominância nos modelos de seleção genômica.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a acurácia da seleção genômica para a predição dos valores genotípicos de híbridos simples de milho para tolerância ao déficit hídrico, utilizando modelos genético-estatísticos que incorporam o efeito de G x E, e também, efeitos genéticos aditivos e de dominância.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados Fenotípicos

Foram avaliados 310 híbridos simples de milho (190 linhagens cruzadas com dois testadores, sendo algumas cruzadas com apenas um testador), em dois locais (Janaúba-MG e Teresina-PI) nos anos de 2010 e 2011, em experimentos com (WS, do inglês *water-stressed*) e sem (WW, do inglês *well-watered*) estresse hídrico. Em cada local, foram instalados três ensaios, cada um seguindo o delineamento de blocos completos casualizados, com três e duas repetições para WS e WW. Foram incluídas 4 testemunhas comuns entre os ensaios. As parcelas experimentais foram constituídas por duas linhas de quatro metros com espaçamento de 0,8 metros entre linhas. Em Janaúba, o estresse hídrico foi induzido a partir do corte da irrigação por um período de 30 com início aos 45 dias após plantio. Em Teresina, foi feito um manejo da quantidade de água no solo para indução do estresse hídrico. A combinação de locais, anos e regimes hídrico foram considerados como ambientes. O caráter avaliado foi produção de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Os tratos culturais foram feitos conforme recomendações para a cultura do milho.

Dados Genotípicos

Para as 190 linhagens utilizadas como genitores dos híbridos simples avaliados, foram obtidos dados de marcadores SNP via genotipagem por sequenciamento (GBS, do inglês *Genotyping-by-Sequencing* - Elshire et al., 2011). Marcadores SNP monomórficos, ou seja, com frequência do alelo menos comum (MAF, do inglês *Minor Allele Frequency*) inferior a 5%, SNPs com porcentagem de dados perdidos superior a 20%, e/ou com mais de 5% de genótipos em heterozigose, foram descartados. Em seguida, o software NPUTE (Roberts et al., 2007) foi utilizado para a imputação de dados perdidos. Vale ressaltar que os genótipos em heterozigose restantes para alguns marcadores foram considerados como dados perdidos para o procedimento de imputação. Posteriormente, os genótipos dos híbridos simples foram inferidos a partir do genótipo de seus genitores (linhagens).

Modelos de Seleção Genômica

As análises de seleção genômica foram realizadas com base no método GBLUP usando o software Asreml-R v.3 (Butler et al., 2009), de acordo com o seguinte modelo:

$$y = \mu\mathbf{1} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1\mathbf{r} + \mathbf{Z}_2\mathbf{a.s} + \mathbf{Z}_3\mathbf{d.s} + \mathbf{e}$$

em que: y é o vetor de observações fenotípicas; μ é a constante; $\mathbf{1}$ é um vetor de uns; $\boldsymbol{\beta}$ é o vetor de efeitos fixos de ambientes e ensaios dentro de ambientes; \mathbf{r} é o vetor de efeito aleatório de repetições dentro de ensaios, com $\mathbf{r} \sim \text{MVN}(\mathbf{0}, \mathbf{D}_r)$; $\mathbf{a.s}$ é o vetor aleatório de efeitos aditivos de híbridos dentro de ambientes, com $\mathbf{a.s} \sim \text{MVN}(\mathbf{0}, \mathbf{G} \otimes \mathbf{A})$; $\mathbf{d.s}$ é o vetor aleatório de efeitos de dominância de híbridos dentro de ambientes, com $\mathbf{d.s} \sim \text{MVN}(\mathbf{0}, \mathbf{G} \otimes \mathbf{D})$; \mathbf{e} é o vetor de resíduos, com, $\mathbf{e} \sim \text{MVN}(\mathbf{0}, \mathbf{D}_e)$. \mathbf{G} é uma matriz de variância e covariância com estrutura fator analítico de ordem 2 (FA_2), conforme proposto por Smith et al. (2001). \mathbf{D}_r e \mathbf{D}_e são matrizes diagonal, onde cada ambiente tem um componente de variância para as repetições e os resíduos, respectivamente. \mathbf{A} e \mathbf{D} são as matrizes de parentesco aditivo e de dominância, obtidas como descrito em VanRaden (2008) e Vitezica et al. (2013), respectivamente.

A acurácia preditiva dos modelos com a incorporação de apenas efeitos aditivos (modelo A) e de efeitos aditivos e de dominância (modelo AD) foram avaliadas a partir de um procedimento de validação cruzada, usando os 310 híbridos

avaliados em ambientes com e sem estresse hídrico como população de treinamento e validação. Tal procedimento de validação cruzada foi repetido cinco vezes. Ao final, a acurácia do modelo de seleção genômica foi verificada através da correlação entre o valor fenotípico observado e o valor genotípico predito para os híbridos simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo AD permitiu a decomposição da variância genética em variância aditiva e de dominância, e apresentou menor valor de AIC quando comparado ao modelo A. Estimativas de herdabilidade no sentido amplo e no sentido restrito apresentaram menores valores nas condições de déficit hídrico (**Tabela 1**).

Quando o efeito de dominância foi incluído no modelo, a herdabilidade no sentido restrito diminuiu tanto em WS quanto em WW (**Tabela 1**). Essa redução pode ser devido a distribuição das frequências alélicas, ou seja, quando a frequência alélica está próxima a valores extremos, mesmo com a presença de efeitos não-aditivos, parte desses efeitos são contabilizados para estimar a variância aditiva (Hill et al., 2008). Em outras espécies, estudos recentes têm reportado essa mesma tendência de parte da variância não-aditiva ser estimada como variância aditiva, por exemplo em pinus e eucalipto (Muñoz et al., 2014). Esses resultados deixam evidente que o uso apenas de efeitos aditivos em modelos de seleção genômica pode superestimar a herdabilidade no sentido restrito, assim como o ganho predito com a seleção.

Tabela 1 – Estimativas dos parâmetros genéticos nos ambientes com (WS) e sem (WW) estresse hídrico para os modelos aditivo (A) e aditivo-dominância (AD).

	WS		WW	
	A	AD	A	AD
h^2	0,345	0,191	0,397	0,264
δ^2	-	0,140	-	0,193
H^2	-	0,331	-	0,457
ρ_A	0,678	0,411	0,670	0,547
ρ_D	-	0,589	-	0,399
AIC	4788,4	4567,9	3348,8	3342,1

h^2 herdabilidade no sentido restrito, δ^2 proporção da variância de dominância em relação a variância fenotípica, H^2 herdabilidade no sentido amplo, ρ_A correlação genética aditiva entre ambientes, ρ_D correlação genética de dominância entre ambientes.

Considerando os resultados do modelo AD, maior G x E foi encontrada na condição de estresse hídrico para os efeitos aditivos (**Tabela 1**). Já para os efeitos de dominância, foi observada um menor G x E. Modelos que levam em consideração a G x E são essenciais para a seleção de genótipos estáveis nas condições com e sem estresse hídrico. Os modelos usados no presente trabalho levam em conta a existência de heterogeneidade de variâncias genéticas e as correlações genéticas entre ambientes. Além disso, esses modelos permitem trabalhar com dados desbalanceados, que são comuns na rotina de um programa de melhoramento, uma vez que os conjuntos de materiais avaliados são distintos ao longo dos anos. Zhang et al. (2015) demonstraram que a acurácia de predição foi maior quando modelos que levem em conta a G x E foram usados para seleção genômica em populações biparentais de milho.

Diferenças na acurácia de predição entre os modelos A e AD foram encontradas para produção de grãos (**Figura 1**). No entanto, essa diferença entre os modelos foi mais evidente na condição de estresse hídrico, onde as acurácias foram de 0.245 e 0.508 com os modelos A e AD, respectivamente. Essas diferenças destacam a importância dos efeitos de dominância para a predição da performance de híbridos para o caráter produção de grãos em condições de déficit hídrico. Existem duas possíveis explicações para esses resultados: (i) a herdabilidade foi maior na condição sem estresse hídrico quando comparada a condição com estresse hídrico. De acordo com Da et al. (2014), modelos AD tendem a não trazer vantagens para características de alta herdabilidade; (ii) a variância de dominância foi maior em condições de déficit hídrico. Almeida Filho et al. (2016) mostrou que, em situações onde os efeitos de dominância são pequenos, não existem vantagens em usar modelos AD.

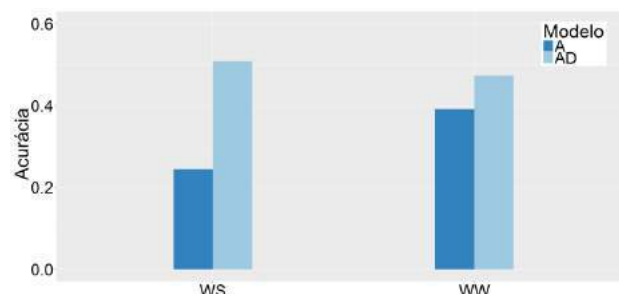


Figura 1. Acurácias de predição para produção de grãos em condições com (WS) e sem (WW) estresse hídrico a partir de um modelo genético-estatístico que leva em conta o efeito de G x E, e também, efeitos genéticos aditivos (A) e aditivos

e de dominância (AD).

Embora estudos recentes têm relatado o uso da seleção genômica para tolerância ao déficit hídrico em milho (Zyomo & Bernardo, 2013; Beyene et al., 2015; Zhang et al., 2015), em geral, esses estudos não levaram em conta efeitos de dominância nos modelos de predição, assim como efeitos de dominância e efeitos de G x E simultaneamente. Assim, os resultados do presente trabalho enfatizam a importância dos efeitos de dominância para a predição da performance de híbridos simples para o caráter produção de grãos em ambientes com e sem estresse hídrico. Além disso, esses resultados contribuem para um melhor entendimento da arquitetura genética da produção de grãos sob déficit hídrico, com base em modelos mais adequados para a realidade dos programas de melhoramento, onde os dados fenotípicos são geralmente desbalanceados, avaliados em múltiplos anos e locais.

Os resultados descritos no presente trabalho mostram que modelos que incorporam simultaneamente os efeitos de G x E e os efeitos genéticos aditivos e de dominância devem ser considerados para a identificação de híbridos superiores com maior estabilidade em ambientes específicos. Além disso, modelos AD podem ser usados para a seleção genômica em outras espécies com o objetivo de explorar a heterose.

CONCLUSÕES

Foram observadas diferenças nas acurácias de predição entre os modelos A e AD. No entanto, essas diferenças foram mais evidentes na condição de déficit hídrico. Esses resultados contribuem para um melhor entendimento da arquitetura genética do caráter produção de grãos em ambientes com estresse hídrico, e destaca a importância dos efeitos de dominância para a predição da performance de híbridos simples de milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento: FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, J. E.; GUIMARÃES, J. F. R.; SILVA, F. F.; RESENDE, M. V.; MUÑOZ, P.; KIRST, M. RESENDE JR, M. F. R. The contribution of dominance to phenotype prediction in a pine breeding and simulated population. *Heredity*, v. 117, n. 1, p. 33-41, 2016.
- BEYENE, Y.; SEMAGN, K.; MUGO, S.; TAREKEGNE, A.; BADU, R.; MEISEL, B.; SEHABIAGUE, P.; MAKUMBI, D.; MAGOROKOSHO, C.; OIKEH, S.; GAKUNGA, J.; VARGAS, M.; OLSEN, M.; PRASANNA, B. M.; BANZIGER, M.; CROSSA, J. Genetic gains in grain yield through genomic selection in eight bi-parental maize populations under drought stress. *Crop Science*, v. 55, p.154-163, 2015.
- BUTLER, D. G; CULLIS, B. R; GILMOUR, A. R; GOGEL, B. J. ASReml-R reference manual, release 3. 160 technical report, Queensland Department of Primary Industries. 2009.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 4º Levantamento de Grãos Safra 2015/2016. Janeiro 2016.
- DA, Y.; WANG, C.; WANG, S.; HU, G. Mixed model methods for genomic prediction and variance component estimation of additive and dominance effects using SNP markers. *PLoS one*. v. 9, p. 1-11, 2014.
- ELSHIRE, R. J.; GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J. A.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E.; MITCHELL, S. E. A Robust Simple Genotyping-by-Sequencing (GBS) Approach for High Diversity Species. *Plos One*, v. 6, p. 1-10, 2011.
- HESLOT, N.; AKDEMIR, D.; SORRELLS, M. E.; JANNINK, J. L. Integrating environmental covariates and crop modeling into the genomic selection framework to predict genotype by environment interactions. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 127, p. 463-489, 2014.
- HILL, W.; GODDARD, M.; VISSCHER, P. Data and theory point to mainly additive genetic variance for complex traits. *PLoS Genetics*, v. 4, p. 1-10, 2008.
- MEWEISSEN, T. H. E.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense markers maps. *Genetics*, v. 157, p. 1819-1829, 2001.
- MUÑOZ, P. R.; RESENDE JR, M. F. R.; GEZAN, S. A.; RESENDE, M. D. V.; DE LOS CAMPOS, G.; KIRST, M.; HUBER, D.; PETER, G. R. Unraveling additive from nonadditive effects using genomic relationship matrices. *Genetics*, v. 198, p. 1759- 1768, 2014.
- RIBAUT, J.M.; BETRAN, J.; MONNEVEUX, P.; SETTER, T. (2009). Drought tolerance in maize. In: BENNETZEN, J.L.; HAKE, S.C. (Ed.). Handbook of maize: its biology, p 311-344.
- ROBERTS, A.; MCMILLAN, L.; WANG, W.; PARKER, J.; RUSYN, I.; THREADGILL, D. Inferring missing genotypes in large SNP panels using fast nearest-neighbor searches over sliding windows. *Bioinformatics*, v. 23, p. 401-407, 2007.
- SMITH, A.; CULLIS, B. R.; THOMPSON, R. Analyzing variety by environment data using multiplicative mixed models and adjustment for spatial field trend. *Biometrics*, v. 57, p. 1138-47, 2001.

VANRADEN, P. M. Efficient methods to compute genomic predictions. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4414-4423, 2008.

VITEZICA, Z. G.; VARONA, L.; LEGARRA, L. On the additive and dominant variance and covariance of individuals within the genomic selection scope. **Genetics** v. 195, p. 1223-1230, 2013.

ZIYOMO, C.; BERNARDO, R. Drought tolerance in maize-indirect selection through secondary traits versus genome wide selection. **Crop Science** v. 52, p. 1269-1275, 2013.

ZHANG, X.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, P.; SEMAGN, K.; BEYENE, Y.; BABU, R.; LÓPEZ-CRUZ, M. A.; SAN VICENTE, F.; OLSEN, M.; BUCKLER, E.; JANNINK, J. L.; PRASANNA, B. M.; CROSSA, J. Genomic prediction in biparental tropical maize populations in water-stressed and well-watered environments using low-density and GBS SNPs. **Heredity**, v. 114, p. 291-299, 2015.

Teores de FDN, FDA e digestibilidade *in situ* da forragem no ponto de ensilagem de híbridos e linhagens experimentais de milho.

Diego Fernando De Marck⁽¹⁾; Welton Luiz Zaluski⁽¹⁾; André Gabriel⁽¹⁾; Claudio Vaz Junior⁽¹⁾; Daniel Tonetta⁽²⁾; Marcos Ventura Faria⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante de pós-graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO; Guarapuava-PR; diegofernandodemarck@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante de graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná; ⁽³⁾ Professor Associado da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná.

RESUMO: O milho é o material mais utilizado para ensilagem, o valor nutricional da silagem está relacionado com os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e da digestibilidade *in situ* da forragem. O trabalho teve por objetivo avaliar FDN, FDA e digestibilidade *in situ* da forragem no ponto de ensilagem de linhagens e híbridos provenientes do programa de melhoramento da Universidade Estadual do Centro Oeste, em três ambientes diferentes, Rio Bonito do Iguçu-PR na safra 2015, Guarapuava-PR na safra 2015 e Guarapuava-PR na safra 2016, houve diferença significativa ($P \leq 0,01$), entre os híbridos e as linhagens e também entre os ambientes. A interação genótipos x ambientes foi significativa. Os teores de FDN e FDA foram em média 59% e 30% respectivamente. A digestibilidade da forragem obteve média geral de 47%, e observou-se que os valores mais altos de digestibilidade estão relacionados com os menores teores de FDA. Os genótipos apresentaram valores de FDN e FDA considerados médios, ocorrendo interação de genótipo x ambiente, sendo que dependendo o ambiente deverão ser escolhidos os híbridos a serem utilizados, porém os genótipos que apresentaram os menores valores tanto para FDN como para FDA, diferindo dos demais foram o híbrido 31-19 x 30-77 no ambiente 1, 31-77 x 30-18 no ambiente 2 e os híbridos 31-82 x 30-18, 31-213 x 30-77 e 31-213 x 30-160 e a linhagem 30-77 no ambiente 3. Para digestibilidade o híbrido 31-20 x 30-77 pode ser recomendado para os três ambientes estudados.

Termos de indexação: melhoramento genético, milho forrageiro, caracteres bromatológicos, silagem

INTRODUÇÃO

O milho é a espécie mais utilizada para ensilagem, em função da sua composição bromatológica favorável à qualidade da silagem, com teor de matéria seca entre 30% a 35%, no mínimo de 3% de carboidratos solúveis, e baixo poder tampão, proporcionando boa fermentação microbiana (NUSSIO et al., 2001).

Muitos híbridos de milho disponíveis no mercado possuem duplo propósito, ou seja, tanto para produção de grãos como de silagem e existe uma escassez de híbridos específicos para produção de silagem, abrindo a possibilidade para o desenvolvimento de novos programas de melhoramento visando a obtenção de híbridos forrageiros com aptidão para silagem de qualidade superior (SOUZA, 2013).

O valor nutricional da silagem está relacionado com o teor de fibra em detergente neutro (FDN), que estima a porcentagem da parede celular composta por celulose, hemicelulose e lignina, solubilizada em detergente neutro e com o teor de fibra em detergente ácido (FDA), que é uma estimativa da fibra pouco digestível, determinada em detergente ácido que solubiliza o conteúdo celular e hemicelulose, e também relacionado com o teor de lignina e a digestibilidade da forragem (MENDES, 2012). O objetivo do presente trabalho foi realizar a avaliação de FDN, FDA e digestibilidade de linhagens de milho e de seus respectivos híbridos, e verificar o potencial desses genótipos para a produção de silagem de boa qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

As linhagens utilizadas são provenientes de duas populações. A população 30 é proveniente do cruzamento entre os híbridos comerciais P30P70 e Dow 8460 e a população 31 é advinda do híbrido comercial Penta. A partir de dados obtidos de um

cruzamento *topcross* (Marcondes et al., 2015), foram selecionadas seis linhagens S_5 provenientes da população 30 (30-08, 30-18, 30-77, 30-122, 30-36 híbridos simples, que foram avaliados juntamente com as 12 linhagens genitoras, e um híbrido comercial (P30F53) apenas para completar o látice, nas análises ele foi excluído, totalizando 49 tratamentos, avaliados em delineamento látice triplo 7x7, com três repetições.

Foram conduzidos experimentos em três ambientes, no Sítio Santa Rosa em Rio Bonito do Iguçu-PR, na safra 2014-2015 (ambiente 1), localizado a 25°37'07,35" de latitude Sul, 52°33'27,48" de longitude Oeste e 650m de altitude, no campus Cedeteg da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, em Guarapuava-PR na safra 2014-2015 (ambiente 2), localizado a 25°23'02" de latitude Sul, 51°29'43" de longitude Oeste e a 1.100m de altitude e no campus Cedeteg em Guarapuava-PR na safra 2015-2016 (ambiente 3).

Os plantios foram realizados no mês de outubro, sendo cada parcela constituída de 5 metros de comprimento com distancia entre linhas de 0,80 metros, com estande final de 70.000 plantas ha^{-1} , A adubação de base foi com 350 $kg \cdot ha^{-1}$ de NPK, de formulação 08-30-20. As adubações de cobertura foram com duas aplicações de 260 $kg \cdot ha^{-1}$ de uréia e 150 $kg \cdot ha^{-1}$ de KCl em estádio V3-V4 e estádio V6. O manejo de pragas e plantas daninhas foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura do milho (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

O corte das plantas no ponto de ensilagem foi realizado de forma manual a 20 cm do solo, quando os grãos apresentaram $\frac{3}{4}$ da linha do leite, e a picagem do material colhido foi realizada em uma forrageira estacionária regulada com tamanhos médios de picado de 1,5 cm. Após a secagem do material em estufa foi realizada a moagem em moinho com peneiras de 1 milímetro. As determinações dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UNICENTRO e a digestibilidade *in situ* foi realizada em bois fistulados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para FDN, FDA e digestibilidade *in situ* da forragem no ponto de ensilagem estão expressos na Tabela 1. Os teores médios de FDN e FDA foram 59% e 30%, respectivamente, ficando dentro dos limites encontrados por outros autores (Gralak, 2011).

139 e 30-160) e seis da população 31 (31-19, 31-20, 31-71, 31-82, 31-97 e 31-213), as quais foram cruzadas em esquema de dialelo parcial, gerando Houve a formação de vários grupos, demonstrando a diferença entre os genótipos, e também houve diferença entre os ambientes.

Os genótipos que apresentaram os menores teores de FDA diferindo dos demais foram: os híbridos 31-19 x 30-77 e 31-20 x 30-122 no ambiente 1, 31-71 x 30-18 e 31-97 x 30-18 no ambiente 2, 31-82 x 30-18, 31-213 x 30-77 e 31-213 x 30-160 e a linhagem 30-77 no ambiente 3, sendo que para esta característica nenhum genótipo ficou em mais de um grupo com os menores valores, confirmando assim a interação genótipo x ambiente.

Para FDN os seguintes genótipos diferiram dos demais com os menores valores, apenas o híbrido 31-19 x 30-77 no ambiente 1, os híbridos 31-19 x 30-08, 31-71 x 30-18, 31-82 x 30-18, 31-82 x 30-122, 31-213 x 30-122, 31-71 x 30-139, 31-213 x 30-139 e 31-97 x 30-160 no ambiente 2, os híbridos 31-82 x 30-18, 31-213 x 30-77, 31-82 x 30-122, 21-213 x 30-122, 31-213 x 30-139 e 31-213 x 30-160 e as linhagens 30-77 e 31-97 no ambiente 3, demonstrando também a interação genótipo x ambiente.

Pode-se verificar que o híbrido 31-19 x 30-77 no ambiente 1, 31-77 x 30-18 no ambiente 2 e os híbridos 31-82 x 30-18, 31-213 x 30-77 e 31-213 x 30-160 e a linhagem 30-77 no ambiente 3 foram agrupados diferindo dos demais, com os menores valores para FDN e também FDA.

Houve diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre os genótipos para a digestibilidade *in situ* da forragem no ponto de ensilagem e a interação genótipos x ambientes foi significativa, indicando a necessidade de se identificar quais se sobressaem frente aos diferentes ambientes.

A média geral de digestibilidade foi 47%, e observa-se que os valores mais altos de digestibilidade estão relacionados com os menores teores de FDA, que é pouco digestível, comprovando esta relação inversa entre essas características.

No ambiente 1, nove híbridos foram agrupados com maior digestibilidade, no ambiente 2 apenas o híbrido 31-20 x 30-77 diferiu dos demais e apresentou maior valor para digestibilidade; já no ambiente 3 os híbridos 31-97 x 30-77, 31-20 x 30-77, 31-97 x 30-122 e 31-213 x 30-160, e a linhagem 31-213 formaram o grupo com maior digestibilidade, sendo a única linhagem nos três ambientes que se destacou quanto a esta característica, demonstrando potencial acima da média entre as linhagens.

Apesar da maioria dos genótipos ter se comportado diferentemente entre os ambientes testados, chama-se a atenção para o híbrido 31-20 x 30-77, este ficando nos três ambientes entre os grupos com maior valor para digestibilidade da forragem, diferindo significativamente dos demais, resultado interessante para esta característica demonstrando que este híbrido pode ser cultivado nos três ambientes estudados, sem diferir estatisticamente seus resultados, sendo que o ambiente influencia pouco neste híbrido.

CONCLUSÕES

Os genótipos avaliados apresentaram valores de FDN e FDA considerados médios, ocorrendo interação genótipos x ambientes significativa.

Com relação à digestibilidade o híbrido 31-20 x 30-77 se destacou nos três ambientes de avaliação.

REFERÊNCIAS

- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.
- GRALAK, E. Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem. 2011. 65 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.
- MARCONDES, M. M.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; MARCONDES, M. M.; SILVA, C. A.; VASCOSKI, V. L.; RIZZARDI, D. A.; Desempenho agronômico e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *top crosses* com híbrido simples. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2395-2406, 2015.
- MENDES, M. H. S.; Análise dialética de híbridos para características agronômicas e bromatológicas da forragem de milho. 2012. 67 f. **Dissertação** (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F.N.; Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá, **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 127-145.
- SOUZA, M. P.; Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem. 2013. 57 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

Tabela 1 - Teores de FDA, FDN e digestibilidade da forragem no ponto de ensilagem dos híbridos e linhagens avaliados em três ambientes no Paraná.

Genótipos	FDA			FDN			DIG											
	RBI 2015	GPVA 2015	GPVA 2016	RBI 2015	GPVA 2015	GPVA 2016	RBI 2015	GPVA 2015	GPVA 2016									
31-19 x 30-08	34,03	c A	28,21	d B	33,22	a A	67,92	a A	51,70	d C	60,21	A B	45,35	c A	42,05	e A	43,39	c A
31-20 x 30-08	34,51	c A	30,20	d B	25,54	c C	62,04	b A	62,45	b A	54,79	B B	46,29	c B	51,83	c A	46,30	c B
31-71 x 30-08	37,92	b A	32,51	c B	31,88	a B	73,88	a A	65,08	b B	60,21	A B	41,98	c B	49,20	c A	43,58	c B
31-82 x 30-08	32,14	d A	31,21	c A	33,44	a A	62,41	b A	64,88	b A	62,65	A A	53,20	a A	47,80	c A	51,57	b A
31-97 x 30-08	33,75	c A	29,70	d B	27,84	c B	64,80	b A	61,00	b A	55,59	B B	47,00	c A	44,28	d A	44,89	c A
31-213 x 30-08	33,69	c A	35,73	b A	29,84	b B	58,25	c B	69,07	a A	56,89	A B	45,70	c A	47,00	d A	44,38	c A
31-19 x 30-18	35,30	c A	32,34	c B	30,27	b B	63,90	b A	57,50	c A	59,72	A A	44,46	c A	43,87	d A	44,73	c A
31-20 x 30-18	31,63	d A	31,67	c A	28,59	b A	54,48	d B	63,41	b A	56,85	A B	49,72	b A	49,10	c A	50,92	b A
31-71 x 30-18	29,77	e A	22,06	f B	27,83	c A	57,74	c A	53,78	d A	55,28	B A	45,79	c A	43,22	e A	46,64	c A
31-82 x 30-18	36,63	b A	29,66	d B	24,39	d C	71,90	a A	52,99	d B	49,76	c B	38,00	d B	42,70	e A	44,46	c A
31-97 x 30-18	30,75	d A	22,92	f B	30,97	b A	61,01	c A	57,92	c A	56,47	a A	46,33	c A	46,74	d A	46,35	c A
31-213 x 30-18	40,03	a A	38,64	a A	31,81	a B	66,61	b A	62,42	b A	57,32	a B	42,43	c A	42,11	e A	42,99	d A
31-71 x 30-77	26,64	f A	27,60	d A	25,73	c A	51,63	d A	56,56	c A	55,10	b A	50,12	b A	50,15	c A	45,77	c A
31-82 x 30-77	32,29	d A	33,70	c A	27,64	c B	67,33	a A	59,28	c B	53,39	b C	50,15	b A	46,41	d A	49,80	b A
31-97 x 30-77	25,60	f B	29,17	d A	25,33	c B	53,31	d B	59,49	c A	52,75	b B	54,31	a A	52,75	c A	56,76	a A
31-213 x 30-77	29,09	e A	31,04	c A	23,56	d B	58,88	c A	58,49	c A	46,69	c B	53,91	a A	55,27	b A	52,91	b A
31-19 x 30-77	23,31	g B	29,36	d A	30,54	b A	45,70	e B	62,30	b A	58,11	a A	43,28	c A	44,24	d A	39,23	d A
31-20 x 30-77	25,21	f B	29,37	d A	27,99	c A	51,65	d C	66,04	a A	57,66	a B	57,85	a A	60,78	a A	55,58	a A
31-19 x 30-122	27,04	f B	32,10	c A	24,73	c B	53,82	d A	57,03	c A	60,12	a A	48,62	b A	47,16	d A	46,58	c A
31-20 x 30-122	22,05	g B	26,81	e A	26,64	c A	59,29	c B	67,29	a A	56,91	a B	47,33	c A	48,34	c A	44,13	c A
31-71 x 30-122	25,49	f B	32,02	c A	30,36	b A	56,56	c A	58,46	c A	59,07	a A	57,13	a A	50,90	c B	49,83	b B
31-82 x 30-122	30,05	e A	31,85	c A	28,79	b A	58,29	c A	54,01	d A	51,51	c A	51,44	b A	50,61	c A	52,90	b A
31-97 x 30-122	34,79	c A	32,59	c A	28,35	b B	52,69	d A	55,81	c A	55,48	b A	53,54	a A	55,05	b A	54,99	a A
31-213 x 30-122	27,06	f A	26,69	e A	27,36	c A	52,81	d A	53,91	d A	50,77	c A	53,97	a A	52,53	c A	47,83	c B
31-19 x 30-139	32,09	d B	39,90	a A	26,42	c C	57,39	c B	66,65	a A	59,39	a B	43,94	c A	37,44	e B	42,10	d A
31-20 x 30-139	32,66	d A	29,79	d A	25,46	c B	68,75	a A	59,09	c B	53,68	b B	40,60	d B	42,31	e B	47,47	c A
31-71 x 30-139	40,31	a A	27,83	d C	31,75	a B	71,39	a A	54,28	d C	61,90	a B	52,92	a A	51,90	c A	53,05	b A
31-82 x 30-139	32,30	d A	27,81	d B	33,48	a A	66,10	b A	65,52	b A	61,48	a A	43,36	c A	47,41	d A	44,43	c A
31-97 x 30-139	28,17	e A	31,12	c A	28,90	b A	52,93	d A	56,11	c A	55,21	b A	54,57	a A	52,39	c A	48,17	c B
31-213 x 30-139	36,37	b A	25,75	e B	26,16	c B	54,40	d A	49,44	d A	50,54	c A	43,57	c A	47,70	c A	47,01	c A
31-19 x 30-160	31,73	d A	30,97	c A	28,57	b A	56,46	c B	63,08	b A	54,00	b B	45,50	c A	40,30	e A	44,16	c A
31-20 x 30-160	28,28	e A	26,04	e A	29,24	b A	57,30	c B	62,62	b A	56,70	a B	48,11	c A	46,04	d A	42,10	d A
31-71 x 30-160	34,97	c A	32,60	c A	29,21	b B	65,48	b A	62,35	b A	59,17	a A	49,78	b A	45,46	d A	39,67	d B
31-82 x 30-160	31,66	d A	24,80	e B	27,25	c B	66,21	b A	60,49	b B	53,01	b C	44,03	c A	43,66	d A	47,46	c A
31-97 x 30-160	33,43	c A	31,05	c A	29,89	b A	65,62	b A	53,29	d B	60,94	a A	44,86	c B	50,89	c A	43,71	c B
31-213 x 30-160	30,00	e A	29,45	d A	20,89	d B	60,16	c A	56,52	c A	52,01	c B	46,60	c B	52,95	c A	55,12	a A
30-08	34,11	c A	32,95	c A	32,43	a A	66,75	b A	63,99	b A	64,00	a A	48,80	b A	50,10	c A	47,16	c A
30-18	31,32	d B	35,56	b A	35,17	a A	61,93	b B	68,59	a A	62,15	a B	46,28	c A	44,83	d A	43,52	c A
30-77	29,48	e A	30,83	c A	22,12	d B	57,77	c A	62,48	b A	50,77	c B	47,40	c A	46,52	d A	47,40	c A
30-122	30,46	e B	35,52	b A	29,77	b B	62,05	b B	71,18	a A	60,34	a B	40,17	d A	41,67	e A	40,65	d A
30-139	27,21	f B	32,38	c A	29,45	b B	68,46	a A	63,52	b B	58,57	a B	44,92	c A	40,60	e A	41,25	d A
30-160	25,40	f B	36,18	b A	34,79	a A	66,42	b B	71,80	a A	65,22	a B	34,65	d A	38,80	e A	36,53	d A
31-19	34,59	c A	34,73	b A	29,30	b B	69,02	a A	64,79	b A	55,66	b B	46,72	c A	47,95	c A	40,40	d B
31-20	31,90	d A	29,58	d A	26,46	c B	67,09	a A	60,06	c B	57,19	a B	45,90	c A	46,45	d A	49,02	b A
31-71	32,55	d A	31,05	c A	30,42	b A	67,93	a A	64,59	b A	58,71	a B	42,17	c B	49,90	c A	49,05	b A
31-82	33,30	c A	32,59	c A	25,50	c B	67,81	a A	61,03	b B	55,92	b B	44,28	c B	48,86	c A	50,22	b A
31-97	29,19	e B	36,27	b A	24,94	c C	63,46	b A	64,08	b A	50,34	c B	46,28	c A	43,00	e A	42,02	d A
31-213	34,62	c A	32,37	c A	27,16	c B	70,55	a A	61,82	b B	57,41	a B	37,48	d C	45,80	d B	58,15	a A
Média Geral	31,35		30,92		28,50		61,63		60,80		56,62		46,89		47,23		46,80	
Média Híbridos	31,41	a	30,12	a	28,35	a	60,25	a	59,45	a	56,15	a	47,94	a	47,85	a	47,25	a
Média Linhagens	31,18	a	33,33	b	28,96	b	65,77	b	64,83	b	58,02	b	43,75	b	45,37	b	45,45	b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Utilização de índices de tolerância na avaliação do estresse hídrico em milho.

Rafaela Beiral Campos Borges⁽¹⁾; Luiz Paulo Miranda Pires⁽²⁾; Álvaro de Oliveira Santos⁽³⁾; Renzo Garcia Von Pinho⁽⁴⁾; Lauro José Guimarães⁽⁵⁾; Felipe Ribeiro Resende⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; rbeiralborges@gmail.com; ⁽²⁾ Doutorando; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Pesquisador associado; Syngenta; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: O estresse hídrico é o fator abiótico com o maior impacto para a produtividade das culturas vegetais. O objetivo neste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a tolerância ao estresse hídrico de híbridos de milho. Foram avaliados 86 híbridos, em ambientes com e sem restrição hídrica, em três anos consecutivos. Utilizou-se o delineamento látice quadrado (6x6) com 6 tratamentos comuns, com 4 repetições. Foram avaliadas as características de produtividade de grãos potencial (PGp), produtividade de grãos sob estresse hídrico (PGs), florescimento masculino (FM) e feminino (FF), altura de planta (AP) e espiga (AE). Avaliou-se os índices de susceptibilidade à seca (ISS), de tolerância ao estresse hídrico (TOL), o coeficiente de resistência à seca (CS), de resistência ao estresse hídrico (IRS), índice de tolerância ao estresse hídrico (ITS) e média harmônica (MH). Houve diferença entre os híbridos e ambientes para todas as características avaliadas. Os híbridos 3, 6, 63 e 71 apresentam potencial para serem utilizados em ambientes com restrição hídrica. Os índices ITS e MH podem ser utilizados na avaliação e identificação de híbridos de milho mais produtivos em ambientes com e sem restrição hídrica.

Termos de indexação: produtividade de grãos, resistência a seca, interação genótipo-ambiente.

INTRODUÇÃO

Dentre os diferentes estresses abióticos que afetam e reduzem a produtividade dos principais cereais produzidos no mundo, o estresse hídrico é o fator com o maior impacto para a produção estável, principalmente nos países tropicais (PARENT et al., 2015; MIR et al., 2012).

Visando amenizar as perdas de produtividade das culturas sob estresse hídrico, recentes pesquisas tem buscado a identificação e desenvolvimento de híbridos de milho tolerantes à

seca por meio do melhoramento genético (GAFFNEY et al., 2015; COOPER et al., 2014).

Índices de tolerância tem sido utilizados para avaliação de genótipos de trigo e cevada com eficiência (MORADI et al., 2012). Entretanto, na cultura do milho, estes índices de tolerância tem sido pouco explorados, portanto, há potencial para a utilização destes índices como mais uma ferramenta de auxílio na identificação e desenvolvimento de híbridos de milho tolerantes ao estresse hídrico.

Diante do exposto, o objetivo neste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a tolerância ao estresse hídrico de híbridos de milho em ambientes com e sem restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em área da Estação Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Nova Porteirinha-MG, nos anos de 2011, 2012 e 2013.

A semeadura foi realizada no mês de maio de cada ano, sob sistema de irrigação por gotejamento. O estresse hídrico foi imposto através da suspensão da irrigação nas parcelas do ambiente com restrição hídrica (A1) 45 dias após a emergência (45 DAE), permanecendo até a colheita. No ambiente sem restrição hídrica (A2), a irrigação foi realizada regularmente até o estádio R3, mantendo a capacidade de campo do solo.

As parcelas foram constituídas de uma linha de 4 metros de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,8 metros, sendo a área útil da parcela de 3,2 m². A população final de plantas foi de 60 mil plantas/ha.

Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura, buscando-se o máximo rendimento dos híbridos avaliados.

Foram avaliados 79 híbridos experimentais de milho do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e e Sorgo e 7 híbridos de milho comerciais.

Foram avaliadas as seguintes características:

Produtividade de grãos de cada híbrido nos ambientes com (PGs) e sem restrição hídrica (PGp), a média de produtividade de grãos no ambiente com restrição (PGms) e sem restrição hídrica (PGmp). A produtividade foi obtida em gramas por parcela e posteriormente transformada em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a 13% de umidade, através da expressão:

$$PG = PP \times \left(\frac{10000}{AU}\right) \times \left(\frac{100 - U}{87}\right)$$

Onde:

PG: +, a 13% de umidade.

PP: peso de grãos em gramas por parcela.

AU: área útil da parcela, em m^2 .

U: umidade dos grãos no momento da colheita, em %.

Florescimento maculino (FM): valores referentes à dias após a emergência, onde 50% das plantas da parcela apresentavam-se com pendões liberando pólen.

Florescimento feminino (FF): valores referentes à dias após a emergência, onde 50% das plantas da parcela apresentavam-se com estilo-estigmas visíveis nas espigas.

Altura de planta (AP): altura média de cinco plantas representativas da parcela, obtidas através da medição da distância do solo até a lígula da folha bandeira.

Altura de espiga (AE): altura média de inserção de espigas em cinco plantas representativas da parcela, obtidas através da medição da distância do solo até a inserção da espiga superior da planta.

Os índices de tolerância ao estresse hídrico obtidos foram:

Índice de susceptibilidade à seca (ISS), segundo Fischer & Maurer (1978), através da expressão:

$$ISS = \frac{(1 - PGs/PGp)}{(1 - PGms/PGmp)}$$

Tolerância ao estresse hídrico (TOL), segundo Rosielle & Hamblin (1981), através da expressão:

$$TOL = PGp - PGs$$

Coeficiente de resistência à seca (CS), segundo Blum (1984), através da expressão:

$$CS = PGs/PGp$$

Índice de resistência ao estresse hídrico (IRS), segundo Lan (1990), através da expressão:

$$IRS = PGs \times \left(\frac{PGs/PGp}{PGms}\right)$$

Índice de tolerância ao estresse hídrico (ITS), segundo Fernandez (1992), através da expressão:

$$ITS = \frac{(PGp/PGmp) \times (PGs/PGms)}{(PGms/PGmp)}$$

Média harmônica (MH), segundo Sio-Se Mardeh et al. (2006), através da expressão:

$$MH = 2 \times \left(\frac{PGp \times PGs}{PGp + PGs}\right)$$

O delineamento experimental utilizado foi o látice

quadrado com seis tratamentos comuns (11953, 1J1203, 2B707, 3H842, BRS1055 e 1J1132), com 4 repetições, sendo a repetição 3 uma duplicata da repetição 1 e a repetição 4 uma duplicata da repetição 2.

Inicialmente realizou-se as análises de variâncias individuais. Após a verificação da homogeneidade das variâncias pela razão dos quadrados médios, realizou-se a análise de variância conjunta considerando os ambientes com (A1) e sem restrição hídrica (A2).

Para as características PGs, PGp, PGm, FM, FF, AP e AE, as médias foram avaliadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Foram estabelecidas análises de correções de Spearman entre as características PGs, PGp, PGm e os índices de tolerância ao estresse hídrico ISS, TOL, CS, IRS, ITS e MH.

As análises estatísticas foram realizadas através do software estatístico R (R DEVELOPMENT, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os híbridos para todas as características avaliadas.

Na interação híbridos x ambientes, foi observada diferença significativa para todas as características avaliadas, inferindo que os híbridos avaliados tiveram uma performance diferente nos ambientes A1 e A2.

Para o ambiente A1, os híbridos com maiores PG foram 86, 71, 67, 63, 32, 15, 14, 12, 6 e 3. A PG neste ambiente variou entre 2199,58 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 7032,11 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ com PG média de 4606,45 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. **(Tabela 1)**. Esses híbridos apresentaram potencial para serem utilizados em ambientes com baixa disponibilidade hídrica.

Para o ambiente A2, os híbridos que apresentaram maiores PG foram 86, 84, 78, 53, 11, 8, 7, 5, 3 e 2, com PG acima de 10000,00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Neste ambiente, a PG variou entre 5000,01 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 12186,03 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com produtividade média de 8532,04 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Para a característica FM, foram observados valores entre 61 dias (híbridos 1, 68 e 81) e 70 dias (híbrido 27) no ambiente A1. No ambiente A2, os valores variaram entre 59 dias (híbridos 36, 37, 49 e 79) e 68 dias (híbrido 14).

Para a característica FF, foram observados valores entre 64 dias (híbrido 81) e 70 dias (híbridos 27 e 52) no ambiente A1. No ambiente A2, foram observados valores entre 58 (híbrido 79) e 68 (híbridos 14).

Para a característica AP, foram observados valores entre 1,88m (híbrido 51) a 2,65m (híbrido 3)

no ambiente A1, com altura média de 2,28m. Para o ambiente A2, foram observados valores entre 2,10m (híbridos 42 e 81) a 2,75m (híbridos 3 e 84), com altura média de 2,43m (Tabela 3).

Para a característica AE, foram observados valores entre 0,90m (híbrido 42) a 1,58m (híbrido 14) no ambiente A1 e 1,00m (híbridos 55 e 72) a 1,65m (híbrido 86) no ambiente A2.

Para os índices ISS e TOL, menores valores indicam híbridos tolerantes ao déficit hídrico e selecionam mais eficientemente híbridos com maiores produtividades em ambientes com restrição hídrica.

Para os índices CS, IRS, ITS e MH, maiores valores indicam híbridos tolerantes à restrição hídrica e apresentam maior eficiência em identificar híbridos superiores nos dois ambientes (HAO et al., 2011; JAFARI et al., 2009).

Nesta pesquisa, os valores encontrados variaram entre 3313,57 (híbrido 52) e 9241,93 (híbrido 86), para MH; entre 1298,02 (híbrido 36) e 7014,05 (híbrido 78), para TOL; entre 0,49 (híbrido 22) e 1,57 (híbrido 23), para ISS; entre 0,28 (híbrido 23) e 0,78 (híbridos 16 e 22), para CS; entre 0,16 (híbrido 52) e 1,14 (híbrido 6), para IRS; entre 0,21 (híbrido 52) e 1,30 (híbrido 86), para ITS (Tabela 5).

A análise do grau de associação entre características referentes a grupos de indivíduos pode ser realizada através de estimativas de correlação. Valores positivos indicam relação direta entre as características e valores negativos indicam relação inversa, variando de -1 a 1.

Foram observados elevados valores de correlação entre os índices de tolerância avaliados. Os maiores valores foram observados entre ISS e CS (-0,98) e entre ITS e MH (0,95) (Tabela 6).

De maneira geral, para a avaliação de híbridos de milho em ambientes com e sem restrição hídrica, os índices ITS e MH podem ser utilizados eficientemente. Verificou-se que esses índices apresentaram alta correlação positiva e significativa com a PGs e PGp.

CONCLUSÕES

Os híbridos 3 (1I862), 6 (1I923), 63 (1L1434) e 71 (1L1473) apresentam potencial para serem utilizados em ambientes com restrição hídrica.

Os índices ITS e MH podem ser utilizados na avaliação e identificação de híbridos de milho mais produtivos em ambientes com e sem restrição hídrica.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG, CNPq, e à todos os membros do Grupo do Milho - UFLA.

REFERÊNCIAS

BLUM, A. Breeding crop varieties for stress environments. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v. 2. p. 199–238. 1984.

COOPER, M. et al. Breeding drought-tolerant maize hybrids for the US Corn-belt: Discovery to product. **Journal of Experimental Botany**. v. 65, p. 6191–6204. 2014.

FERNANDEZ, G. C. J. **Effective selection criteria for assessing stress tolerance**. In: KUO, C. G. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 1992. p. 257-270.

FISCHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivar, I: Grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 29, p. 897-912. 1978.

GAFFNEY, J. et al. Industry-scale evaluation of maize hybrids selected for increased yield in drought-stress conditions of the US corn belt, **Crop Science**, v. 55, p. 1608-1618. 2015.

HAO, Z. et al. Identification of functional genetic variations underlying drought tolerance in maize using SNP markers. **Plant Biology**. v. 53, p. 641–652, 2011.

JAFARI, A. et al. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. **International Journal of Plant Production** v. 3. p. 124-131. 2009.

LAN, J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. **Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica**. v. 7. p. 85–87. 1998.

MIR, R. R. et al. Integrated genomics, physiology and breeding approaches for improving drought tolerance in crops. **Theoretical Applied Genetics**. p. 125, 625–645. 2012.

MORADI, H. et al. Evaluation of drought tolerance in corn (*Zea mays* L.) new hybrids with using stress tolerance indices. **European Journal of Sustainable Development**. v. 1, p. 543-560. 2012.

PARENT, B. et al. Combining field performance with controlled environment plant imaging to identify the genetic control of growth and transpiration underlying yield response to water-deficit stress in wheat. **Journal of Experimental Botany**. v. 2. p. 1-12. 2015.

R Development Core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>. 2011.

ROSIELLE, A. A.; HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. **Crop Science**. v. 21. p. 943-948. 1981.

SIO-SE MARDEH, A. et al. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. **Field Crop Research**. v. 98. p. 222-229. 2006.

Tabela 1 – Relação das características e índices avaliados com os híbridos de maiores produtividade de grãos (PG em kg.ha⁻¹) em ambientes com restrição hídrica.

	3	6	12	14	15	32	63	67	71	86
PG	6388,99	6788,99	5903,22	6142,74	5946,20	6100,48	6133,37	5872,45	6118,07	7032,11
FM	64aA	62aA	66bA	68bA	63aA	63aA	63aA	66aA	64aA	65bA
FF	65bA	63aA	66cA	68dA	65bA	65bA	64bA	66cA	65bA	65bA
AP	2,65bA	2,48bA	2,38bA	2,63bA	2,55bA	2,35bA	2,20aA	2,45bA	2,33bA	2,63bA
AE	1,50bA	1,53bA	1,38bA	1,58bA	1,35bA	1,38bA	1,15aA	1,25aA	1,25aA	1,50bA
ISS	0,92b	0,54 ^a	0,68a	0,77a	0,80a	0,87b	0,55a	0,82a	0,53a	1,05b
TOL	4654,97	2244,14a	2851,00b	3323,78b	3589,22b	3989,68c	2081,64a	3557,20b	2060,26a	6473,68c
CS	0,58b	0,76 ^a	0,69b	0,65a	0,63a	0,61b	0,75a	0,63a	0,76a	0,52b
IRS	0,81 ^a	1,14 ^a	0,88a	0,87a	0,82a	0,84a	1,00a	0,80a	1,00a	0,80a
ITS	0,97 ^a	0,85 ^a	0,72a	0,80a	0,78a	0,85a	0,69a	0,76a	0,70a	1,30a
MH	8080,28 ^a	7698,66a	7025,73a	7448,99a	7289,05a	7526,42a	7014,40a	7237,48a	6987,09a	9241,93a

VRF e %NDT da forragem de híbridos *topcrosses* de milho em dois espaçamentos

André Gabriel⁽¹⁾; Diego Fernando De Marck⁽²⁾; Carlos Augusto da Silva⁽²⁾; Mikael Neumann⁽³⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽⁴⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Produção Vegetal; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; Paraná; E-mail: andre.gb85@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Professor Titular Departamento de Medicina Veterinária; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁴⁾ Professor Associado Departamento de Agronomia; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: O método de *topcross* permite a avaliação de um grande número de linhagens parcialmente endogâmicas a partir de combinações com testadores. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do bromatológico da forragem de híbridos *topcrosses* como forma de inferir sobre o mérito relativo de linhagens S₃ de milho em combinação com o testador, em Guarapuava-PR. Foram conduzidos dois experimentos variando o espaçamento entre linhas (0,4 e 0,7m) avaliados no delineamento blocos ao acaso. A população final foi de 70.000 plantas ha⁻¹ em ambos os experimentos. Foram avaliados 31 tratamentos: 25 híbridos *topcrosses* de linhagem S₃ cruzadas com testador (híbrido simples DKB245) e mais seis híbridos comerciais utilizados como testemunhas. Foram avaliados o Valor Relativo de Forragem (VRF), e Nutrientes Digestíveis totais (%NDT) da forragem no ponto de ensilagem de plantas inteiras de milho colhidas no ponto ¾ da linha do leite. O HTC103-15 se destacou frente aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas quanto ao VRF e %NDT em ambos os espaçamentos entre linhas. Não ocorreram diferenças significativas entre os espaçamentos entre linhas para os valores de VRF e %NDT.

Termos de indexação: *Zea mays*; digestibilidade de forragem; melhoramento de milho forrageiro

INTRODUÇÃO

A escolha de híbridos adequados para silagem é fundamental para que o produtor obtenha altas produtividades no desenvolvimento da atividade pecuária. Neste contexto, o melhoramento genético de milho é fundamental para o fornecimento de novos híbridos que apresentem alta produtividade de massa verde e massa seca da forragem, associado à digestibilidade e qualidade bromatológica de silagem.

A utilização de híbridos comerciais para extração de linhagens de segundo ciclo é uma estratégia que vem sendo utilizada com frequência nos programas de melhoramento de milho no Brasil (OLIBONI et al., 2013; GRALAK et al., 2014; FARIA et al., 2015; MARCONDES et al., 2015a; MARCONDES et al., 2015b; GRALAK et al., 2015; SOUZA NETO et al., 2015) e em outros países (TROYER, 1999). No entanto, a avaliação da capacidade combinatória de linhagens em dialelos tem como fator limitante o número de linhagens a serem cruzadas e o número de combinações híbridas a serem avaliadas. Para reduzir essa limitação, os melhoristas optam pelo método de *topcross* (ANDRADE, 1995).

O método *topcross* proposto por Davis (1927) permite a identificação precoce das linhagens superiores, já nas primeiras gerações de autofecundações, de forma que as linhagens que apresentarem as melhores capacidades de combinação com o testador serão selecionadas para continuar no programa de melhoramento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o mérito relativo de linhagens S₃ de milho, cruzadas com um testador (o híbrido simples DKB245) quanto ao valor relativo (VRF) e a porcentagem de nutrientes digestíveis totais (%NDT) da forragem no ponto de ensilagem, em dois espaçamentos entre linhas em Guarapuava-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, no *campus* CEDETEG, em Guarapuava-PR.

Foram realizados dois experimentos simultâneos e em área contígua variando quanto ao espaçamento entre as linhas de semeadura (0,4m e 0,7m). Em ambos os experimentos foram avaliados 31 tratamentos, sendo 25 híbridos *topcrosses*, obtidos a partir do cruzamento de linhagens S₃ (originadas do híbrido AS1572) com o híbrido

simples DKB245 (testador), mais seis híbridos comerciais utilizados como testemunhas (P30F53 H, P30B39 H, DKB315 PRO, DKB245 PRO2, SG6030 PRO, AS1572). O delineamento experimental foi de blocos com os tratamentos ao acaso, com três repetições.

Os experimentos foram semeados em 18/10/2013, em sistema de plantio direto. Cada parcela foi constituída de uma linha com 5m de comprimento. O estande de plantas foi ajustado para a população de 70.000 plantas por hectare para ambos os espaçamentos entre linhas.

No ponto de ensilagem (75% da linha de leite nos grãos) foi feito o corte das plantas de cada parcela a 0,2 m do solo. Em seguida, seis plantas de cada parcela foram picadas em triturador estacionário, com tamanho médio de partículas de 2 cm.

O material picado de cada parcela foi homogeneizado, em seguida uma amostra de 0,3 kg foi levada para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até obtenção de peso constante. Posteriormente, cada amostra seca foi moída em moinho estacionário tipo Willey, com peneira de 1 mm de malha.

No laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da UNICENTRO foram determinados os teores fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca, em solução de detergente neutro e detergente ácido, de acordo com Van Soest et al. (1991). Foram utilizados 0,5 mL de α amilase termoestável para cada amostra na determinação do FDN.

O Valor Relativo da Forragem (VRF) foi obtido pelo estimador VRS = $(DMS \cdot CMSP) / 1,29$, conforme Bolsen (1996), em que: DMS (% digestibilidade estimada da MS). $DMS = 88,9 - (0,779 \cdot FDA)$; CMSP (%PV): consumo de MS em função do peso vivo. $CMSP = 120 / FDN$, conforme Mertens (1994).

A porcentagem de nutrientes digestíveis totais da forragem (%NDT), obtido por $\%NDT = 87,84 - (0,70 \cdot x \cdot FDA)$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas por Scott Knott a 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios foram significativos pelo teste de F a 5% de probabilidade para as fontes de variação genótipos e a interação genótipos x ambientes, evidenciando a variabilidade genética entre os híbridos *topcrosses* (HTC) e as respectivas linhagens S_3 e o comportamento diferenciado destes com relação ao espaçamento entre linhas. No entanto, vale ressaltar que o espaçamento entre

linhas não foi significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade para o VRF e %NDT (Tabela 1).

Os valores médios de VRF e %NDT nos espaçamentos entre linhas de 0,4m e 0,7m estão descritos na Tabela 2.

No espaçamento 0,4m entre linhas ocorreu a formação de 4 grupos distintos de genótipos para o VRF, as médias oscilaram de 93,75 (HTC103-08) a 127,76 (HTC103-15) (Tabela 2).

Os híbridos *topcrosses* HTC103-22 (123,24) e HTC103-15 (127,76) se destacaram frente aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas e foram agrupados com as maiores médias no primeiro grupo para o VRF no espaçamento 0,4m (Tabela 2).

No espaçamento 0,7m as médias para o VRF oscilaram de 92,53 (HTC103-17) a 125,38 (DKB315 PRO), e ocorreu a formação de três grupos distintos de genótipos (Tabela 2).

Foram agrupados 12 híbridos *topcrosses* no primeiro grupo de genótipos e não diferiram dos híbridos testemunhas DKB245 PRO2 (117,90), SG6030 PRO (118,82) e DKB315 PRO (125,38) (Tabela 2).

As médias do %NDT no espaçamento 0,4m oscilaram de 62,98% (HTC103-08) a 69,36% (HTC103-15), e ocorreu a formação de dois grupos distintos de genótipos (Tabela 2).

No primeiro grupo foram alocados 16 híbridos *topcrosses*, que não diferiram das testemunhas DKB245 PRO2 (66,77%), DKB315 PRO (67,00%), P30F53 H (67,09%) e SG6030 PRO (68,92%) e foram superior aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas (Tabela 2).

No espaçamento 0,7m entre linhas as médias de %NDT oscilaram de 63,27% (HTC103-17) a 68,58% (DKB315 PRO) e formou dois grupos distintos de genótipos (Tabela 2).

No primeiro grupo foram alocados 16 híbridos *topcrosses* e não diferiram das testemunhas AS1572 (66,23%), DKB245 PRO (66,56%), SG6030 PRO (67,32%) e DKB315 PRO (68,58%) (Tabela 2).

O HTC103-15 destacou-se aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas por estar agrupado sempre no primeiro grupo de genótipos para os VRF e %NDT em ambos os espaçamentos entre linhas avaliado neste experimento. Entretanto deve-se ressaltar que a seleção genótipos de híbridos de milho forrageiro tem que levar em consideração as demais características bromatológicas e produtividade de massa seca da forragem por hectare.

Assim, pode-se inferir que é viável extrair linhagens a partir de híbridos simples, para obtenção genótipos superiores, já que estes apresentam muitas características de interesse agrônomo já fixadas.

CONCLUSÕES

O HTC103-15 se destacou frente aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas quanto ao VRF e %NDT, em ambos os espaçamentos entre linhas, indicando o potencial forrageiro da linhagem S₃ do respectivo *topcross*.

O espaçamento entre linhas não diferiu na média geral para o VRF e %NDT da forragem de híbridos *topcrosses*, e verificou-se a interação genótipos x ambientes.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária, Capes e CNPq.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.A.C. **Dialélico parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays* L.)**. 1995. 134 f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- BOLSEN, K.K. Silage technology. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. **Anais...** Queensland: Gatton College, 1996. p.1-30.
- CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- DAVIS, R.L. Report of the plant breeder. **Puerto Rico Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt.**, p.14-15, 1927.
- FARIA, M.V.F.; MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D.A.; GRALAK, E.; SILVA, C.A.; FARIA, C.M.D.R. Análise dialélica da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.123-134, 2015.
- GRALAK, E.; FARIA, M.V.; POSSATTO JUNIOR, O.; ROSSI, E.S.; SILVA, C.A.; RIZZARDI, D.A.; MENDES, M.C.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para caracteres agrônomicos e bromatológicos da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.13, n.2, p.187-200, 2014.
- GRALAK, E.; FARIA, M.V.; ROSSI, E.S.; POSSATTO JUNIOR, O.; GABRIEL, A.; MENDES, M.C.; SCAPIM, C.A.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para produção de grãos e severidade de doenças foliares em dialelo circulante. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.14, n.1, p.116-129, 2015.
- MARCONDES, M.M.; FARIA, M.V.; MENDES, M.C.; OLIVEIRA, B.R.; SANTOS, J.F.; MATCHULA, P.H.; WALTER, A.L.B. Desempenho agrônomico de linhagens S₄ de milho em cruzamentos *topcrosses*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas**, v.14, n.1, p.145-154, 2015a.
- MARCONDES, M.M.; FARIA, M.V.; NEUMANN, M.; MARCONDES, M.M.; SILVA, C.A.; VASCOSKI, V.; RIZZARDI, D.A. Desempenho agrônomico e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *topcrosses* com híbrido simples. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n. 4, p.2395-2406, 2015b.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.
- OLIBONI, R.; FARIA, M.V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J.T.V.; BATTISTELLI, G.M.; TEGONI, R.G.; OLIBONI D.F. Análise dialélica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina**, Londrina, v.34, n.1, p.7-18, 2013.
- SOUZA NETO, I.L.; PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A.; JOBIM, C.C.; FIGUEIREDO, A.S.T.; BIGNOTTO, L.S. Análise dialélica e depressão endogâmica de híbridos forrageiros de milho para características agrônomicas e de qualidade bromatológica. **Bragantia**, Campinas, v.74, n.1, p.42-49, 2015.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.74, n.10, p. 3583- 3597, 1991.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta do valor relativo da forragem (VRF) e nutrientes digestíveis totais (%NDT) na % da massa seca, referentes a 25 híbridos *topcrosses* de milho e seis testemunhas, avaliados na safra agrícola 2013/14, em Guarapuava-PR.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		VRF	%NDT
Bloco/Espaçamento	2	73,7384	1,6119
Genótipo (G)	30	132,5003*	5,2192*
Espaçamento (E)	1	155,5904	0,5542
G X E	30	94,4733*	4,2356*
Erro médio	60	20,9712	1,2139
Média Geral		109,53	66,31
CV (%)		4,18	1,66

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios do valor relativo da forragem (VRF) e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (%NDT) na massa seca, de 25 híbridos *topcrosses* e seis testemunhas avaliados nos espaçamentos entre linhas 0,4 e 0,7m, na safra agrícola 2013/14 em Guarapuava-PR.

Topcross	VRF		%NDT	
	Espaçamento entre linhas			
	0,4 m	0,7 m	0,4 m	0,7 m
HTC103-01	105,79 c	105,17 b	67,90 a	66,20 a
HTC103-02	110,02 b	113,92 a	65,53 b	67,36 a
HTC103-03	106,38 c B	122,80 a A	66,65 a	67,60 a
HTC103-04	110,43 b B	124,38 a A	66,79 a	67,92 a
HTC103-05	112,46 b	107,49 b	66,99 a	65,60 b
HTC103-06	104,14 c B	117,71 a A	64,53 b B	67,17 a A
HTC103-07	98,32 d B	111,92 a A	64,76 b	66,27 a
HTC103-08	93,75 d B	106,80 b A	62,98 b	65,03 b
HTC103-09	116,69 b	111,35 a	68,30 a	68,27 a
HTC103-10	97,50 d B	116,82 a A	63,37 b B	67,08 a A
HTC103-11	95,33 d	98,24 c	64,42 b	64,79 b
HTC103-12	108,07 b	107,51 b	66,40 a	66,18 a
HTC103-13	102,66 c B	113,15 a A	64,65 b	66,46 a
HTC103-14	111,12 b	109,88 b	66,84 a	67,43 a
HTC103-15	127,75 a A	117,82 a B	69,36 a A	67,04 a B
HTC103-16	110,75 b A	98,43 c B	66,31 a	64,49 b
HTC103-17	108,07 b A	92,53 c B	68,26 a A	63,27 b B
HTC103-18	105,60 c	114,26 a	66,66 a	68,42 a
HTC103-19	108,73 b	117,11 a	65,53 b	67,62 a
HTC103-20	115,92 b	113,08 a	68,22 a A	64,34 b B
HTC103-21	108,56 b	101,34 c	66,16 a	64,11 b
HTC103-22	123,23 a A	103,05 b B	67,85 a A	65,02 b B
HTC103-23	107,81 b	106,46 b	66,93 a	67,92 a
HTC103-24	110,68 b	109,71 b	66,60 a	66,90 a
HTC103-25	106,22 c	105,54 b	63,17 b B	65,59 b A
Testemunhas				
DKB245 PRO2 (T)	111,07 b	117,90 a	66,77 a	66,56 a
P30F53 H	110,75 b	105,99 b	67,95 a	65,84 b
P30B39 H	103,59 c	105,23 b	64,53 b	65,32 b
AS1572 (G)	102,02 c	110,53 b	64,32 b	66,23 a
DKB315 PRO	113,05 b B	125,38 a A	67,00 a	68,58 a
SG6030 PRO	114,39 b	118,81 a	68,92 a	67,32 a
Média Geral	108,41	110,65	66,25	66,38



(HTC) Híbrido *topcross*, (T) = Testador, (G) = Genitor. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

VRF e %NDT da forragem de *topcrosses* de linhagens S₃ de milho avaliados em dois espaçamentos

André Gabriel⁽¹⁾; Welton Luiz Zaluski⁽¹⁾; Diego Fernando De Marck⁽²⁾; Emanuel Gava⁽³⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽⁴⁾; Marcos Ventura Faria⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutorando em Produção Vegetal; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; Paraná; E-mail: andre.gb85@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽³⁾ Graduando em agronomia; Universidade Estadual do Centro Oeste; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agronomia; Universidade Estadual do Centro Oeste.

RESUMO: O método de *topcross* permite a avaliação do mérito relativo de um grande número de linhagens parcialmente endogâmicas a partir de combinações com testadores. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do bromatológico de híbridos *topcrosses* como forma de inferir sobre linhagens parcialmente endogâmicas (S₃) em combinação com o testador, em Guarapuava. Foram implantados dois experimentos variando o espaçamento entre linhas (0,4 e 0,7m) avaliados no delineamento blocos ao acaso. A população final foi de 70.000 plantas ha⁻¹ em ambos os experimentos. Foram avaliados 31 tratamentos, sendo 25 híbridos *topcrosses* de linhagem S₃ obtidas a partir do híbrido P30B39, cruzadas com o híbrido simples DKB245 (testador) e mais seis híbridos comerciais utilizados como testemunhas. Foram avaliados o Valor Relativo de Forragem (VRF), e Nutrientes Digestíveis totais (%NDT) da forragem no ponto de ensilagem de plantas inteiras colhidas no ponto de ensilagem (¾ da linha do leite). O HTC102-21 se destacou frente aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas com as médias superior do VRF e %NDT em ambos os espaçamentos entre linhas. Na média geral, a %NDT foi superior no espaçamento de 0,4m.

Termos de indexação: *Zea mays*; digestibilidade de forragem; melhoramento de milho forrageiro.

INTRODUÇÃO

Por tradição, o milho é a cultura de maior importância para produção de silagem visando alimentação animal, e também por apresentar elevada produção de massa seca por área, facilidade de cultivo, alta digestibilidade e concentração de energia. Assim, a escolha do híbrido para silagem é fundamental para que o produtor obtenha altas produtividades no desenvolvimento da atividade pecuária.

O melhoramento genético de milho é fundamental para o fornecimento de híbridos que apresentam alta produtividade de massa verde e

massa seca, associado à digestibilidade e qualidade bromatológica de silagem.

A utilização de híbridos comerciais para extração de linhagens de segundo ciclo é uma estratégia que vem sendo utilizada com frequência nos programas de melhoramento de milho no Brasil (OLIBONI et al. 2013; GRALAK et al. 2014; FARIA et al. 2015; MARCONDES et al. 2015a; MARCONDES et al. 2015b; GRALAK, et al. 2015; SOUZA NETO et al. 2015) e em outros países (TROYER, 1999).

A avaliação da capacidade combinatória de um grande número de linhagens em dialelos torna-se limitada, o que torna o método de *topcrosses* uma alternativa viável (ANDRADE 1995).

O método *topcross* proposto por Davis (1927) proporciona a identificação precoce das linhagens superiores, já nas primeiras gerações de endogamia, de forma que as linhagens mais promissoras serão selecionadas para continuar no programa de melhoramento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento relativo de linhagens S₃ de milho obtidas a partir do híbrido P30B39, cruzadas com um testador (DKB245) quanto ao Valor relativo da forragem (VRF) e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (%NDT) em dois espaçamentos entre linhas em Guarapuava-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, no *campus* CEDETEG, em Guarapuava-PR.

Foram realizados dois experimentos simultâneos e contíguos variando quanto ao espaçamento entre as linhas de semeadura (0,4m e 0,7m). Em ambos os experimentos foram avaliados 31 tratamentos, sendo 25 híbridos *topcrosses*, obtidos a partir do cruzamento de linhagens S₃ (originadas do híbrido P30B39) com o híbrido simples DKB245 (testador), mais seis híbridos comerciais utilizados como testemunhas (P30F53 H, P30B39 H, DKB315 PRO, DKB245 PRO2, SG6030 PRO, AS1572). O

delineamento experimental foi de blocos com os tratamentos ao acaso, com três repetições.

Os experimentos foram semeados em 18/10/2013, em sistema de plantio direto. Cada parcela foi constituída de uma linha com 5m. O estande de plantas foi ajustado para a população de 70.000 plantas por hectare.

No ponto de ensilagem (75% da linha de leite nos grãos) foi feito o corte das plantas de cada parcela a 0,2 m do solo. Em seguida, seis plantas de cada parcela foram picadas em triturador estacionário, com tamanho médio de partículas de 2 cm.

O material picado de cada parcela foi homogeneizado, em seguida uma amostra de 0,3 kg foi levada para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até obtenção de peso constante. Posteriormente, cada amostra seca foi moída em moinho estacionário tipo Willey, com peneira de 1 mm de malha.

No laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição de Ruminantes da UNICENTRO foram determinadas os teores fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca, em solução de detergente neutro e detergente ácido de acordo com Van Soest et al. (1991). Foram utilizados 0,5 mL de α amilase termoestável para cada amostra na determinação do FDN.

O Valor Relativo da Forragem (VRF) no ponto de ensilagem foi obtido pelo estimador $VRF = (DMS \cdot CMSP) / 1,29$, conforme Bolsen (1996), em que DMS (% digestibilidade estimada da MS), $DMS = 88,9 - (0,779 \cdot FDA)$, conforme Bolsen (1996). CMSP (%PV) é o consumo de MS em função do peso vivo. $CMSP = 120 / FDN$, conforme Mertens (1994).

A porcentagem de nutrientes digestíveis totais da forragem (%NDT), obtido por $\%NDT = 87,84 - (0,70 \times \%FDA)$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas por Scott Knott a 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios foram significativos pelo teste F a 5% de probabilidade para as fontes de variação genótipos e interação ‘genótipos x espaçamentos’, para todas as variáveis, comprovando a existência de variabilidade dos genótipos avaliados e comportamento diferenciado destes em relação espaçamentos utilizados. No entanto, houve efeito significativo do espaçamento entre linhas para %NDT (Tabela 1).

Os coeficientes de variação foram de baixa magnitude 4,51% e 1,88% para VRF e %NDT,

respectivamente (Tabela 1), inferindo credibilidade nos dados obtidos do experimento.

Os valores médios obtidos para a VRF no espaçamento de 0,4 m entre linhas estão na Tabela 2. Os genótipos foram classificados em quatro grupos distintos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com amplitude de valores de 97,96 (HTC102-08) a 135 (HTC102-07).

Os híbridos *topcrosses* (HTC102-17), (HTC102-18) e (HTC102-07) foram ranqueados no grupo de maiores médias para VRF pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, foram e superior aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas no espaçamento 0,4 m entre linhas (Tabela 2).

No espaçamento 0,7m entre linhas para o VRF, houve a formação de dois grupos distintos de genótipos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 2). As médias oscilaram de 95,76 (HTC102-08) a 125,38 (DKB315 PRO) (Tabela 2).

No grupo de maiores médias foram alocados 60% dos híbridos *topcrosses* no espaçamento 0,7m entre linhas, que não diferiram dos híbridos testemunhas AS1572 (110,53), DKB245 PRO2 (117,90), SG6030 PRO (118,81) e DKB315 PRO (125,38) (Tabela 2). HTC102-07 e HTC102-21 se destacaram entre os demais híbridos *topcrosses* e testemunhas por serem alocados entre os genótipos com as maiores médias em ambos os espaçamentos entre linhas (Tabela 2).

Quanto à %NDT no espaçamento 0,4m entre linhas, ocorreu a formação de dois grupos distintos de genótipos (Tabela 2). As médias oscilaram de 64,32% (AS1572) a 70,5% (HTC102-07), evidenciando a variabilidade genética dos *topcrosses*.

No grupo de maiores médias foram alocados 60% dos híbridos *topcrosses*, que não diferiram dos híbridos comerciais SG6030 PRO (68,92%), P30F53 H (67,10%), DKB315 PRO (67,00%) e DKB245 PRO2 (66,77%) sendo superior aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas P30B39 H (64,54) e AS1572 (64,32) (Tabela 2).

No espaçamento 0,7m entre linhas, ocorreu a formação de dois grupos distintos de genótipos, a amplitude das médias foi de 63,18 (HTC102-8) a 68,65 (HTC102-18), que comprova a variabilidade genética dos híbridos *topcrosses* da população 102 (Tabela 2).

No grupo de médias superiores foram alocados 68% dos híbridos *topcrosses*, que não diferiram dos híbridos comerciais, exceto do P30B39 H (Tabela 2).

Os genótipos HTC102-6 e HTC102-21 se destacaram frente aos demais híbridos *topcrosses* com os valores mais elevados de %NDT em ambos os espaçamentos entre linhas (Tabela 2). No entanto, deve se ressaltar que as demais

características bromatológicas devem ser levadas em consideração para seleção de híbridos *topcrosses* superiores.

Assim, pode-se inferir que é viável extrair linhagens com bom potencial forrageiro para silagem a partir de híbridos simples, já que estes apresentam acúmulo de alelos favoráveis para as características de interesse agrônomo.

CONCLUSÕES

O HTC102-21 se destacou-se frente aos demais híbridos *topcrosses* e testemunhas, com as médias superiores do VRF e %NDT da forragem no ponto de ensilagem em ambos os espaçamentos entre linhas, portando respectiva linhagem S3 deve prosseguir no processo de endogamia.

A extração de linhagens a partir de híbridos simples é uma alternativa viável para obtenção de novos híbridos de milho com valor nutricional da forragem superior.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária, Capes e CNPq.

REFERÊNCIA

ANDRADE, J.A.C. **Dialélico parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays* L.)**. 1995. 134 f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

BOLSEN, K.K. Silage technology. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. **Anais...** Queensland: Gatton College, 1996. p.1-30.

CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAVIS, R.L. Report of the plant breeder. **Puerto Rico Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt.**, p.14-15, 1927.

FARIA, M.V.F.; MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D.A.; GRALAK, E.; SILVA, C.A.; FARIA, C.M.D.R. Análise dialélica da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.123-134, 2015.

GRALAK, E.; FARIA, M.V.; POSSATTO JUNIOR, O.; ROSSI, E.S.; SILVA, C.A.; RIZZARDI, D.A.; MENDES, M.C.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para caracteres agrônômicos e bromatológicos da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.13, n.2, p.187-200, 2014.

GRALAK, E.; FARIA, M.V.; ROSSI, E.S.; POSSATTO JUNIOR, O.; GABRIEL, A.; MENDES, M.C.; SCAPIM, C.A.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para produção de grãos e severidade de doenças foliares em dialelo circulante. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v.14, n.1, p.116-129, 2015.

MARCONDES, M.M.; FARIA, M.V.; MENDES, M.C.; OLIVEIRA, B.R.; SANTOS, J.F.; MATCHULA, P.H.; WALTER, A.L.B. Desempenho agrônomo de linhagens S₄ de milho em cruzamentos *topcrosses*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p.145-154, 2015a.

MARCONDES, M.M.; FARIA, M.V.; NEUMANN, M.; MARCONDES, M.M.; SILVA, C.A.; VASCOSKI, V.; RIZZARDI, D.A. Desempenho agrônomo e forrageiro de linhagens S₄ de milho em *topcrosses* com híbrido simples. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n. 4, p.2395-2406, 2015 b.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.

OLIBONI, R.; FARIA, M.V.; NEUMANN, M.; RESENDE, J.T.V.; BATTISTELLI, G.M.; TEGONI, R.G.; OLIBONI D.F. Análise dialélica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina**, Londrina, v.34, n.1, p.7-18, 2013.

SOUZA NETO, I.L.; PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A.; JOBIM, C.C.; FIGUEIREDO, A.S.T.; BIGNOTTO, L.S. Análise dialélica e depressão endogâmica de híbridos forrageiros de milho para características agrônômicas e de qualidade bromatológica. **Bragantia**, Campinas, v.74, n.1, p.42-49, 2015.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.74, n.10, p. 3583- 3597, 1991.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta do valor relativo da forragem (VRF) e nutrientes digestíveis totais (%NDT) na % da massa seca, referentes a 25 híbridos *topcrosses* e seis testemunhas, avaliados na safra agrícola 2013/14, em Guarapuava-PR.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		VRF	%NDT
Bloco/Espaçamento	2	21,7353	0,1090
Genótipo (G)	30	183,1716*	7,8317*
Espaçamento (E)	1	140,1544	15,3373*
G X E	30	79,7476*	3,2514*
Erro médio	60	25,6100	1,5672
Média Geral		112,00	66,54
CV (%)		4,51	1,88

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios do valor relativo da forragem (VRF) e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (%NDT) na massa seca, de 25 híbridos *topcrosses* e seis testemunhas avaliados nos espaçamentos entre linhas 0,4 e 0,7 m, na safra agrícola 2013/14 em Guarapuava-PR.

Topcross	VRF		%NDT	
	Espaçamento entre linhas			
	0,4 m	0,7 m	0,4 m	0,7 m
HTC102-01	106,49 d	102,37 b	64,98 b	63,21 b
HTC102-02	106,21 d	115,54 a	67,12 a	67,35 a
HTC102-03	108,38 c	105,55 b	64,59 b	66,82 a
HTC102-04	117,09 b A	99,06 b B	68,28 a A	64,46 b B
HTC102-05	119,98 b	111,35 a	67,78 a	67,26 a
HTC102-06	115,04 c	117,51 a	68,57 a	68,39 a
HTC102-07	135,00 a	125,30 a	70,50 a A	67,15 a B
HTC102-08	97,96 d	95,76 b	64,42 b	63,19 b
HTC102-09	121,06 b	111,73 a	64,40 b	66,38 a
HTC102-10	108,47 c	114,49 a	65,62 b	66,41 a
HTC102-11	105,56 d	112,28 a	65,98 b	65,47 b
HTC102-12	106,59 d	102,65 b	66,41 b	64,06 b
HTC102-13	112,43 c	109,22 b	67,46 a	66,06 a
HTC102-14	112,46 c	113,21 a	69,66 a	67,21 a
HTC102-15	111,44 c	105,25 b	67,26 a	66,02 a
HTC102-16	115,07 c	117,26 a	67,98 a	67,79 a
HTC102-17	128,53 a A	99,05 b B	66,82 a A	63,74 b B
HTC102-18	133,36 a A	114,93 a B	67,99 a	68,65 a
HTC102-19	111,47 c	107,34 b	69,50 a	67,55 a
HTC102-20	101,05 d	104,72 b	64,72 b	65,73 a
HTC102-21	122,60 b	120,00 a	68,86 a	68,16 a
HTC102-22	103,97 d	110,01 a	65,25 b	66,56 a
HTC102-23	113,45 c	116,17 a	65,40 b	66,37 a
HTC102-24	116,74 b	111,28 a	67,52 a A	63,28 b B
HTC102-25	119,84 b	113,32 a	68,26 a A	65,05 b B
Testemunhas				
DKB245 PRO2 (T)	111,07 c	117,90 a	66,77 a	66,57 a
P30F53 H	110,75 c	106,00 b	67,10 a	65,84 a
P30B39 H (G)	103,60 d	105,24 b	64,54 b	65,33 b
AS1572	102,03 d	110,53 a	64,32 b	66,24 a
DKB315 PRO	113,05 c B	125,38 a A	67,00 a	68,59 a
SG6030 PRO	114,40 c	118,82 a	68,92 a	67,32 a
Média Geral	113,06	110,94	66,90 A	66,19 B



(HTC) Híbrido *topcross*, (T) = Testador, (G) = Genitor. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Agregação do solo em sistemas intensificados de cultivo de grãos em áreas de Latossolo Vermelho distrófico em Sete Lagoas, MG

Gabriela Soares Santos Araújo⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Karina Mendes Bertolino⁽³⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽⁴⁾; Eduardo Vieira Guimarães⁽⁵⁾; Aline Martineli Batista⁽⁶⁾; Maíse Soares de Moura⁽⁷⁾; Álvaro Vilela de Rezende⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista FAPEMIG; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; soaresgabriela038@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁵⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁶⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista PET Agronomia; Estudante do programa; ⁽⁷⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG; UFSJ; ⁽⁸⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O desenvolvimento das plantas pode ser afetado pela degradação física do solo. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a agregação do solo em uma área de planto direto recém implantado, com tratamentos submetidos a diferentes níveis de investimento em adubação e intensificação ecológica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas profundidades, cinco repetições e nove tratamentos: alto investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão (T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado (CN). Coletaram-se amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, para a avaliação da estabilidade dos agregados e análise granulométrica. Para camada de 0-5 cm, CN apresentou massa superior em 8-2 e inferior em 0.25-0.09. T7 assemelhou-se a CN para a classe de tamanho de 0.25-0.09. Para a camada de 5-10 cm, T7 foi estatisticamente igual ao CN para 0.5-0.25, assim como T1, T2 T6 e T7 para <0.09 O manejo reduziu a qualidade física do solo, resultando na redução da estabilidade dos agregados em áreas cultivadas.

Termos de indexação: estabilidade de agregados, física do solo, milho.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas de grande relevância no cenário econômico brasileiro. No entanto, a produtividade dessa cultura ainda está aquém daquelas alcançadas em outros países (Sangoi et al., 2015).

O desenvolvimento e, por consequência, a produtividade das plantas pode ser prejudicado pela degradação física do solo (Albuquerque et al., 2003). Segundo Pedrotti et al. (2001), alterações da estrutura do solo podem restringir o desenvolvimento radicular, o que implica em redução da área de exploração das raízes.

Conforme Calonego & Rosolem (2008), operações de preparo são capazes de romper as estruturas do solo, provocando degradação. Dessa forma, a estabilidade dos agregados é reduzida em sistemas convencionais de preparo.

Por outro lado, sistemas que favorecem a proteção do solo, através do acúmulo cobertura vegetal, como o plantio direto (Salton et al., 2008; Lima et al., 2013), exercem grande importância na agregação, uma vez que a decomposição desses materiais irão atuar como agente cimente dos agregados (Castro Filho et al., 1998; Mielniczuk, 1999).

Face ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a agregação do solo em uma área de planto direto recém implantado, com tratamentos submetidos submetido a diferentes níveis de investimento em adubação e intensificação ecológica

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo experimental de produção de grãos em sistema irrigado da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, (19° 28' 30" S, 144° 15' 08" W) e altitude 732 m. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cwa), segundo Köppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório de Física e conservação do solo e da água, da Universidade Federal de São João Del Rei - CSL.

A área é composta por um sistema de plantio direto em processo de implantação, com níveis diferentes de investimento tecnológico e intensificação ecológica.

Em 2014, foram realizadas operações de mobilização do solo em área total, que se restringiram à camada de 0-25 cm e tiveram como finalidade a eliminação da possível compactação em função do histórico de cultivos na área experimental.

Em de junho de 2015 foi realizada a semeadura do milho (Agroeste 1581 PRO) em área total. Já a soja (BRS 7380 RR) foi semeada logo após a colheita do milho, em dezembro do mesmo ano.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo duas profundidades, cinco repetições e nove tratamentos: alto investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão (T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado próxima (CN).

A amostragem foi realizada em julho de 2015. Os tratamentos encontravam-se sob plantio de soja, com exceção de T6 e T7, que se apresentavam em pousio. Foram coletadas amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, para a avaliação da estabilidade dos agregados. A análise granulométrica foi realizada segundo Embrapa (2011) pelo método da pipeta para caracterização física do solo.

A estabilidade de agregados foi determinada pelo método do tamisamento úmido (Embrapa, 2011), utilizando-se vinte gramas de solo para cada amostra. As amostras foram submetidas à agitação durante quinze minutos em Agitador de Yoder com conjunto de peneiras com abertura de malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,09 mm. O conteúdo de agregados retido em cada peneira foi seco em estufa à 105°C durante vinte e quatro horas e após

foram pesadas para a obtenção da massa seca de agregados de cada classe. A massa de agregados que passou pela peneira de malha de 0.09 mm foi determinada por meio da diferença entre a massa inicial de agregados e a massa seca de agregados de cada peneira.

A partir das malhas das peneiras utilizadas no processo, foi possível obter seis classes de tamanho de agregados: 8.0-2.0, 2.0-1.0, 1.0-0.5, 0.5-0.25, 0.25-0.09 e 0.09 e agregados menores que 0.09 mm (<0.09).

Para a avaliação dos atributos físicos do solo foi realizada a análise de variância (ANAVA), aplicando-se o teste F ($P < 0,05$) e, quando pertinente, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada diferença textural na área aferida (**Tabela 1**), sendo o solo classificado como argiloso, conforme com o triângulo de classificação textural simplificado da Embrapa.

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	-----%		
	Areia	Silte	Argila
T1	12,63 b	31,37 a	55,99 a
T2	13,68 b	39,48 a	46,85 b
T3	13,67 b	36,42 a	49,92 b
T4	14,74 b	36,75 a	48,52 b
T5	14,29 b	31,73 a	53,98 a
T6	14,87 b	31,56 a	53,56 a
T7	13,80 b	28,78 a	58,41 a
T8	15,05 b	33,42 b	51,53 b
CN	22,54 a	20,08 c	57,38 a
CV (%)	12,99	17,39	11,14

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para a camada de 0-5 cm não foi observada diferença estatística entre os sistemas de produção para as classes 2.0–1.0, 1.0-0.5, 0.5-0.25 e <0.09. No entanto, CN apresentou massa superior em 8-2 (17,65 g) e inferior em 0.25-0.09 (0,642 g), indicando melhor qualidade do solo. T7 assemelhou-se a CN para a classe de tamanho de 0.25-0.09 (0,886 g) (**Tabela 2**).

Já para a camada de 5-10 cm, T1, T5, T6 e T8 apresentaram médias superiores aos demais tratamentos na classe de tamanho 2.0-1.0 (**Tabela 2**). T7 (1,41 g) foi estatisticamente igual ao CN (0,95 g) para 0.5-0.25, assim como T1, T2 T6 e T7 para

<0.09 (**Tabela 2**), indicando menor massa de microagregados nessas áreas.

Tais implicações podem estar associadas ao maior teor de argila presente em T1, T5 e T6 e T7 (**Tabela1**) se comparado aos demais tratamentos. O mesmo foi observado por Silva et al. (2014) ao estudar o teor de argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação do solo sob diferentes usos.

Ademais, esses resultados podem estar relacionados à presença de sistemas radiculares agressivos, como o da braquiária em T2 e de plantas daninhas em T6 e T7, uma vez que as raízes são capazes de exercer maior pressão sobre as partículas do solo, ocasionando em sua aproximação (Calonego & Rosolem, 2008). Além disso, exsudados liberados por esse sistema atuam como agente cimentante (Mielniczuk, 1999) e estimulam a ação dos microrganismos, que contribuem indiretamente na estabilização dos agregados (Castro Filho et al., 1998).

Os resultados encontrados para CN permitem inferir que a qualidade do solo nas áreas cultivadas foi reduzida. Essa implicação é decorrente da presença de maior quantidade de agregados nas menores classes de tamanho se comparado com o CN, indicando menor estabilidade.

Operações de preparo do solo, realizadas na implantação do sistema, podem ter contribuído para a redução da qualidade. Conforme Calonego & Rosolem (2008), essas práticas estão vinculadas ao rompimento das estruturas do solo, o que acarreta em diminuição da estabilidade dos agregados.

CONCLUSÕES

O manejo reduziu a qualidade física do solo, resultando em menor estabilidade dos agregados nas áreas cultivadas, quando comparadas com o Cerrado nativo. Os diferentes manejos não apresentaram, ainda, diferenciação substancial nessa avaliação.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MAFRA, A. L.; Fontana, E. C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.05, p. 799-806, 2003.

CALONEGO, J.C.; ROSOLEM, C.A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 04, p.1399-1407, 2008.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 03, p. 527- 538, 1998.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, DF: Embrapa Solos, 230p. 2011

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: Experimental Designs package**. R package version 1.1.2. 2013. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; SILVA, J. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 01, p. 16-23, 2013.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S.; TURATTI, A.L.; CRESTANA, S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 04, p.709- 715, 2001.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 01, p. 11- 21, 2008.

SANGOI, L.; SILVA, L. M. M.; MOTA, M. R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N. M.; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. E. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento do sementes com *Azospirillum* sp. E da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

SILVA, A. S.; SILVA, I. F.; BANDEIRA, L. B.; DIAS, B. O.; NETO, L. F. S. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 10, p. 1783-1789, 2014.

Tabela 2 – Massa de agregados em função dos tipos de manejo do solo para camada de 0-5 cm.

Tratamentos	8.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25-0.09	<0.09
-----gramas-----						
0-5 cm						
T1	6,81 b	4,45 a	3,16 a	2,29 a	1,31 a	1,46 a
T2	10,07 b	2,69 a	2,29 a	1,53 a	1,35 a	1,32 a
T3	7,26 b	3,45 a	2,98 a	2,41 a	1,42 a	2,07 a
T4	9,94 b	2,70 a	2,27 a	1,88 a	1,22 a	1,21 a
T5	9,52 b	2,81 a	2,32 a	1,95 a	1,53 a	1,94 a
T6	9,17 b	3,34 a	2,39 a	1,80 a	1,19 a	1,69 a
T7	10,94 b	3,17 a	1,98 a	1,36 a	0,90 b	1,20 a
T8	9,21 b	3,67 a	2,65 a	1,64 a	1,09 a	1,21 a
CN	17,65 a	2,36 a	1,48 a	1,09 a	0,64 b	0,99 a
CV(%)	29,19	33,06	31,60	33,80	31,86	29,19
5-10 cm						
T1	7,50 b	3,82 a	3,03 a	2,29 a	1,66 a	1,15 b
T2	9,52 b	2,70 b	2,44 a	1,97 a	1,43 a	1,36 b
T3	7,79 b	3,04 b	2,83 a	2,32 a	1,37 a	1,89 a
T4	6,59 b	3,27 b	2,69 a	2,20 a	1,50 a	1,91 a
T5	6,27 b	3,51 a	3,16 a	2,79 a	1,50 a	2,07 a
T6	8,18 b	3,92 a	2,67 a	2,07 a	1,10 a	1,31 b
T7	10,76 b	2,92 b	2,15 a	1,41 b	1,14 a	1,03 b
T8	5,33 b	4,06 a	3,15 a	2,78 a	1,52 a	2,27 a
CN	19,35 a	1,53 c	1,15 b	0,95 b	0,55 b	0,756 b
CV (%)	32,64	24,06	27,86	30,22	32,63	42,91

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Atividade enzimática do solo em cultivo de milho adubado com fertilizantes organominerais enriquecidos com microrganismos e granulados sob diferentes temperaturas de secagem

Jean Marcel Rodrigues Pinho⁽¹⁾; Flavia Cristina dos Santos⁽²⁾; Bianca Braz Mattos⁽³⁾; Eliane Aparecida Gomes⁽⁴⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽⁵⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Analista; Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; jean.pinho@embrapa.br; ⁽²⁾, ⁽⁴⁾, ⁽⁶⁾ Pesquisadora; Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Analista; Centro Nacional de Pesquisa de Solos; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo.

RESUMO: Buscando-se maior produtividade agrícola e práticas de manejo culturais fundamentadas na sustentabilidade, alternativas de fertilizantes organominerais para substituir e ou reduzir o uso de fertilizantes fosfatados de natureza mineral (química) tem sido indicadas. No entanto, pouco se conhece sobre o efeito na qualidade biológica do solo, de adubos provenientes de fontes químicas e orgânicas. Este trabalho avaliou o efeito da adubação na cultura de milho com fertilizantes organominerais associados a microrganismos solubilizadores de fosfatos (MSP) sobre a atividade enzimática no solo, em relação a ciclagem de fósforo (P) e nitrogênio (N). O experimento foi conduzido em casa de vegetação em solo de cerrado nativo e solo de cerrado corrigido para fertilidade, com três cultivos sucessivos. Foram testadas 19 formulações de fertilizantes à base de cama de frango, fosfato de rocha e microrganismos. Os fertilizantes foram granulados e secos em 30°C e 80°C. Em geral os resultados indicaram que as estirpes de MSP presentes nos fertilizantes promoveram alterações na mineralização de P, com aumento da atividade de fosfatases ácida e alcalina, como também na ciclagem de N pelas enzimas urease e arginase. Em geral o aumento da temperatura de secagem dos granulados não alterou a biologia do solo na ciclagem de P e N pelas enzimas. Com exceção da fosfatase alcalina, o tipo de solo exerceu efeito sobre os outros indicadores enzimáticos, com maiores valores de atividade sendo encontrados no solo nativo.

Termos de indexação: ciclagem N e P, qualidade biológica do solo, fósforo.

INTRODUÇÃO

Os solos da região do cerrado, por causa do alto grau de intemperismo, caracterizam-se pelo baixo teor de fósforo (P) total e muito baixo teor de P disponível para as plantas, como consequência da

precipitação deste íon na forma de complexos insolúveis como fosfato de cálcio, óxidos de ferro e alumínio (Goedert et al., 1986). Este é o principal motivo da baixa eficiência dos fertilizantes químicos fosfatados com elevada solubilidade, ao serem adicionados ao solo. Para contornar este problema são aplicadas quantidades elevadas de fertilizantes, prática que onera os custos de produção e oferece risco de impactos negativos sobre o ambiente, tornando um entrave na criação de sistemas agrícolas sustentáveis.

A produção de fertilizantes orgânicos a base de resíduos orgânicos provenientes da atividade agropecuária, suplementados com rocha natural fosfatada e com microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP) surge como alternativa promissora, do ponto de vista econômico e de sustentabilidade, para substituir parcial ou totalmente os insumos químicos fosfatados. Fontes de fosfato natural são mais baratas além de liberarem mais lentamente P disponível para as plantas em relação aos fertilizantes químicos fosfatados, gerando um efeito residual no solo deste elemento. A associação com MSP podem aumentar as taxas de P disponível para o crescimento das plantas, por meio da ação de enzimas fosfatases, seja pela solubilização de P inorgânico ou mineralização de P orgânico (Berton, 1997). Portanto, tem-se nestes casos um somatório da eficiência dos componentes do fertilizante a fim de suprir de maneira adequada as exigências nutricionais de uma cultura, possibilitando aumento da produtividade agrônômica, redução dos custos de produção e do impacto ambiental da atividade agropecuária, bem como destinação limpa para os resíduos orgânicos e rejeitos agrícolas gerados.

Neste trabalho foi avaliado o efeito da adubação com diferentes formulações de fertilizantes organominerais na qualidade biológica do solo cultivado com milho, avaliando-se a atividade das enzimas envolvidas na ciclagem de P e N. Foi investigada a influência das temperaturas de secagem dos granulados, dos solos utilizados no

cultivo do milheto e dos microrganismos (MSP) associados aos fertilizantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, com milheto variedade CMS01. Os microrganismos (MSP) utilizados são pertencentes à coleção de microrganismos da Embrapa Milho e Sorgo. Os fertilizantes granulados foram produzidos na Embrapa Solos.

Plantio, tratamentos e amostragens

O plantio do milheto ocorreu em vasos contendo 4,0 kg de Latossolo proveniente de cerrado nativo ou de áreas agrícolas com fertilidade construída (solo de cerrado corrigido), dispostos em delineamento inteiramente casualizados com 19 tratamentos e quatro repetições. Nos tratamentos foram utilizadas formulações de fertilizantes granulados, constituídos de cama de frango (42,5%), fosfato de rocha natural (Bayovar, 50%), acrescidos ou não com suspensão de microrganismos imobilizados em carvão mineral (1×10^8 UFC/g 2%). Estes granulados foram submetidos a duas temperaturas de secagem (30°C e 80°C). Como controle, foram utilizados dois tratamentos: sem fósforo e com adubação de superfosfato triplo (ST), conforme descrito na **tabela 1**. A dose de P aplicada foi de 350 kg ha⁻¹, na forma granulada. As amostras de solo foram coletadas manualmente, 45 dias após a semeadura do milheto, que foi cultivado em três cultivos sucessivos para avaliação do efeito residual da adubação fosfatada.

Determinação da atividade enzimática

Amostras de solo foram coletadas ao final de cada cultivo do milheto para determinação da atividade das enzimas fosfatases (ácida e alcalina), urease e arginase, de acordo com métodos colorimétricos estabelecidos por Alef et al. (1995), Kandeler & Gerber (1988) e Alef & Kleiner (1986) respectivamente.

Análise estatística

Os dados das atividades enzimáticas foram submetidos à análise de variância e, quando ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As enzimas do solo são mediadoras de reações

bioquímicas relacionadas ao catabolismo orgânico (ciclagem de C) e à ciclagem de nutrientes, especialmente N, P e S (Araujo & Monteiro, 2007). Como indicador da qualidade biológica do solo, a atividade enzimática está relacionada com a atividade e biomassa microbiana (Dick, 1997), além de ser sensível às mudanças no uso e manejo do solo (Peixoto, 2010).

Neste trabalho o milheto foi cultivado em solos nativo e corrigido para fertilidade. O comportamento da atividade enzimática nestes solos foi analisado (**Figura 1**), considerando-se a média geral dos tratamentos de adubação. A média geral da atividade de fosfatase ácida foi maior no solo nativo em relação ao solo corrigido (4.661 e 3.996 $\mu\text{g } p\text{-nitrofenol h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ solo}$, respectivamente), sugerindo maior ciclagem do nutriente P neste solo. Estes valores de atividade também sugerem maior conteúdo orgânico no solo nativo, segundo critérios estabelecidos por Mendes et al., 2013, para indicadores biológicos do solo (adequado para valores $> 1150 \text{ mg } p\text{-nitrofenol Kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$). A matéria orgânica do solo está diretamente relacionada com a biomassa microbiana, outro indicador da qualidade biológica do solo (Araujo & Monteiro, 2007). Já para fosfatase alcalina não houve influência do solo na atividade enzimática (**Figura 1A**). Considerando as enzimas urease e arginase, a ciclagem do N também foi favorecida no solo nativo (**Figura 1B**). A atividade enzimática no solo também foi analisada frente às temperaturas utilizadas na secagem dos granulados. Os resultados sugerem que o aumento da temperatura de 30°C para 80°C não alterou a biologia dos solos para as enzimas envolvidas na ciclagem de P e N, na média geral dos tratamentos (**Figura 2**).

As enzimas do solo podem ter origem animal, vegetal, mas são predominantemente de origem microbiana. Bactérias, fungos e actinomicetos estão envolvidos nos processos de solubilização e mineralização de fósforo, desempenhando papel fundamental no ciclo biogeoquímico deste elemento. Geralmente o número destes microrganismos não é alto o suficiente para competir com outros microrganismos no solo, e, por consequência o P não é suficiente para promover crescimento substancial das plantas (Mendes & Junior, 2003). Portanto, a inoculação de microrganismos MSP em fertilizantes a base de rochas naturais de P de lenta liberação, são alternativas promissoras para aumentar a produtividade do solo e as taxas de P disponível para as plantas. Em geral, os resultados deste trabalho indicam que as estirpes de bactérias adicionadas aos fertilizantes organominerais contribuíram para aumentar a atividade de ciclagem de P disponível no solo (**Tabela 2**). A atividade de

fosfatase ácida aumentou no solo adubado com os fertilizantes organominerais, especialmente no primeiro cultivo. No caso da fosfatase alcalina, esse efeito foi observado ao longo dos três cultivos. A ciclagem de N pelas enzimas urease e arginase também aumentou com a inoculação dos microrganismos ao fertilizante, mas em menor extensão do cultivo, e particularmente pelas estirpes B2, B4 e B5 (Tabela 3). As estirpes de MSP foram menos eficientes na indução da atividade de urease, exceto a estirpe B2, que, no terceiro cultivo, apresentou maior atividade em relação às formulações sem inoculantes, a 30°C. Os resultados sugerem certa dependência da atividade enzimática microbiana em relação à temperatura de secagem dos granulados, para as atividades de fosfatase ácida, urease e arginase, que não foram maiores em relação às formulações sem microrganismos, na temperatura de 80°C.

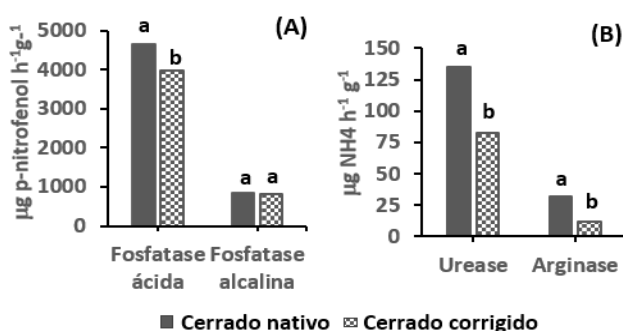


Figura 1 – Media total das atividades de fosfatases ácida e alcalina (A), urease e arginase (B) em função do tipo de solo, no período de três cultivos. Médias seguidas da mesma letra, para a mesma enzima, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

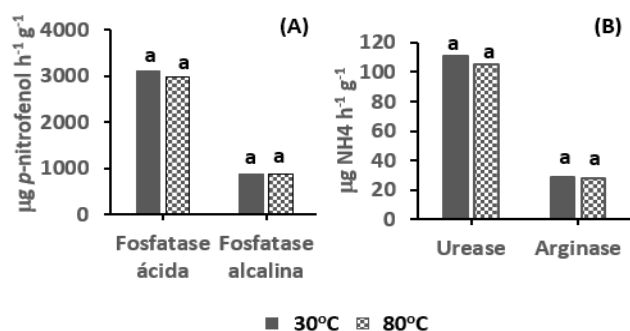


Figura 2 – Media total das atividades de fosfatases ácida e alcalina (A), urease e arginase (B) em função da temperatura de secagem dos fertilizantes granulados, no período de três cultivos. Médias seguidas da mesma letra, para a

mesma enzima, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

Fertilizantes organominerais são capazes de aumentar a ciclagem de P e N no solo. Na tentativa de aumentar a eficiência ao longo dos cultivos, sugere-se a reinoculação dos microrganismos durante a rebrota.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, ao CNPq e à Fapemig pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. F. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: Embrapa-CPAC; São Paulo: Nobel, 1986. P. 129-163.

BERTON, R. S. Adubação orgânica. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 30-35.

ALEF, K.; KLEINER, D. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potential in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.18, p.233-235, 1986.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P.; TRAZAR-CEPEDA, C. Phosphatase activity. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995, p.335-344.

KANDELER, E. & GERBER, H. Short term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biol. Fertil. Soils**, v.6, p.68-72, 1988.

FERREIRA, D. F. SISVAR: sistema de análise de variância: versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.

ARAÚJO, A. S. F.; Monteiro, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

Dick, R. P. Soil enzymes activities indicator of soil health. In: Pankhurst, C.; Doube, B. M.; Gupta, V. V. S. R. (Org) **Biological indicators of soil health**. New York: CAB, 1997. P. 121-155.

PEIXOTO, R. S.; CHAER, G. M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. C.; ROSADO, A. S. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 98, p. 403-413, 2010.



MENDES, I. C.; JUNIOR, F. B. R. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: uma análise crítica**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 26p. (Documentos/ Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111: 85).

MENDES, I. C.; GOEDERT, W. J.; JUNIOR, F.B.R.; CHAER, G.M.; SOUZA, D. M. G.; LOPES, A. A. C. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 77, p. 461-472, 2013.

Tabela 1: Composição dos fertilizantes granulados utilizados no cultivo de milho CMS 01 em casa de vegetação.

Tratamentos ¹	
Cerrado nativo	Cerrado corrigido
CF+R+30°C (1)	CF+R+30°C (13)
CF+R+80°C (2)	CF+R+B3+30°C (14)
CF+R+B3+30°C (3)	CF+R+B2+30°C (15)
CF+R+B3+80°C (4)	CF+R+B5+30°C (16)
CF+R+B2+30°C (5)	CF+R+B7+30°C (17)
CF+R+B2+80°C (6)	Sem adubação (18)
CF+R+B5+30°C (7)	ST (19)
CF+R+B5+80°C (8)	
CF+R+B4+30°C (9)	
CF+R+B4+80°C (10)	
Sem adubação (11)	
ST (12)	

¹ CF-Cama de frango. R- Fosfato de rocha natural (Bayovar).

B2 – B5 - microrganismos inoculantes. 30°C, 80°C- temperatura de secagem dos granulados. ST- super fosfato triplo

Tabela 2 – Efeito dos inoculantes (microrganismos) na atividade de fosfatase¹ em diferentes temperaturas de secagem (°C) dos fertilizantes organominerais granulados.

Inoculantes	Fosfatase ácida									
	30°C					80°C				
	B0	B2	B3	B4	B5	B0	B2	B3	B4	B5
Primeiro cultivo	2628 ^a	3257 ^b	3079 ^b	3055 ^b	3396 ^b	3260 ^a	3286 ^a	3398 ^a	2353 ^b	3505 ^a
Segundo cultivo	2459 ^a	2593 ^a	2555 ^a	2620 ^a	2713 ^a	2244 ^a	2459 ^a	2355 ^a	2298 ^a	2605 ^a
Terceiro cultivo	3970 ^a	3247 ^b	3796 ^a	4225 ^a	3199 ^b	3175 ^a	3260 ^a	3809 ^a	3350 ^a	3565 ^a
Inoculantes	Fosfatase alcalina									
	30°C					80°C				
	B0	B2	B3	B4	B5	B0	B2	B3	B4	B5
Primeiro cultivo	559 ^a	691 ^b	902 ^c	709 ^b	941 ^c	721 ^a	788 ^b	780 ^b	780 ^b	722 ^a
Segundo cultivo	580 ^a	950 ^b	742 ^a	917 ^b	758 ^a	873 ^a	801 ^a	1324 ^b	914 ^a	867 ^a
Terceiro cultivo	919 ^a	1163 ^b	1139 ^b	1257 ^b	1005 ^a	997 ^a	873 ^a	856 ^a	1002 ^a	887 ^a

¹ Média das atividades das fosfatases ácida e alcalina expressas em μg de *p*-nitrofenol $\text{h}^{-1}\text{g}^{-1}$ solo. No mesmo cultivo e na mesma temperatura, médias de três repetições seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Efeito dos inoculantes (microrganismos) nas atividades de urease e arginase¹ em diferentes temperaturas de secagem (°C) dos fertilizantes organominerais granulados.

Inoculantes	Urease									
	30°C					80°C				
	B0	B2	B3	B4	B5	B0	B2	B3	B4	B5
Primeiro cultivo	145 ^a	160 ^a	124 ^a	178 ^a	197 ^a	161 ^a	144 ^a	140 ^a	137 ^a	149 ^a
Segundo cultivo	81 ^a	76 ^a	81 ^a	95 ^a	86 ^a	77 ^a	67 ^a	89 ^a	75 ^a	72 ^a
Terceiro cultivo	70 ^a	118 ^b	78 ^a	91 ^a	76 ^a	110 ^a	84 ^a	95 ^a	85 ^a	84 ^a
Inoculantes	Arginase									
	30°C					80°C				
	B0	B2	B3	B4	B5	B0	B2	B3	B4	B5
Primeiro cultivo	27 ^a	36 ^b	25 ^a	39 ^b	47 ^b	31 ^a	27 ^a	21 ^a	26 ^a	35 ^a
Segundo cultivo	20 ^a	18 ^a	19 ^a	25 ^b	29 ^b	20 ^a	19 ^a	16 ^b	21 ^a	26 ^c
Terceiro cultivo	22 ^a	39 ^a	30 ^a	32 ^a	29 ^a	35 ^a	36 ^a	41 ^a	33 ^a	34 ^a



¹ Média das atividades das fosfatases ácida e alcalina expressas em μg de *p*-nitrofenol $\text{h}^{-1}\text{g}^{-1}$ solo. No mesmo cultivo e na mesma temperatura, medias de três repetições seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas intensificados de produção de grãos em Sete Lagoas - MG.

Marina Luciana Abreu de Melo ⁽¹⁾; **Bruno Montoani Silva** ⁽²⁾; **Aline Martineli Batista** ⁽³⁾; **Eduardo Vieira Guimarães** ⁽⁴⁾; **Gabriela Soares Santos Araújo** ⁽⁵⁾; **Maíse Soares de Moura** ⁽⁶⁾; **Emerson Borghi** ⁽⁷⁾; **Samuel Petraccone Caixeta** ⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista CNPq; Sete Lagoas, MG; marinaluciana94@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista PET-Agronomia; ⁽⁴⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁶⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG ⁽⁷⁾ Pesquisador/Professor; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁸⁾ Professor; UFSJ

RESUMO: A ocorrência de veranicos no cerrado torna imperativa a busca por sistemas de produção que promovam a redução do estresse hídrico às culturas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação no Cerrado mineiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 5 repetições e 7 tratamentos: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR). Coletaram-se amostras indeformadas nas profundidades de 0-5 e 15-20 cm e determinaram-se os atributos: água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), microporosidade (Micro), mesoporosidade (Meso) e umidade crítica (Θ^*). Os atributos AD, APD e Θ^* foram influenciados pela distribuição do diâmetro dos poros, porém não apontaram os efeitos do consórcio com braquiária. Em relação à produtividade do milho, o atributo Θ^* apresentou o maior potencial de correlação, o que pode estar associado a sua relação com a taxa fotossintética das plantas.

Termos de indexação: milho, disponibilidade de água no solo, produtividade.

INTRODUÇÃO

No município de Sete Lagoas - MG, o bioma Cerrado é dominante, ocorrendo veranicos frequentes e irregulares, o que acarreta um déficit na produção de milho. Nesse contexto, destaca-se a

importância do estabelecimento de sistemas de produção mais sofisticados, visando ao aumento de produtividade e ao retorno de investimentos aos agricultores da região (Duarte & Kappes, 2015).

A água é um dos principais fatores de produção. Sua disponibilidade às plantas pode ser avaliada por meio da capacidade de extração da água retida no solo, via sistema radicular (Silva et al., 2015). Tradicionalmente, a água disponível é calculada como a faixa de umidade no solo entre a capacidade de campo (limite superior) e o ponto de murcha permanente (limite inferior), considerando que a água é igualmente disponível à cultura em toda essa faixa (Veihmeyer & Hendrickson, 1927).

Uma abordagem mais atual propõe o conceito de água prontamente disponível (Allen et al., 1998), no qual o limite inferior é substituído pela umidade crítica, tomando como base a redução linear da transpiração das plantas com o decréscimo da água disponível no solo (Thorntwaite & Mather, 1955). Dessa forma, a umidade crítica pode ser definida como o valor limítrofe no qual a cultura passa a sofrer estresse hídrico (Silva et al., 2015).

O armazenamento de água no solo, por sua vez, é relacionado à ocorrência de poros capilares ou microporos ($\emptyset \leq 50 \mu\text{m}$), os quais são capazes de reter e disponibilizar água às plantas (Ferreira et al., 1999; Silva et al., 2015). No entanto, o aumento da retenção de água no solo devido à elevação da microporosidade nem sempre resulta em maior disponibilidade hídrica para as plantas (Tollner et al., 1984; Dalmago et al., 2009).

Alguns autores incluem na microporosidade uma classe intermediária, denominada mesoporosidade. Luxmoore (1981) sugeriu uma classificação na qual os mesoporos apresentam diâmetro entre 10 e 100 μm . Dalmago et al. (2009) subdividiu a porosidade do solo em diferentes classes de diâmetro de mesoporos, definindo a primeira classe da

mesoporosidade entre 8,9 e 50 μm (equivalente às tensões entre 6 e 33 KPa).

Em cultivos não irrigados, o incremento de água no solo está diretamente relacionado à precipitação pluvial. Portanto, as práticas de cultivo devem focar a maximização do uso dessa água retida no solo (Serafim et al., 2013; Silva et al., 2015). Dessa forma, sistemas de produção com diversificação de espécies, associados a um manejo que favoreça o armazenamento de água no solo, constituem uma importante estratégia contra os efeitos decorrentes das adversidades climáticas.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico e relacioná-los à produtividade da cultura do milho em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação na região do Cerrado mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental de produção de grãos, com 4,4 ha, da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG (19°28' S, 44°15' W e altitude de 732 m). O clima regional é tipo Cwa, conforme Köppen. Variáveis climáticas foram monitoradas pela Estação Meteorológica da Embrapa (**Figura 1**). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram executadas no Laboratório de Física do Solo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*.

A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta e o teor de matéria orgânica na camada de 0-5 cm pelo método Walkley-Black, segundo Embrapa (2011) (**Tabela 1**).

Entre agosto e outubro de 2014, foram realizadas operações de preparo do solo até 25 cm de profundidade, visando à construção da fertilidade para implantação de um sistema de plantio direto. A semeadura das culturas - milho cultivar AS 1581 PRO, soja cultivar BRS 7380 RR e *Brachiaria ruziziensis* - ocorreu em dezembro do mesmo ano.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos, que consistiram em faixas de plantio sob sistemas de produção em sequeiro com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação. Os sistemas investigados foram: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão

soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR).

Em julho de 2015, um mês após a colheita da primeira safra, realizou-se a amostragem do solo. Amostras indeformadas de solo foram coletadas em cinco pontos georreferenciados por faixa, nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm. Em laboratório, as amostras foram limpas e revestidas com malha e goma de borracha.

Em sequência, as amostras foram saturadas por capilaridade para obtenção do volume total de poros (VTPd), como sendo igual à umidade de saturação (θ_s), ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$). Em mesa de tensão automatizada, as amostras foram submetidas à tensão de 6 KPa para determinação da capacidade de campo (CC) e da microporosidade (Micro). Em câmara de Richards, aplicou-se as tensões de 33 e 1500 KPa. A mesoporosidade foi definida como a faixa de umidade entre as tensões de 6 e 33 KPa e o ponto de murcha permanente (PMP) foi considerado equivalente à umidade em 1500 KPa. A água disponível (AD) foi obtida pela diferença entre CC e PMP. A água prontamente disponível (APD) foi calculada pela multiplicação da AD com a fração de depleção para a cultura do milho, 0,55, conforme Allen et al. (1998). A umidade crítica do solo para a cultura do milho (Θ^*) foi definida pela diferença entre CC e APD. As análises foram executadas conforme descritas em Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014).

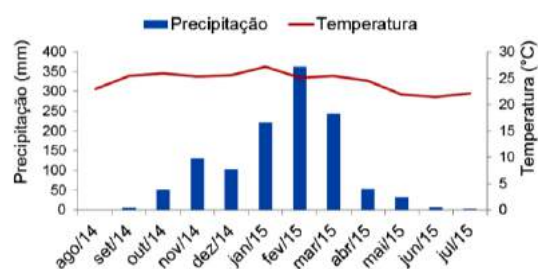


Figura 1 – Precipitação mensal acumulada e temperatura média mensal referentes ao período de agosto de 2014 a julho de 2015, Sete Lagoas, MG.

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila e matéria orgânica (MO) para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila	MO
T1	12,33	23,92	63,74	5,06
T2	11,43	14,40	74,53	4,07
T3	11,93	14,98	73,10	4,20
T4	11,53	17,10	71,37	4,30

T5	11,38	12,21	76,42	4,44
T6	12,61	31,41	63,74	4,31
CR	22,54	20,08	57,38	6,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se uma estação seca marcante e temperaturas médias mensais na faixa de 20 a 30°C (**Figura 1**). Em janeiro de 2015, foi registrado um veranico com duração de 20 dias, seguido por uma chuva intensa em fevereiro. Segundo Espinoza et al. (1980), a produtividade do milho na região do Cerrado é fortemente afetada pela ocorrência de veranicos na época chuvosa, os quais ocorrem, em geral, nos meses de janeiro ou fevereiro.

A análise granulométrica indicou que T1, T2, T3, T4, T5 e T6 foram aplicados em um solo de textura muito argilosa e a área de CR está sobre um solo de textura argilosa. Um maior teor de MO foi observado na área de CR, corroborando com Oliveira et al. (2004), os quais compararam o ambiente nativo a áreas aradas (**Tabela 1**).

Observou-se que, para os atributos AD e APD, em ambas as profundidades, houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o tratamento T6, em relação aos demais sistemas de produção (T1, T2, T3, T4 e T5) (**Tabela 2**). Esperava-se uma diferenciação favorável aos sistemas com uso de braquiária (T4 e T5), em virtude de seu sistema radicular propiciar a criação de bioporos, os quais promovem o fluxo de água no solo (Muller et al., 2001). Entretanto, cabe ressaltar que as análises foram realizadas logo após a primeira safra. Portanto, é possível que os benefícios desse consórcio ainda não possam ser evidenciados pelos atributos físico-hídricos do solo. Calonego et al. (2011), estudando os efeitos do cultivo de braquiária em consórcio com o milho, constataram que este favorece as condições físicas do solo na camada de 20-40 cm após dois anos consecutivos de cultivo.

Tabela 2 – Água disponível (AD), Água Prontamente Disponível (APD), Micro, Meso e Θ^* de um Latossolo Vermelho distrófico para os tratamentos avaliados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm.

Tratamentos	AD	APD	Micro	Meso	Θ^*
	m ³ m ⁻³				
0-5 cm					
T1	0,16 a	0,09 a	0,42 a	0,08 a	0,34 a
T2	0,14 a	0,08 a	0,40 a	0,08 a	0,33 a
T3	0,17 a	0,09 a	0,41 a	0,09 a	0,32 a
T4	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,32 a
T5	0,14 a	0,08 a	0,38 b	0,09 a	0,30 b
T6	0,21 b	0,11 b	0,44 a	0,12 b	0,32 a
CN	0,12 c	0,06 c	0,31 c	0,06 c	0,26 c
CV (%)	10,26	10,30	5,37	14,18	5,23

5-10 cm					
T1	0,15 a	0,08 a	0,43 a	0,08 a	0,35 a
T2	0,14 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T3	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T4	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T5	0,16 a	0,09 a	0,42 a	0,08 a	0,33 a
T6	0,19 b	0,10 b	0,42 a	0,12 b	0,32 a
CN	0,12 a	0,07 a	0,35 b	0,07 a	0,28 b
CV (%)	13,98	13,95	7,59	17,15	6,84

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para a profundidade de 0-5 cm, todas as áreas cultivadas expressaram valores de AD, APD, Micro e Meso superiores aos do ambiente natural (CR) (**Tabela 2**). De acordo com Silva et al. (2005), a disponibilidade de água pode ser modificada pelo revolvimento do solo, o qual acarreta alterações na distribuição do diâmetro dos poros. Dessa forma, pode-se inferir que o preparo do solo promoveu a desagregação da sua estrutura na camada mais superficial, o que implicou a fragmentação dos macroporos em meso e microporos. Com o aumento da mesoporosidade, houve a elevação do conteúdo de água disponível no solo, o que foi demonstrado pela correlação estatística entre Meso e os atributos AD e APD analisados (**Tabela 2**). Essa constatação é ratificada pelo estudo de Dalmago et al. (2009) em um Argissolo Vermelho, no qual os autores verificaram que uma maior frequência de mesoporos com diâmetros maiores implica menor energia de retenção da água disponível às plantas.

Quanto à umidade crítica (Θ^*), foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas de produção apenas para o tratamento T5, na camada de 0-5 cm. Para o tratamento CR, a Θ^* foi inferior a das áreas cultivadas em ambas as camadas. Os mesmos comportamentos foram observados para o atributo Micro (**Tabela 2**). Esses resultados indicam que a diminuição da microporosidade ocasionou a redução do valor de umidade crítica, o que pode ser explicado pelo fato desta constituir parte daquela.

Houve baixa correlação entre AD, APD, Θ^* e produtividade relativa para a cultura do milho (**Figura 2**), possivelmente em razão da ausência de contraste entre os tratamentos cultivados com milho na primeira safra (T2, T3 e T4) (**Tabela 2**). No entanto, verificou-se que Θ^* foi o atributo que melhor se correlacionou com produtividade relativa ($r = 0,1315$) (**Figura 2**). Considerando Θ^* como o valor limítrofe para a ocorrência de estresse hídrico (Silva et al., 2015), um teor de água no solo na Θ^* implica fechamento estomático e consequente redução da taxa fotossintética, o que afeta negativamente o metabolismo da planta (Jong Van Lier, 2010).

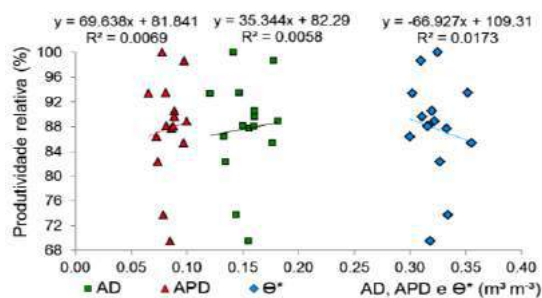


Figura 2 – Correlações entre água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), umidade crítica (Θ^*) e produtividade relativa para a cultura do milho, Sete Lagoas, MG.

CONCLUSÕES

Os atributos AD, APD e Θ^* foram influenciados pela distribuição do diâmetro dos poros. Entretanto, estes não apontaram os benefícios do consórcio com braquiária, possivelmente em razão das análises terem sido realizadas logo após a primeira safra. Em relação à produtividade do milho, o atributo Θ^* apresentou o maior potencial de correlação, o que pode ser associado a sua relação com a taxa fotossintética das plantas.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, ao CNPq, à FAPEMIG e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO, Rome**, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. Costa. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 2183-2190, 2011.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 13, p. 855-864, 2009.

DUARTE, A. P. & KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agrônomicas**, Campinas, n. 152, dezembro, 2015.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos,

Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L. A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 85-95, 1980.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 507-514, 1999.

JONG VAN LIER, Q. Disponibilidade de água às plantas. **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 283-98, 2010.

JONG VAN LIER, Q. de. The critical soil water content and its relation to soil water dynamics. **Scientia Agrícola**, Porto Alegre, v. 54, n. SPE, p. 45-50, 1997.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. A faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo de um perfil de um Latossolo roxo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.959-964, 2000.

LUXMOORE, R. J. Micro, meso and macroporosity of soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 45, p. 671-672, 1981.

MULLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influencia da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 531-538, 2001.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S. & CURTI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

SERAFIM, M. E.; OLIVEIRA, G. C. D.; LIMA, J. M. D.; SILVA, B. M.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 362-370, 2013.

SILVA, B. M.; G. C.; SERAFIM, M. E.; SILVA, É. A.; FERREIRA, M. M.; NORTON, L. D.; CURTI, N. Critical soil moisture range for a coffee crop in an oxidic latosol as

affected by soil management. **Soil and Tillage Research**, Lavras, v. 154, p. 103-113, 2015.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 544-552, 2005.

THORNTWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in climatology/Laboratory of**

Climatology. Drexel Institute of Technology, Centeron, v. 8, n. 1, 1955.

TOLLNER, E. W.; HARGROVE, W. L.; LANGDALE, G. W. Influence of conventional and no-till practices on soil physical properties in the southern Piedmont. **Journal of soil and water conservation**, Ankey, v. 39, n. 1, p. 73-76, 1984.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The relation of soil moisture to cultivation and plant growth. **Soil Science**, Oxford, v. 3, p. 498-513, 1927.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico correlacionados aos limites críticos do crescimento de raízes para o milho (*Zea mays* L.).

Aline Martineli Batista⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽³⁾; Gabriela Soares Santos Araújo⁽⁴⁾; Eduardo Vieira Guimarães⁽⁵⁾; Karina Mendes Bertolino⁽⁶⁾; Samuel Petraccone Caixeta⁽²⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Estudante de Engenharia Agrônômica/Bolsista PET-Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; martineli.aline@gmail.com; ⁽²⁾Professor; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽³⁾Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista CNPq; ⁽⁴⁾Estudante de Engenharia Agrônômica/Bolsista FAPEMIG; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁵⁾Estudante de Bacharelado em Biosistemas; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁶⁾Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) ⁽⁷⁾Pesquisador / Professor; Embrapa Milho e Sorgo / Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

RESUMO: O manejo intensivo e inadequado do solo degrada áreas agrícolas. Objetivou-se avaliar alterações na Ds e porosidade do solo, correlacionando aos limites críticos do crescimento das raízes do milho em sistemas com diferentes níveis de investimento em adubação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos: médio investimento, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado em revegetação próxima (CR). Coletou-se amostras ideformadas nas profundidades de 0-5 e 15-20 cm e determinou-se Ds, porosidade total (Pt), microporosidade (Micro) e macroporosidade (Macro). Macro e Pt foram maiores ($p \leq 0,05$) para o CR e na camada de 0-5 cm para todos os tratamentos, o que deve-se a maior presença de raízes. Ds foi menor no CR por ser um ecossistema não alterado e maior na profundidade de 15-20 cm por ser abaixo da camada arável. Os valores obtidos não são limitantes ao crescimento e desenvolvimento radicular do milho.

Termos de indexação: densidade do solo, porosidade, sistema radicular.

INTRODUÇÃO

O manejo intensivo e inadequado do solo, é considerado a principal causa de degradação das

áreas agrícolas (Paiva, 2011), assim, a incorporação de sistemas de manejo do solo que visem mitigar esta degradação é de suma importância. De acordo com Doran & Parkin (1994), a relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo seu efeito nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Um exemplo de manejo que favorece a qualidade física do solo é o emprego de sistemas com consorciação de culturas, sendo que para este fim, recomenda-se o emprego de gramíneas pela alta produção de fitomassa, que promove cobertura do solo por um longo período (Borghi et al., 2006).

Sendo que, quanto à qualidade física, de acordo com o manejo adotado podem ser verificadas alterações na densidade e porosidade do solo (Paiva, 2011). Segundo Reichert et al. (2003), o aumento da densidade do solo (Ds) e a redução da porosidade, principalmente da macroporosidade (Macro), afeta diversos atributos do solo, como a condutividade hidráulica, a permeabilidade e a infiltração de água. Com a redução destas propriedades do solo, segundo Streck et al. (2004) ocorre redução no crescimento e desenvolvimento radicular.

Objetivou-se avaliar alterações na Ds e porosidade do solo, correlacionando estas propriedades aos limites críticos do crescimento das raízes para a cultura do milho em sistemas com diferentes níveis de investimento em adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas - MG, (19°28'S, 44°15'W e altitude de 732 m). O clima da região se enquadra no tipo (Cwa), segundo a

classificação de Köppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (Embrapa, 2013).

De agosto à outubro de 2014 foram realizadas, na área operações de preparo do solo para implantação de um sistema de plantio direto, sendo que o revolvimento do solo não ultrapassou 25 cm de profundidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos que consistiram em faixas de plantio com diferentes níveis de investimento em adubação: médio investimento, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado em revegetação próxima (CR).

As análises foram processadas no Laboratório Solos II da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*.

Em julho de 2015, após a colheita da primeira safra, foram coletados, nas camadas de 0-5 cm e 15-20 cm, amostras indeformadas de solo, em anéis volumétricos. Estas amostras foram preparadas e saturadas por meio de elevação gradual de uma lâmina de água, pesadas para estimar o conteúdo de água na saturação (θ_s) e levadas para determinação da água em equilíbrio aos potenciais (Ψ): -1, -2, -4, -6, -10, em mesa de tensão automatizada e -33, -100, -500 e -1500 kPa em câmaras de Richards. Após atingir o equilíbrio hídrico em cada potencial, as amostras foram pesadas. Posteriormente elas foram secas em estufa a 105°C para quantificar o conteúdo de água (θ) associado a cada Ψ . A partir dos dados obtidos foram determinados os atributos: Ds, com base na relação entre massa e volume; porosidade total (Pt), como sendo igual à θ_s ; microporosidade (Micro), como sendo igual ao conteúdo de água à 6 kPa; macroporosidade (Macro), por diferença entre a Pt e Micro (Embrapa, 2011).

Em novembro de 2015 e fevereiro de 2016 foram coletados, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, amostras de torrões/agregados para avaliação da granulometria e teor de matéria orgânica, para a caracterização do solo.

A análise granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, após a secagem do solo ao ar e tamisamento com malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), empregando-se solução de NaOH como dispersante químico e agitação lenta de 40 rpm, por 16 horas (Embrapa,

2011) e o teor de matéria orgânica foi avaliado por uma metodologia adaptada a partir da Walkley-Black (Walkley & Black, 1934), sendo os resultados desta caracterização do solo apresentados na **Tabela 1**.

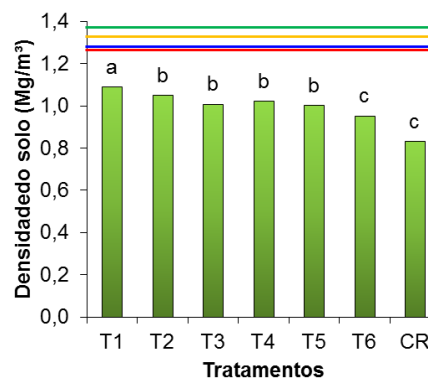
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al. 2013).

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila e matéria orgânica do solo (MOS) para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila	MOS
T1	12,33	23,92	63,74	5,06
T2	11,43	14,40	74,53	4,07
T3	11,93	14,98	73,10	4,20
T4	11,53	17,10	71,37	4,30
T5	11,38	12,21	76,42	4,44
T6	12,61	31,41	63,74	4,31
CR	22,54	20,08	57,38	6,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores de 1,28 e 1,27 Mg m^{-3} foram observados por Tormena et al. (1998) e Tormena et al. (1999) como densidade crítica para a cultura do milho em um Latossolo com proporções granulométricas semelhantes ao avaliado. Porém Suzuki (2005), avaliando a restrição ao alongamento da raiz versus a diminuição do rendimento em LVd cultivado com milho, obteve o valor de densidade crítica de 1,36 Mg m^{-3} . Reichert et al. (2003) propuseram densidade do solo crítica de 1,30 Mg m^{-3} para solos argilosos. Apesar de ter sido observado um aumento significativo da Ds nos tratamentos T1 à T5, em comparação à testemunha CR (**Figura 1**), os mesmos não atingiram a densidade crítica, não havendo, desta forma, impedimentos para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular do milho.

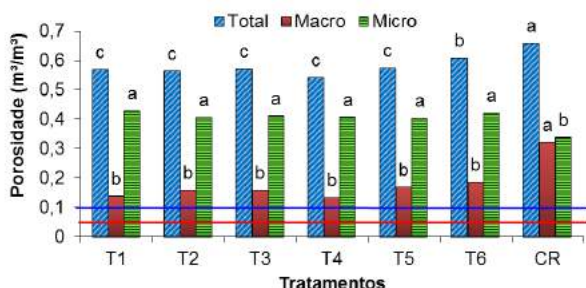


Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Figura 1. Densidade do solo (Ds) para os tratamentos avaliados com faixas de limites crítico propostas por Tormena et al. (1998) (linha azul), Tormena et al. (1999) (linha vermelha), Suzuki (2005) (linha verde), Reichert et al. (2003) (linha amarela). CV (coeficiente de variação) = 7,01%.

Os tratamentos T1 e T6 apresentaram valores, respectivamente, maiores e menores, comparando-se apenas os tratamentos submetidos ao preparo do solo, possivelmente isto deve-se ao fato da faixa de cultivo do T6 não encontrar-se na mesma condição inicial das demais ou do preparo do solo não ter sido homogêneo para toda a área e ao sistema radicular da soja, no T1, por ser de menor volume do que o do milho, não ter sido eficaz na manutenção de uma menor Ds.

A Macro dos tratamentos submetidos à ação agrícola (T1 à T5) foi significativamente reduzida ($p < 0,05$) em comparação com a Macro do CR, considerado um ecossistema natural que não sofreu modificações antrópicas (**Figura 2**). Alvarenga et al. (2015) também observou em seu trabalho uma maior Macro para o Cerrado em comparação a alguns agroecossistemas e justificou que o mesmo possivelmente deve-se a ação do sistema radicular deste ambiente.



Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Figura 2. Porosidade total (Pt), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro) para os tratamentos avaliados com faixa de limite crítico para Macro (linha vermelha), proposta por Suzuki (2005) e mínimo ideal de Macro (linha azul), proposto por Vomocil & Flocker (1966). CVs: Pt = 5,87%, Macro = 23,93%, Micro = 7,06%.

Em LVd, Suzuki (2005) obteve o valor de Macro limitante ao crescimento e desenvolvimento das raízes de milho de no mínimo $0,05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e Vomocil & Flocker (1966) demonstraram que é necessário no mínimo $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ de Macro para que o crescimento e desenvolvimento das plantas seja satisfatório. Apesar do CR ter Macro superior ($p < 0,05$), os demais tratamentos se enquadram

acima de ambos os limites (**Figura 2**).

Quanto aos valores de Micro, como esperado, visto que a Pt é dividida em Macro e Micro, observou-se menor valor para o CR em relação aos demais tratamentos (**Figura 2**). Alvarenga et al. (2015), apesar de não significativo, também obteve valores menores de Micro no Cerrado quando a Macro deste foi superior. Este resultado corrobora com Pires et al. (2008) que observou que uma área com menor Ds possuía também maior Macro e menor Micro, justamente devido a ação das raízes das plantas que criam bioporos.

Os resultados relativos à Pt (**Figura 2**), corroboram com a Macro e Micro obtidas, visto que consiste na soma destas duas propriedades. Assim, o CR teve maior Pt se comparado aos demais tratamentos.

Dentre os tratamentos submetidos ao preparo do solo observou-se que o T6 teve Pt significativamente superior aos demais, isso, possivelmente deve ter ocorrido pela mesma razão que este tratamento apresentou menor Ds.

Esperava-se melhorias significativas nos tratamentos T4 e T5, que tiveram braquiária na sucessão, visto que benefícios pelo uso desta gramínea na qualidade física do solo são relatados por diversos autores (Borghini, 2006; Silva & Mielniczuk, 1997; Calonego et al., 2011). No entanto, verificou-se que a braquiária ainda não promoveu modificações nos atributos físicos do solo, no entanto, estas modificações são esperadas para a próxima safra.

Para as profundidades avaliadas observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para Ds, Pt e Macro, sendo que foram encontradas Ds maiores na profundidade de 15-20 cm (**Tabela 2**), o que corrobora com Marcolan & Anghinoni (2006), que observaram que Ds aumenta quando a Pt é reduzida.

Tabela 2 – Valores obtidos para diferentes atributos físicos nas profundidades avaliadas em um Latossolo Vermelho distrófico sob um ano de PD para os tratamentos avaliados.

Cama das (cm)	Ds (Mg m^{-3})	Pt ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	Macro ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	Micro ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)
0-5	0,97 b	0,60 a	0,20 a	0,40 a
15-20	1,02 a	0,57 b	0,16 b	0,41 a
CV	7,01%	5,87%	23,93%	7,06%

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A Pt e a Macro foram maiores ($p < 0,05$) na profundidade de 0-5 cm, o que, possivelmente deve-

se a presença de raízes, pois nos agroecossistemas, por ser uma camada preparada as raízes tendem a concentrar-se mais nela (Pires et al., 2008). Tormena et al. (2002) observaram que a aração e escarificação do solo proporcionaram valores maiores de Macro e Pt para a camada arável. Susuki (2005) observou maior concentração de raízes de milho na camada de 0-10 cm.

Evidenciou-se poucas diferenças significativas entre os tratamentos submetidos ao preparo do solo, possivelmente pela homogeneidade promovida ao solo pelo seu revolvimento. Marcolan & Anghinoni (2006) evidenciaram que o preparo do solo promoveu maior homogeneização em todo perfil revolvido ao avaliarem atributos físicos.

CONCLUSÕES

A porosidade e Ds dos tratamentos em áreas cultivadas apresentam impactos negativos se comparados a ambientes naturais após a primeira safra, devido ao preparo do solo, mas estes impactos não geram modificações que acarretam danos ao crescimento e desenvolvimento radicular para a cultura do milho.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq, à UFSJ e ao PET-Agronomia.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; MELO, L. S.; VIANA, M. C. M. GONTIJO NETO, M. M.; FREITAS, D. A. F. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes condições de uso. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, **Anais...** Natal, 2015.

BORGHI, É.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com Brachiaria brizantha em sistema plantio direto. **Energia na Agricultura**, v.21, n.3, p.19-33, 2006.

CALONEGO, J. C.; GOMES, T. C.; SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura em solo compactado. **Bioscience Journal**, v.27, n.2, p.289-296, 2011.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D.C., BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-21.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package** (Portuguese), 2013.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 163-170, 2006.

OLIVEIRA, J. I. P. **Avaliação de ureia de liberação lenta na cultura do milho (Zea mays L.)**. Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 33 p., 2015 (Trabalho de Conclusão de Curso).

PAIVA, C. T. C. **Cultivo de milho em plantio direto e convencional com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura**. Rio Branco: UFAC, 2011, 33 p. (Dissertação de mestrado).

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**. v. 55, n. 2, p. 094-101, 2008.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v.27, p.29-48, 2003.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.113-117, 1997.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.755-760, 2004.

SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas**. Universidade Federal de Santa Maria, 149 p., 2005 (Dissertação de mestrado).

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

TORMENA, C. A., SILVA, A. P., LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.



TORMENA, C. A., SILVA, A. P., LIBARDI, P. L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil and Tillage Research**, v. 52, p. 223–232, 1999.

VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 4, p. 242-246, 1966.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, p.29-38, 1934.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Avaliação de perdas de grãos por pássaros na cultura do milho em Terras Baixas

Fabrizio Oliveira Fernandes⁽¹⁾; Jéssica Ávila de Abreu⁽¹⁾; Lucas Martins Christ⁽²⁾; Jairo Andara Rodrigues Filho⁽²⁾; Ana Paula Afonso da Rosa⁽³⁾;

⁽¹⁾Mestrando em Entomologia; Universidade Federal de Pelotas; Pelotas; Rio Grande do Sul; fabriciof9@gmail.com;

⁽²⁾Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas; ⁽³⁾Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado

RESUMO: O Brasil é um dos grandes produtores de grãos do mundo, no entanto, há perdas consideráveis desde a retirada desse material do campo até a chegada ao mercado consumidor. O milho é a cultura mais difundida e cultivada, pois se adapta a diferentes regiões do País. No entanto, perdas por insetos, pássaros e apodrecimento são frequentes, principalmente a produtores que não possuem recursos para realização da secagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas causadas por pássaros a campo. O plantio do milho foi realizado na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município do Capão do Leão – RS. O espaçamento utilizado foi 0,7 metros, com 8 linhas de 5 metros, sendo utilizados as cultivares de milho convencional AG9045 e transgênica AG 9045 PRO2. Depois do processo de polinização, foram ensacadas duas fileiras centrais de cada parcela. Posteriormente, foram colhidas as espigas de duas fileiras ensacadas e duas fileiras laterais não ensacadas, individualmente e levadas ao secador de grãos a temperatura de 40°C, totalizando quatro tratamentos com quatro repetições. Os grãos foram pesados e aferidos a umidade; foi utilizado o cálculo de rendimento para determinar a produção (Kg/ha). Os resultados foram analisados pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. Como resultado não houve diferença significativa entre grãos ensacados e não ensacados. Contudo, aparenta existir uma diferença no potencial de produção da versão transgênica para a versão convencional do mesmo híbrido.

Termos de indexação: Produção, Caturrita, Colheita.

O Brasil possui grande potencial para a produção de grãos, no entanto, ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada (Santos, 2006), pois se adapta aos mais diversos ambientes desde a região úmida e quente do Amazonas até as regiões úmidas e frias do Rio Grande do Sul, ocupando assim todo o território nacional.

A fase denominada de pré-colheita compreende o período que vai da maturação fisiológica, caracterizada pelo surgimento da "camada preta" (grão com cerca de 32% de umidade) até a realização da colheita. Quando a colheita é realizada após a fase de maturação fisiológica, proporciona-se um maior rendimento de grãos; entretanto, não é aconselhável colher nessa fase, pois devido ao alto teor de umidade nos grãos há necessidade de uma secagem complementar por métodos artificiais. No entanto, há comprometimento da qualidade dos grãos, provocando trincas e quebras, tornando-os mais susceptíveis a ataques por insetos, fungos, roedores dentre outros (Santos, 2006).

A permanência do milho no campo depende de cada região, mas quando o período é prolongado, ou seja, há atraso na colheita, dependendo das condições climáticas, como umidade do ar, temperatura e insolação e fatores como pássaros, insetos, chuva e ventos colabora para o aumento das perdas (Santos, 1991).

Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde chove normalmente no período da colheita, as perdas na pré-colheita podem chegar a 5% nas áreas onde o milho não é colhido mecanicamente (Santos et al., 1994).

INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi estimar as perdas causadas por pássaros na cultura do milho na safra de 2015/2016 na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o plantio do milho na estação experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado (S 31° 49.268' W 52° 27.472'), localizada no município do Capão do Leão – RS.

O espaçamento utilizado foi 0,7 metros, com 8 linhas de 5 metros, sendo utilizados as cultivares de milho AG9045 e AG9045 PRO2. Foi acompanhado todo o desenvolvimento fenológico da cultura e todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da cultura (Reunião, 2013). Depois que o milho passou pela fase reprodutiva, foi ensacado duas fileiras centrais, aguardando o enchimento dos grãos e umidade adequada para a colheita. Foram colhidas as duas fileiras ensacadas e duas fileiras laterais não ensacadas que foram separadas e levadas ao secador de grãos a uma temperatura de 40°C, totalizando quatro tratamentos com quatro repetições.

Os grãos foram pesados e aferido a umidade, foi utilizado o cálculo de rendimento para determinação da produção (Kg/ha). Os resultados foram analisados pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo programa estatístico Assistat versão 7.7 beta (Silva & Azevedo 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos (**Tabela 1**), não houve diferença significativa na produção de grãos com as espigas ensacadas e não ensacadas tanto no milho convencional quanto no transgênico.

Segundo d'Arce (2016), outros agentes como os roedores e pássaros apresentam níveis baixos de ação quanto à perda de peso. No entanto, houve perda expressiva de kg/ha representado 11 sacas de milho perdidos no campo, entre a variedade transgênica (3295,61 kg/ha) e a variedade convencional (2617,26 kg/ha) para os milhos que foram ensacados e de 15 sacas entre a variedade transgênica (3287,06) e a variedade convencional (2400,39) para as espigas que estavam expostas ao ambiente, destacando que as variedades utilizadas apresentam o mesmo ciclo e porte (**Tabela 1**). Observou-se que entre o milho transgênico obteve uma perda de 8,55 kg/ha entre ensacados e não ensacados, no entanto, para o

milho convencional a perda foi mais expressiva (216,87kg/ha) (**Tabela 1**). Esta diferença pode ser devido à variedade convencional não possuir as proteínas que são produzidas pelo *Bacillus thuringiensis* que controlam lagartas. Com isso, as plantas do material transgênico tiveram estabelecimento inicial mais favorecido, representando plantas mais vigorosas e produtivas e, por outro lado, no material convencional a quantidade de insetos presentes nas plantas pode ter sido um atrativo para os pássaros, resultando em perda deste material no campo.

Tabela 1. Produtividade (kg/ha) de milho AG 9045 PRO2 e AG 9045 ensacados e não ensacados. Capão do Leão, RS. Safra 2015/2016.

Cultivar/ Tratamento	Ensacado	Não Ensacado	Diferença	CV (%)
AG 9045 PRO2	3295,61 Aa	3287,06 Aa	8,55	15,37
AG 9045	2617,26 Ba	2400,39 Ba	216,87	19,76
Diferença	678,35	886,67	-	-

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Contudo existe uma diferença no potencial de produção das cultivar transgênica para a cultivar convencional do mesmo híbrido. Tendo perdas mínimas na versão transgênica em comparação a convencional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Programa de Pós Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas pela concessão da bolsa e a Embrapa Clima Temperado pela infraestrutura concedida.

REFERÊNCIAS

d'Arce, M. A. B. Pós colheita e armazenamento de grãos. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Armazenamentodegraos.pdf>>. Acesso em: 22 de Junho de 2016.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58ª; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 41ª, 2013, Pelotas, RS. Indicações técnicas para o cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul, Safras:

2013/2014, 2014/2015. Pelotas – Embrapa Clima Temperado, 2013, 125p.

SANTOS, J. P. Controle de Pragas Durante o Armazenamento de Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Circular técnica n° 84), p. 1-3, 2006.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; MANTOVANI, B. H. M.; MANTOVANI, E. C.; PEREIRA FILHO I. A.; BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C. Perdas de Grãos na Cultura do Milho. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1992-1993, Sete Lagoas, MG. v.6, p.122-124, 1994.

SANTOS, J. P. Influência do atraso na colheita sobre perdas de grãos, no campo e na armazenagem. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1985-1987, Sete Lagoas, MG, v. 4, p. 70-71, 1991.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In World congress on computers in agriculture, 7, Reno-NV_USA: America Social Agriculture Biology Engineer, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação, empregando simulação, da diferença na produtividade (*yield gap*) do milho em Minas Gerais

Bruna Gomes Magalhães ⁽¹⁾; Camilo de Lelis Teixeira da Andrade ⁽²⁾; Priscila Ponciana Gomes da Silva ⁽³⁾; Bruno Ferreira Melo ⁽⁴⁾; Christoph Hermann Passos Tigges ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João del-Rei ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, camilo.andrade@embrapa.br; ⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Ambiental, UNIFEMM – Centro Universitário de Sete Lagoas; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: O milho tem grande importância para o país pois, além de suprir a cadeia de produção de carne e leite e de alimentos humanos, faz parte da pauta de exportações. Todavia, a produtividade de sequeiro em algumas regiões ainda é baixa, demandando estudos para se conhecerem as causas e estabelecerem estratégias que permitam aumentar o rendimento. Este tipo de pesquisa é facilitado com a utilização de simulações empregando modelos de crescimento de culturas, como os do sistema DSSAT. Objetivou-se neste trabalho avaliar, através de simulações, as diferenças entre as produtividades de milho (*yield gaps*) para diferentes municípios do estado de Minas Gerais. Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, do sistema DSSAT, para simular as produtividades médias potencial e atingível do milho na safra, em regime de sequeiro, em cada município. A produtividade real média, de cada município, foi obtida junto à base de dados do IBGE. Com estes dados determinaram-se as diferenças (*gaps*) entre a produtividade potencial e a produtividade atingível, entre a produtividade potencial e a produtividade real e entre a produtividade atingível e a produtividade real. Posteriormente, calcularam-se as porcentagens de quebra devido ao estresse hídrico e devido ao manejo da cultura. Quebras de produtividade, decorrentes do estresse hídrico, acima de 60% foram determinadas em Aimorés, Bambuí, Ituiutaba, Paracatu e Viçosa; da mesma forma, quebras acima de 60%, relativas ao manejo, foram simuladas para Araçuaí, Caratinga, Itamarandiba, Pompéu e Uberaba. Investimentos em irrigação e em tecnologia de cultivo tem o potencial de elevar o rendimento de milho dessas localidades para valores próximos às produtividades potenciais simuladas.

Termos de indexação: *Yield gap*; modelagem; DSSAT; *Zea mays* (L.).

INTRODUÇÃO

O aumento do rendimento das culturas visando o incremento da produção agrícola são grandes desafios, principalmente quando se leva em consideração a importância da cultura do milho na cadeia de produção de leite e carne e de alimentos humanos. A produtividade desta cultura é influenciada por diversos fatores, abióticos ou não, que podem levar à rendimentos aquém do esperado (SENTELHAS et al., 2015).

Sentelhas & Battisti (2015) classificaram as produtividades das culturas em: produtividade potencial (PP), produtividade atingível (PA) e produtividade real (PR). A PP representa a produtividade que é obtida sem nenhum estresse biótico ou abiótico. A PA refere-se a uma produtividade de sequeiro, ou seja, penaliza-se a PP se houver restrição hídrica. Considera-se que na PA há também um déficit nutricional, pois, a água é o veículo para a absorção de nutrientes do solo. Por último, a PR, que além das restrições hídricas e nutricionais, é penalizada por outras condições de manejo da cultura como controle de pragas e doenças, adubação, épocas de semeadura etc. As quebras de produtividade, também conhecidas como *yield gaps*, representam as diferenças ou defasagens entre estes tipos de produtividade (SENTELHAS & BATTISTI, 2015; VAN ITTERSUM, et al., 2013). As principais causas dessas quebras estão relacionadas à fatores climáticos, tendo em vista que a cultura do milho é sensível à variabilidade agroclimática (MALDANER et al., 2014) e às condições de manejo.

Para Lobell et al. (2009), é importante avaliar e conhecer essas quebras de produtividade, primeiro porque pode-se direcionar estratégias de manejo para reduzi-las e, segundo, porque auxilia nas projeções de rendimento e no direcionamento de esforços de aumento da produtividade, de acordo com cada localidade.

Considerando a interação existente entre os fatores que afetam a produção agrícola e a importância de se avaliarem as quebras de produtividade, o uso da modelagem é indicado, pois permite minimizar custos com experimentação e agilizar as análises. Neste sentido, o modelo de

crescimento de culturas CSM-CERES-Maize (JONES et al., 1986), do sistema DSSAT (JONES et al., 2003), vem ganhando destaque, pois permite a análise da dinâmica da água e nutrientes no solo e a avaliação do efeito das práticas de manejo no desempenho das culturas.

O presente estudo teve por objetivo avaliar, através de simulações, as quebras de produtividade de milho na safra (*yield gaps*), em diferentes municípios do estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 19 cidades, de modo a representar as mesorregiões do estado de Minas Gerais, sendo: Aimorés, Araçuaí, Araxá, Bambuí, Caratinga, Curvelo, Ituiutaba, Itamarandiba, Janaúba, Lavras, Machado, Montes Claros, Patos de Minas, Paracatu, Pompéu, Sete Lagoas, Unai, Uberaba e Viçosa.

Séries históricas de clima, contendo 33 anos de dados diários de temperatura mínima e máxima, precipitação e insolação, foram obtidas da base do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Em propriedades agrícolas dos mesmos municípios, foram coletadas amostras, em cinco camadas do perfil do solo, para determinação dos atributos físico-hídricos e químicos do solo.

Dados de clima e de solos foram preparados como arquivos de entrada do modelo CSM-CERES-Maize, do sistema DSSAT, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente parametrizado e avaliado para a cultivar DKB390PRO. A cultivar foi escolhida por se tratar de um híbrido que era altamente utilizado no período do estudo de calibração (ANDRADE et al., 2016). Simulou-se a produtividade potencial, desconsiderando a demanda de água e de nitrogênio, e a produtividade atingível, compatível com um cultivo de safra em sequeiro, para cada município. Dados de rendimento simulados semanalmente foram utilizados para determinar a melhor data de semeadura para a produção de milho, em regime de sequeiro, em cada município, seguindo a metodologia proposta por Amaral et al. (2009). Os rendimentos obtidos na melhor data de semeadura de cada município foram utilizados para determinar as *yield gaps*. A produtividade real média de cada município foi obtida junto à base de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA (IBGE, 2015).

Considerou-se uma lavoura de milho de alta produtividade, semeada em sistema plantio direto, compatível com o elevado potencial produtivo do híbrido DKB390PRO. A população de plantas foi de 68 mil plantas por hectare, com um espaçamento entre fileiras de 0,50 metros. A semeadura ocorreu

a uma profundidade de 0,05 m. Não foi simulado o efeito de fertilizações com fósforo e potássio e nem o efeito de estresses decorrentes de pragas, doenças e plantas invasoras.

A adubação de plantio consistiu em 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ambos na forma de monoamônio fosfato (MAP); e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio (KCl). Na adubação de cobertura considerou-se 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, aplicados 25 dias após semeadura (DAS), e 70 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, aplicados aos 40 DAS. Essa configuração foi adotada como entrada para o modelo de simulação.

Para determinação das quebras de produtividade, foram comparadas as PP, PA e PR e calculadas as diferenças entre elas. A partir da diferença, foi calculado o percentual de quebra de produtividade relativa à limitação hídrica e relativa ao manejo, conforme descrito em Sentelhas & Battisti (2015). A diferença entre a PP e a PA indica a quebra devido ao estresse hídrico, enquanto a diferença entre a PA e a PR indica a quebra devido ao manejo da cultura. Estas diferenças foram comparadas, em percentual, com a diferença total entre a PP e a PR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se considerável diferença, tanto nos valores de produtividade potencial, quanto nos de produtividade atingível para os diferentes municípios (**Figura 1**). A PP variou de 7.643 kg ha⁻¹, em Araçuaí, a 12.082 kg ha⁻¹, em Ituiutaba, enquanto a PA variou de 4.876 kg ha⁻¹, em Aimorés, a 10.235 kg ha⁻¹, em Araxá. Tais diferenças nas produtividades entre os municípios estão relacionadas aos fatores climáticos, como temperatura, precipitação e radiação solar (GALON et al., 2010).

Os municípios de Aimorés, Paracatu e Unai apresentaram produtividades médias reais (IBGE, 2015) mais próximas da PA. Nessas localidades, possivelmente, há um investimento maior em tecnologias de cultivo, como o uso de cultivares de elevado potencial produtivo, adubações para altas produtividades e controle mais rigoroso de pragas e doenças. É possível que alguns produtores destes municípios, como Aimorés, estejam também utilizando irrigação nas lavouras de milho.

Araxá, Janaúba e Montes Claros apresentaram produtividades reais bem aquém das produtividades atingíveis e potenciais. Nessas localidades, as condições edafoclimáticas proporcionam um potencial de produção de milho mais elevado do que atualmente é obtido pelos produtores,

demandando, portanto, maior compreensão dos fatores ligados a estas baixas produtividades. Os municípios de Araxá e Uberaba chamam a atenção por apresentarem produtividades atingíveis, bem próximas das produtividades potenciais. Isso é decorrente das condições climáticas favoráveis à cultura do milho, principalmente quanto ao regime hídrico e térmico, com chuvas bem distribuídas e temperaturas noturnas mais amenas.

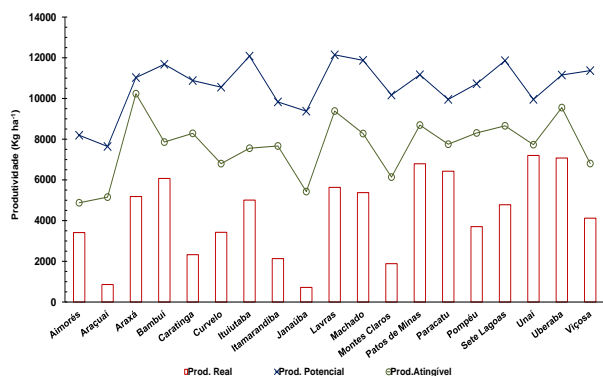


Figura 1. Produtividade potencial (PP), produtividade atingível (PA) e produtividade real (PR) em kg ha⁻¹ de 19 cidades do estado de Minas Gerais.

Ao se avaliar o percentual de redução de produtividade relativa a água, nota-se que o município de Unaí apresentou a maior defasagem, com 80,7% de quebra (Tabela 1), indicando que os produtores deste município empregam alta tecnologia de produção no manejo da cultura, fazendo com que a PR se aproxime da PA. Vale ressaltar que, apesar do maior percentual de quebra pra essa localidade ser devido à água, nessa região o cultivo do milho na safra é feito em grande parte sob pivô central, o que confere altos valores de produtividade. Sendo assim incrementos nesse sistema de irrigação podem ainda elevar mais a produtividade próxima a potencial. Lobell et al. (2009) afirmam que 80% da PP pode ser alcançada com melhorias no manejo da cultura e com o uso de irrigação.

Outros municípios, como Aimorés, Bambuí, Ituiutaba, Paracatu e Viçosa, também apresentaram quebra de produtividade, devido à água, acima de 60%, indicando que a irrigação possa garantir o aumento da produtividade para valores próximos do PP. A quebra de produtividade relativa à água foi diferenciada entre os municípios, devido principalmente às condições climáticas e ao nível tecnológico, relacionado à irrigação, adotado pelos produtores.

Meireles et al. (2003), avaliando épocas de

semeadura com intuito em minimizar quebras em produtividade para a cultura do feijão em Goiás, encontrou defasagens no rendimento, relativa à água, de até 98%. Eles concluíram que, em determinadas épocas de cultivo na seca, a cultura só deve ser produzida com irrigação, devido à alta possibilidade de perda.

O maior percentual de defasagem do rendimento, relativo ao manejo (controle de pragas e doenças, adubação, épocas de semeadura), foi de 86,4%, no município de Araxá. Percentuais maiores que 60% de quebra de produtividade relativa ao manejo foram observados nas cidades de Araçuaí, Caratinga, Itamarandiba, Pompéu e Uberaba. Esses valores evidenciam que os níveis tecnológicos de manejo empregados nesses municípios de Minas Gerais tendem a não serem suficientes para obtenção de produtividades elevadas no regime de sequeiro. É possível que a data de semeadura não seja a mais recomendada, ou que as cultivares utilizadas não possuem o potencial produtivo capaz de responder positivamente às condições climáticas dos municípios.

Tabela 1. Percentual de quebra de produtividade, relativa à água e relativa ao manejo da cultura, em 19 cidades do estado de Minas Gerais.

Cidade MG	Quebra relativa à água (%)	Quebra relativa ao Manejo (%)
Aimorés	69,4	30,6
Araçuaí	36,7	63,3
Araxá	13,6	86,4
Bambuí	68,1	31,9
Caratinga	30,3	69,7
Curvelo	52,7	47,3
Ituiutaba	64,0	36,0
Itamarandiba	28,1	71,9
Janaúba	45,6	54,4
Lavras	42,4	57,6
Machado	55,4	44,6
Montes Claros	48,7	51,3
Patos de Minas	56,5	43,5
Paracatu	62,4	37,6
Pompéu	34,4	65,6
Sete Lagoas	45,2	54,8
Unaí	80,7	19,3
Uberaba	39,2	60,8
Viçosa	63,0	37,0

Quebras de produtividade relativas ao manejo com valores tão altos como em Araxá, Pompéu e Uberaba podem estar relacionados com o cultivo do milho na safrinha. Os valores simulados foram para safra e nessas localidades a produção do milho tem sido substituída pela soja, e o milho plantado mais na safrinha, o que pode ter conferido a redução na produtividade real dessas cidades.

De modo análogo a este estudo, produtividades de soja potenciais, atingíveis e reais foram determinadas para algumas regiões brasileiras. Pelos valores encontrados, os autores encontraram níveis de quebra de produtividade diferentes entre as localidades, sendo que as maiores quebras foram devidas à restrição hídrica (SENTELHAS et al., 2015), indicando que a tecnologia de produção de soja, possivelmente, seja mais elevada da empregada na cultura do milho.

CONCLUSÕES

As maiores quebras de produtividade (yield gaps), relativas à restrição hídrica, foram observadas em Aimorés, Bambiú, Ituitaba, Paracatu, Unaí e Viçosa. Investimentos em irrigação têm o potencial de elevar a produtividade nessas localidades.

Araxá, Araçuaí, Caratinga, Itamarandiba, Pompéu e Uberaba foram os municípios com as maiores defasagens relativas ao manejo da cultura do milho. O incremento na tecnologia de cultivo (controle de pragas e doenças, adubação, épocas de semeadura) nesses locais tem potencial para aproximar a produtividade real da produtividade que se pode atingir no regime de sequeiro no período de semeadura determinado para cada localidade.

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, D. F.; SANTANA, C. B.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. Metodologia para o estabelecimento do período de semeadura de milho. Documento n.88, 13p. **Embrapa Milho e Sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 2009.

ANDRADE C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; PAIXÃO, J. S.; MELO B. F.; TIGGES, C. H. P. Parametrização do modelo CSM-CERES-Maize para uma cultivar de alta produtividade. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**; 2016, Salvador. Milho e Sorgo: Inovações, mercados e segurança alimentar. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; DA ROCHA, A. A.;

SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, 2011.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. Decision Support System for Agrotechnology Transfer: version 4.6. DSSAT Foundation, Prosser, Washington, 2014.

IBGE. 2015. **Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA**: tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras. Disponível em: <http://http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=p&o=28>. Acesso em: 01 nov. 2015.

Jones, C. A.; Kiniry, J. R.; Dyke, P. T. CERES-Maize: A Simulation Model for Maize Growth and Development. A&M University Press, **College Station**, TX, USA, 1986.

JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; BATCHELOR, W. D.; HUNT, L. A.; WILKENS E, U.; SINGH E, A. J.; GIJSMAN A.; RITCHIE, J. T. The DSSAT cropping system model. **European journal of agronomy**, v. 18, n. 3, p. 235-265, 2003.

LOBELL, D. B.; CASSMAN, K. G.; FIELD, C. B. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, n. 1, p. 179, 2009.

MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigência Agroclimática da Cultura do Milho (Zea Mays). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 13-23, 2014

MEIRELES, E. J. L.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. C.; STONE, L. F.; & ZIMMERMANN, F. J. P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 163-171, 2003

SENTELHAS, P. C.; BATTISTI, R.; CÂMARA, G. M. S.; FARIAS, J. R. B.; HAMPF, A. C.; & NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil—magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. **The Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 08, p. 1394-1411, 2015.

SENTELAS, P. C.; BATTISTI, R. Clima e Produtividade da Soja: Efeitos nas produtividades



potencial, atingível e real. **Boletim Técnico 2015/2016**. Fundação Mato Grosso. Santa Cruz do Sul, RS. Editora Gazeta, 2015.

VAN ITTRSUM, M. K.; CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P.; WOLF, J.; TITTONELL, P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance—a review. **Field Crops Research**, v. 143, p. 4-17, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Banco ativo de germoplasma de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos: acervo estruturado como Coleção Institucional da Embrapa Milho e Sorgo.

Maycon Campos Oliveira⁽¹⁾; Christiane Abreu de Oliveira⁽²⁾; Thábata Alvares Fernandes⁽³⁾; Luciano Viana Cota⁽⁴⁾; Fernando Hercos Valicente⁽⁵⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Analista; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; maycon.oliveira@embrapa.br; ⁽²⁾Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾Estagiária; Embrapa Milho e Sorgo. ⁽⁴⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁵⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo;

RESUMO: Devido a grande importância dos recursos microbianos na geração de novos produtos, em 2012, a Embrapa Milho e Sorgo iniciou, junto à Rede de Recursos Genéticos Microbianos da Embrapa, a criação de uma Coleção Institucional de Microrganismos, denominada de Coleção de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos (CMMF). Este trabalho teve como objetivo descrever as principais técnicas de preservação aplicadas ao acervo e características do banco de dados online da CMMF. A CMMF tem como objetivos estabelecer um acervo central, contendo o maior número possível de acessos de microrganismos, pertencentes a diferentes laboratórios de pesquisa da Embrapa Milho e Sorgo, além de organizar e facilitar o acesso à informação sobre os microrganismos preservados. Até o momento, encontram-se incorporados ao acervo da CMMF cerca de 4640 acessos de microrganismos, todos preservados por ultracongelamento a -80°C, e alguns preservados também sob óleo mineral e/ou liofilizados. Os dados disponíveis referentes a cada linhagem da coleção estão inseridos no sistema de informação da Embrapa (AleloMicro), que possui um módulo com acesso restrito, onde é realizado o cadastro e o gerenciamento das linhagens, e um módulo para consulta do público externo, que pode ser acessado por meio do endereço eletrônico: <http://alelomicro.cenargen.embrapa.br/>. Coleções de microrganismos, como a CMMF, representam uma fonte importante de genes e substâncias com grande potencial biotecnológico. A preservação adequada desses microrganismos é de grande interesse para instituições de pesquisa, para o agronegócio, indústria e meio ambiente.

Termos de indexação: Recursos genéticos microbianos, sistema de informação AleloMicro, preservação em longo prazo de microrganismos.

INTRODUÇÃO

A conservação de recursos genéticos microbianos, assim como a pesquisa com esses organismos, constituem práticas estratégicas para o desenvolvimento científico e tecnológico do setor agropecuário. Os microrganismos desempenham papel importante na sustentabilidade da agricultura, e as regiões tropicais são provavelmente aquelas que constituem a mais rica fonte de novas espécies (Figueiredo et al., 2008).

Desde 1991, a Embrapa Milho e Sorgo investe na formação de coleções de microrganismos de interesse agrícola. Estas coleções incluem diferentes grupos de microrganismos, como: bactérias diazotróficas associativas isoladas de milho, sorgo ou milheto, fungos micorrízicos arbusculares, microrganismos fitopatogênicos, bactérias e vírus com potencial no controle biológico de insetos-praga e microrganismos promotores do crescimento de planta, como os biossolubilizadores de nutrientes (fósforo e potássio).

Para assegurar a rastreabilidade da informação das amostras depositadas e a viabilidade em longo prazo dos microrganismos, atendendo às normas de qualidade nacionais e internacionais, a Embrapa Milho e Sorgo iniciou em 2012 a organização e estruturação de um acervo institucional de microrganismos: Coleção de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos (CMMF) (Paiva et al., 2013).

A CMMF faz parte da Rede de Recursos Genéticos Microbianos da Embrapa e tem como objetivos em curto prazo padronizar a metodologia de conservação, além de providenciar o cadastro dos dados relacionados aos microrganismos no Sistema de Informação da Embrapa (AleloMicro). Em longo prazo, a CMF pretende implementar

processos gerenciais e operacionais seguindo as Diretrizes e os Requisitos Corporativos de Qualidade para Coleções de Microrganismos da Embrapa (Castro et al., 2015; Pontes et al., 2015).

Este trabalho teve como objetivo descrever as principais técnicas de preservação aplicadas ao acervo e aspectos do banco de dados online da Coleção de microrganismos da Embrapa Milho e Sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Preservação de microrganismos

Para serem incorporados ao acervo da CMMF os microrganismos são reativados em placa de Petri, contendo meio de cultura apropriado, utilizando técnicas de semeadura que possibilitam a obtenção de colônias isoladas para a checagem da pureza da cultura. Posteriormente, uma colônia isolada é recolhida e utilizada para a preparação de novos estoques que podem ser realizados utilizando os seguintes métodos de preservação de microrganismos:

- Ultracongelamento: consiste na preservação dos microrganismos a temperaturas muito baixas (-80°C). Baixas temperaturas protegem o DNA e as proteínas contra danos e desnaturação e diminuem o movimento da água celular. Consequentemente, as atividades bioquímicas e fisiológicas das células microbianas são essencialmente interrompidas e as células se mantêm protegidas por longos períodos (Prakash et al., 2013). Para a preservação dos microrganismos da CMMF uma colônia isolada é recolhida, transferida para uma nova placa de Petri e espalhada sobre toda a superfície do meio de cultura. Após o crescimento, a cultura de microrganismos é recolhida da superfície do meio, solubilizada em uma solução de crioproteção (glicerol 25%), congelada em nitrogênio líquido e armazenadas a -80°C.

- Armazenamento sob óleo: consiste na adição de óleo mineral às culturas estabelecidas em meio de cultivo inclinado. O óleo evita a desidratação e reduz a atividade metabólica por meio da redução da disponibilidade de oxigênio (Martin, 1964). Os microrganismos da CMMF são cultivados em frascos de penicilina contendo meio de cultura inclinado, após o crescimento é adicionado óleo mineral estéril sobre a cultura até aproximadamente 2/3 do volume do frasco. Os frascos são selados com tampa de borracha e lacre de alumínio e armazenados na sala de preservação da coleção à temperatura de 20°C ± 5°C.

- Liofilização (*Freeze-drying*): trata-se também de uma técnica de preservação em longo prazo, que consiste na dessecação do material congelado, sob

vácuo, através da sublimação (Morgan et al., 2006). Assim como no procedimento para a preservação dos microrganismos da CMMF por ultracongelamento, uma colônia isolada é transferida para uma nova placa de Petri e espalhada sobre toda a superfície do meio de cultura. Após o crescimento, a cultura de microrganismos é recolhida da superfície do meio, solubilizada em uma solução de crioproteção (sacarose 10%) e alíquotas de 1 mL da suspensão de microrganismos são transferidas para frascos de liofilização. Os frascos são congelados em ultrafreezer a -80°C por cerca de 24h, antes de serem transferidos para o liofilizador (Christ, modelo Alpha 2-4 LD plus). As amostras são liofilizadas utilizando os seguintes parâmetros: -50°C e 0,040 mbar durante 24h (secagem primária), e -55°C e 0,021 mbar durante 30 min (secagem secundária). Ao término do processo de liofilização os frascos são selados a vácuo e armazenados na sala de preservação da coleção à temperatura de 20°C ± 5°C.

Sistema de Informação AleloMicro

A CMMF e as outras coleções de microrganismos da Embrapa mantêm todos os dados disponíveis de linhagens inseridos no sistema de informação AleloMicro (<http://alelomicro.cenargen.embrapa.br/>).

O AleloMicro conta com um banco de dados centralizado constituído de dois módulos interligados, o Alelo Micro Base de Dados (Sistema) e o Alelo Micro Web (Consultas). A Base de Dados é de uso restrito, com acesso controlado para curadores e parte das informações são disponibilizadas para acesso externo via Alelo Micro Web.

A Base de Dados contempla informações mínimas requeridas mundialmente sobre determinada linhagem e sua incorporação nas diferentes Coleções [Passaporte], tais como dados de coleta, isolamento e purificação; a identificação taxonômica; a inserção do acesso na coleção; a catalogação das amostras do acesso na Coleção (armazenamento), entre outras. O usuário externo pode consultar via o Alelo Micro Web algumas informações básicas sobre as linhagens mantidas nas Coleções.

Além dos dados de Passaporte, a Base de Dados permite a incorporação de informações sobre características específicas de cada linhagem [Observação]. O usuário externo pode consultar via o Alelo Micro Web as diferentes linhagens que foram submetidas à experimentação e solicitar ao curador as informações sobre os resultados da pesquisa. É também por esse módulo que pode ser feita a solicitação de amostras para os curadores

das Coleções que disponibilizam seus materiais para intercâmbio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Coleção de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos da Embrapa Milho e Sorgo (CMMF) é composta atualmente por três subcoleções de microrganismos: subcoleção de bactérias e vírus entomopatogênicos (CBE); subcoleção de fitopatógenos de milho e sorgo (CFMS) e subcoleção de microrganismos diazotróficos e promotores de crescimento vegetal (CMPC).

A subcoleção de bactérias e vírus entomopatogênicos (CBE) é composta por linhagens de *Bacillus thuringiensis* e *Baculovirus spodoptera* isoladas no Laboratório de Controle Biológico da Embrapa Milho e Sorgo com o objetivo de serem utilizadas no desenvolvimento de novos biopesticidas para o controle de insetos praga. A CBE conta com cerca de 5000 acessos destes microrganismos, dentre os quais 3408 já estão cadastrados no sistema Alelo Micro, 77 deles disponíveis para consulta do público externo via Alelo Micro Web (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de microrganismos da subcoleção CBE cadastrados no Alelo Micro.

Microrganismos	Nº de Acessos
<i>Bacillus thuringiensis</i>	3408
Total	3408
Consulta via Alelo Micro Web	Nº de Acessos
Sim	77
Não	3331
Total	3408

A subcoleção de fitopatógenos de milho e sorgo (CFMS) contém cerca de 4000 linhagens de fungos fitopatogênicos isolados no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo após coleta em diferentes regiões do Brasil de plantas de Milho ou Sorgo apresentando sintomas de doenças. Atualmente, 1341 acessos de microrganismos pertencentes à CFMS encontram-se cadastrados no sistema Alelo Micro, a maioria deles (1318) disponível para consulta do público externo via Alelo Micro Web (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de microrganismos da subcoleção CFMS cadastrados no Alelo Micro.

Microrganismos	Nº de Acessos
<i>Colletotrichum graminicola</i>	63
<i>Colletotrichum sublineolum</i>	1045

<i>Fusarium verticillioides</i>	227
<i>Phaeocystostroma ambiguum</i>	6

Total 1341

Consulta via Alelo Micro Web	Nº de Acessos
Sim	1318
Não	23
Total	1341

A subcoleção de microrganismos diazotróficos e promotores de crescimento vegetal (CMPC) é composta por uma grande diversidade de grupos de microrganismos que incluem bactérias diazotróficas associativas isoladas de milho, sorgo ou milheto, leveduras endofíticas de sorgo sacarino, fungos endofíticos de milho ou sorgo, bactérias e fungos solubilizadores de fosfato ou potássio, microrganismos antagonistas, fungos micorrízicos arbusculares, entre outros. A CMPC possui cerca de 4000 acessos de microrganismos, dentre os quais 1193 encontram-se cadastrados no sistema Alelo Micro e 638 disponíveis para consulta do público externo via Alelo Micro Web (Tabela 3). A grande maioria dos microrganismos pertencentes à subcoleção CMPC foi isolada na Embrapa Milho e Sorgo pelo Laboratório de Microbiologia do Solo ou pelo Laboratório de Ecologia Microbiana, entretanto, alguns isolados de fungos de interesse ambiental ou alimentar foram incorporados à CMPC provenientes da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ – Campus Sete Lagoas).

Tabela 3 – Número de microrganismos da subcoleção CMPC cadastrados no Alelo Micro.

Microrganismos	Nº de Acessos
<i>Arthrobacter</i> sp.	2
<i>Aspergillus</i> sp.	8
<i>Azospirillum</i> sp.	67
<i>Bacillus</i> sp.	35
Bactérias não identificadas	733
<i>Bionectria</i> sp.	2
<i>Burkholderia</i> sp.	7
Fungos não identificados	174
<i>Klebsiella</i> sp.	4
Leveduras	25
<i>Mucor</i> sp.	5
Outros	20
<i>Paenibacillus</i> sp.	5
<i>Pantoea</i> sp.	17
<i>Penicillium</i> sp.	24
<i>Pseudallescheria</i> sp.	2
<i>Pseudomonas</i> sp.	3
<i>Rhizobium</i> sp.	2

<i>Talaromyces</i> sp.	5
<i>Trichoderma</i> sp.	53
Total	1193
Consulta via Alelo Micro Web	
Nº de Acessos	
Sim	638
Não	555
Total	1193

Os acervos originais das subcoleções CBE, CFMS ou CMPC estão localizados nos diferentes laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo onde os microrganismos foram primeiramente isolados. Nestes acervos, também chamados de coleções de trabalho, a maioria dos microrganismos é mantida conservada a temperatura ambiente em ágar inclinado sob óleo mineral esterilizado (CFMS e CMPC) ou congelada a -20°C (CBE).

Os microrganismos diferem quanto às condições necessárias para a preservação em longo prazo, o que demanda a utilização de procedimentos diferenciados para assegurar as condições ideais de preservação, viabilidade e pureza. De acordo com as Diretrizes e os Requisitos Corporativos de Qualidade para Coleções de Microrganismos da Embrapa (Castro et al., 2015; Pontes et al., 2015), é recomendável que cada linhagem seja mantida em, pelo menos, dois métodos diferentes de preservação, sendo pelo menos um deles o ultracongelamento ou a liofilização. Diante disso, a coleção institucional de microrganismos da Embrapa Milho e Sorgo, CMMF, pretende estabelecer um acervo central reunindo o maior número possível de acessos de microrganismos das coleções de trabalho e realizar a preservação destes microrganismos por ultracongelamento e/ou liofilização. Atualmente, já foram incorporados ao acervo da CMMF cerca de 4640 acessos de microrganismos, sendo 2106 sub-amostras da coleção CBE, 1193 sub-amostras da coleção CMPC e 1341 sub-amostras da coleção CFMS. Todos estes acessos estão mantidos na CMF preservados por ultracongelamento a -80°C. Além do ultracongelamento, alguns acessos estão preservados sob óleo mineral e também liofilizados.

CONCLUSÕES

A Embrapa Milho e Sorgo possui cerca de 13000 linhagens de microrganismos espalhadas em diferentes laboratórios de pesquisa. Cópias de cada uma dessas linhagens serão preparadas para a preservação em longo prazo, como o ultracongelamento a -80°C ou a liofilização, e

incorporadas ao acervo da Coleção Institucional da Embrapa Milho e Sorgo, denominado de Coleção de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos (CMMF). Além disso, os dados disponíveis referentes a cada linhagem de microrganismos serão inseridos no sistema de informação da Embrapa (AleloMicro), facilitando o intercâmbio entre instituições de ensino e pesquisa.

Até o momento, encontram-se incorporados ao acervo da CMMF cerca de 4640 acessos de microrganismos, todos preservados por ultracongelamento a -80°C, e alguns preservados também sob óleo mineral e/ou liofilizados.

As informações disponíveis, referentes a 5942 linhagens de microrganismos já estão inseridas no sistema AleloMicro, sendo que os dados referentes a 2033 destas linhagens podem ser consultas pelo público externo por meio do endereço eletrônico: <http://alelomicro.cenargen.embrapa.br/>.

Coleções de microrganismos, como a CMMF, representam uma fonte importante de genes e substâncias com grande potencial biotecnológico. Assim, a preservação adequada desses microrganismos é de grande interesse para instituições de pesquisa, para o agronegócio e também para o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Fapemig, CNPq, Embrapa

REFERÊNCIAS

CASTRO, C. S. P. de; COUTINHO, M. V.; SILVA, F. A. da; SILVA, G. A. da; LIMA, L. H. C.; BRITO, M. A. V. de P. e; HUNGRIA, M.; AVIDOS, M. F. D.; BURLE, M. L.; AQUINO, M. de; LOPES, R. B.; PONTES, R. G. M. S. de; COSTA, S. de P. P.; CASTRO, C. S. P. de Diretrizes de gestão para coleções de microrganismos da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015. 23 p. GESTCOL - Gestão de Coleções Microbiana.

FIGUEIREDO, M. do V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. de R. e S. (Ed.). Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. Guaíba: Agrolivros, 2008. 566 p.

MARTIN, S. M. Conservation of microorganisms. *Annu Rev Microbiol* 18:1-16, 1964.

MORGAN, C. A.; HERMAN, N.; WHITE, P. A.; VESEY, G. Preservation of micro-organisms by drying; a review. *J Microbiol Methods* 66(2):183-193, 2006.

PAIVA, C. A. O.; OLIVEIRA, M. C.; MARRIEL, I. E.; SOUZA, F. A. de; VALICENTE, F. H.; COTA, L. V. Manual de Gestão da Coleção de Microrganismos Multifuncionais e Fitopatogênicos da Embrapa Milho e



Sorgo (CMMF). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 47 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 153).

PONTES, R. G. M. S. de; CASTRO, C. S. P. de; COUTINHO, M. V.; LIMA, L. H. C. Requisitos corporativos de qualidade para coleções de microrganismos da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015. 15 p.

PRAKASH, O.; NIMONKAR, Y.; SHOUCHE, Y.S. Practice and Prospects of Microbial Preservation. FEMS Microbiol Lett 339:1-9, 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Calibração e avaliação do modelo CSM-Ceres-Maize para cultivares crioulas e melhoradas de milho

Stefanía Dalmolin da Silva⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Isabel Lago⁽³⁾, Angélica Durigon⁽⁴⁾; Josana Andrea Langner⁽⁵⁾;

⁽¹⁾Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; (tefa.ds@hotmail.com); ⁽²⁾ Orientador, Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS;

RESUMO: O objetivo deste estudo foi calibrar e validar o modelo CSM-Ceres-Maize, para duas cultivares crioulas de milho (‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’), e duas cultivares melhoradas de milho [uma do tipo polinização aberta (VPA) (‘BRS Missões’) e um híbrido simples (‘AS1573PRO’)] na condição sem limitação hídrica na região subtropical do Rio Grande do Sul, Brasil. O modelo utilizado neste estudo foi o modelo CSM-Ceres-Maize, disponível na plataforma DSSAT v4.5. A calibração do modelo foi realizada com dados de um experimento com semeadura em 04/11/2013 e teste com dados independentes de três datas de semeaduras, 20/08/2013, 03/02/2014 e 15/08/2014. O modelo foi capaz de simular a fenologia das quatro cultivares, captando a evolução de cada uma no decorrer do seu ciclo.

Termos de indexação: modelagem agrícola, variedade local

INTRODUÇÃO

O milho é uma das três principais culturas agrícolas de verão no Rio Grande do Sul, tendo papel importante na alimentação básica mundial, pois é o segundo alimento mais produzido no mundo (FAO, 2016). As cultivares crioulas de milho, do tipo polinização aberta (VPAs), têm ganhado importância em algumas comunidades de pequenos agricultores familiares no RS, pois são cultivares mais resistentes a fatores bióticos e abióticos (Machado et al., 2011), e possibilitam a produção de semente pelo próprio agricultor com redução dos custos da lavoura (Araujo & Nass, 2002), o que é importante na sustentabilidade e na economia familiar destas comunidades.

A modelagem agrícola é uma ferramenta que, através de equações matemáticas, descreve o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade

das culturas agrícolas. Quando devidamente calibrados e testados para as condições locais de estudo, os modelos agrícolas são ferramentas que auxiliam na tomada de decisão de práticas de manejo (Streck et al., 2003,a,b), em estudos da resposta das culturas à variabilidade climática e de mudança climática (Streck & Alberto, 2006a,b; Streck et al., 2008; Streck et al., 2011) e atualmente tem sido utilizado na previsão e acompanhamento de safras (Shin et al., 2006; Streck et al., 2013).

Entre os modelos de simulação para a cultura do milho, o modelo CSM-Ceres-Maize é um dos mais conhecidos e usados em estudos numéricos. CSM-Ceres-Maize é um modelo ecofisiológico dinâmico, determinístico, baseado em processos (*Process-based model*) bastante usado mundialmente (Carberry et al., 1989; Liu et al., 1989; Asadi & Clemente, 2003; Gedanken et al., 2003). Com este modelo é possível simular o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho, considerando-se o efeito de cultivar, densidade de planta, clima, estresse hídrico e nutricional, efeito de pragas e doenças e eventos extremos do clima (Jones & Kiniry, 1986).

Como qualquer modelo agrícola, no CSM-Ceres-Maize existem coeficientes genéticos que necessitam de calibração, para poder representar a genética de cada cultivar. Os coeficientes P1, P2, P5 e PHINT são aqueles que governam a fenologia, enquanto G2 e G3 governam a produtividade de grãos da cultura do milho no modelo. P1 representa graus-dia da emergência até o fim do estágio juvenil ($T_b=8^{\circ}\text{C}$), P2 é um coeficiente de sensibilidade ao fotoperíodo, P5 é graus-dia do florescimento feminino até a maturidade fisiológica ($T_b=8^{\circ}\text{C}$), G2 representa o número potencial de grãos por planta, G3 é a taxa potencial de enchimento de grãos ($\text{mg grão}^{-1} \text{dia}^{-1}$) e PHINT representa o filocrono ($^{\circ}\text{C dia}$) (Jones et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi calibrar e avaliar o modelo CSM-Ceres-Maize para cultivares crioulas e melhoradas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento a campo foi realizado no ano agrícola 2013/2014 na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

O delineamento foi de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada repetição uma parcela com dimensões de 5.0x4.5 m (22.5 m²). Cada parcela continha 5 linhas, onde as 3 linhas centrais seriam utilizadas para marcação de plantas para avaliação de dados necessários ao modelo. O espaçamento entre minhas foi de 0.9m e entre plantas foi de 0.2m, totalizando uma densidade de plantas de 5.5 pl m⁻².

As cultivares utilizadas neste estudo foram duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' (Ciclo Precoce) e 'Bico de Ouro' (Ciclo Tardio); e duas cultivares melhoradas, uma de polinização aberta (VPA), 'BRS Missões' (Ciclo Precoce), e um híbrido simples, 'AS 1573PRO' (Ciclo Precoce).

Foram realizadas três datas de semeaduras, uma cedo em 20/08/2013, uma intermediária em 04/11/2013 e uma tardia em 03/02/2014, a fim de expor as plantas a diferentes condições meteorológicas. Nas cultivares melhoradas foram avaliadas 15 plantas, enquanto que nas crioulas, por apresentarem maior variabilidade genética, foram avaliadas 45 plantas.

As variáveis avaliadas foram: emergência (EM), florescimento (R1) e maturidade fisiológica (R6), quando 50% desses estágios ocorriam e contato o número final de folhas.

Para calibrar o modelo CSM-Ceres-Maize foi utilizado os dados coletados durante a segunda data de semeadura (04/11/2013), pois é nessa data em que as plantas passaram por condições ótimas para seu desenvolvimento e crescimento. A primeira e terceira data de semeadura (20/08/2013 e 03/02/2014) foram utilizadas como dados independentes para testar o modelo.

As estatísticas utilizadas para avaliar o desempenho do modelo em o desenvolvimento foram a Raiz do Quadrado Médio do Erro (RMSE) (Janssen and Heuberger, 1995), RMSE normalizado (Loague & Green, 1991), Correlação de Pearson (Willmott, 1981) e Índice BIAS (Wallach, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1** estão os parâmetros genéticos calibrados para as quatro cultivares utilizadas. O P1

variou de 225 a 360 °C dia⁻¹, P2 variou de 0,0 a 0,8 dias, P5 variou de 639,6 a partir de 896.0°C dia⁻¹, G2 variou de 400 a 900 grãos por planta, G3 variou de 8 a 21 mg.dia⁻¹ e PHINT variou de 41,66 a 45,45 °C day⁻¹ (a cultivar 'BRS Missões' tem a maior taxa de aparecimento de folhas).

O observado vs. Simulado de dias após a semeadura (DAS) para a emergência (EM), florescimento (R1) e maturação fisiológica (R6) (A), e o número final de folhas (NFF) (B) para os quatro cultivares estão na **Figura 1**. No geral, o RMSE foi de 4,3 dias, o modelo subestimou as datas fases (BIAS=-0.03), mas outras estatísticas (r e NRMSE) indicou excelente desempenho do modelo na simulação da fenologia de todas as cultivares (**Figura 1A**). Na primeira época de semeadura, a data emergência foi superestimada para todas as cultivares (RMSE = 1 dia) (**Tabela 2**), a data de R1 foi subestimada por 'Cinquentinha' (RMSE=12 dias) e superestimada para 'Bico de Ouro' (RMSE=2 dias). Para 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO1', a data de ocorrência do estágio R1 foi subestimada (RMSE=4 dias, RMSE=3 dias, respectivamente) (**Tabela 2**) e para a data do estágio R6, o modelo subestimou em todas as cultivares, para 'Cinquentinha' em 10 dias, 'Bico de Ouro' em 3 dias, 'BRS Missões' em 6 dias e 'AS 1573PRO' em 3 dias (**Tabela 2**). Para a terceira época de semeadura, data da emergência simulada pelo modelo foi a mesma que a data observado para 'Cinquentinha', 'Bico de Ouro' e 'BRS Missões' (RMSE=0 dia) (**Tabela 2**) e para 'AS 1573PRO' o modelo superestimou (RMSE = 1 dia) (**Tabela 2**), a data de R1 foi superestimada para 'Cinquentinha', 'Bico de Ouro' e 'AS 1573PRO' em 1, 6 e 1 dias, respectivamente (**Tabela 2**). Os dados de maturidade fisiológica na terceira época de semeadura não foram utilizados na comparação observado x simulado, porque uma geada em 20 de Junho 2014 matou as plantas no campo e o modelo CSM-Ceres-Maize não mata as plantas por geada.

Para a variável número final de folha (NFF), o RMSE geral foi de 1,99 folhas e o modelo ligeiramente superestimou (BIAS=0,02), mas outras estatísticas (r e NRMSE) indicam que o desempenho do modelo foi bom (**Figura 1B**). Na primeira época de semeadura, o modelo subestimou a NFF das cultivares 'Cinquentinha' e 'AS 1573PRO' (RMSE=4,1; RMSE=0,6), e superestimou para 'Bico de Ouro' e 'BRS Missões' (RMSE = 0,9) (**Tabela 2**). Na terceira época de semeadura, o modelo superestimou o NFF de 'Bico de Ouro', 'BRS Missões' e 'AS1573PRO' (RMSE=2,6; RMSE =1,5; RMSE=2) e para 'Cinquentinha' o modelo foi excelente (RMSE=0,3) (**Tabela 2**).

CONCLUSÕES

O modelo CSM-Ceres-Maize foi calibrado e testado para variedades de polinização aberta, seja crioula ou melhorada, conseguindo captar com boa precisão a fenologia destes materiais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.589-593, 2002.
- ASADI, M.E.; CLEMENTE, R.S. Evaluation of CERES-Maize of DSSAT model to simulate nitrate leaching, yield and soil moisture content under tropical conditions. **Food, Agriculture and Environment**, v.1, p. 270-276, 2003.
- CARBERRY, P.S.; MUCHOW, R.C.; McCOWN, R.L. Testing the CERES-Maize Simulation model in a Semi-Arid Tropical Environment, **Field Crops Research**, v.20, p. 297-315, 1989.
- FAO. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **Boletín de Agricultura familiar de América Latina y el Caribe, Julio-Septiembre, 2012**. Online. Disponível na Internet: http://www.rlc.fao.org/uploads/media/baf_201209.pdf. Acessado em: 28 de Junho de 2016.
- JANSSEN, P.H.M.; HEUBERGER, P.S.C. Calibration of process-oriented models. **Ecological Modelling**, v.83, p.55-56, 1995.
- JONES, C.A.; KINIRY, J.R. **Ceres-Maize: A simulation model of maize growth and development**. Texas A&M University Press, College Station, Texas, 1986. 94p.
- JONES et al. The DSSAT cropping system model. **European journal of agronomy**, v. 18, n. 3, p. 235-265, 2003.
- LIU, W.T.H.; BOTNER, D.M.; SAKAMOTO, C.M. Application of Ceres-Maize model to yield prediction of a Brazilian maize hybrid*. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.45, p. 299-312, 1989.
- LOAGUE, K., GREEN, R.E., 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.7, p.51-73, 1991.
- MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T.; NASS, L.L. Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, RS, v.6, n.1, p. 127-136, 2011.
- SHIN, D. W.; BELLOW, J. G.; LAROW, T. E.; COCKE, S.; O'BRIEN, J. J. The role of an advanced land model in seasonal dynamical downscaling for crop model application. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 45, p. 686-701, 2006.
- STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, S. Incorporating a chronology response into prediction of leaf appearance rate in winter wheat, **Annals of Botany**, v. 92, p. 181-190, 2003a.
- STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p. 139-150, 2003b.
- STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006a.
- STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351-1359, 2006b.
- STRECK, N.A.; SILVA, S.D.; LAGNER, J.A. Assessing the response of maize phenology under elevated temperature scenarios. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p. 1-12, 2011.
- STRECK, N.A.; SILVA, M.R.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BENEDETTI, R.P.; CARLI, C.; CHARÃO, A.S.; MARCOLIN, E.; FERRAZ, S.E.T.; MARCHESAN, E. Acompanhamento da safra 2012/2013 de arroz irrigado no Rio Grande do Sul por modelagem numérica. **Ciência e Natura**, Edição Especial, p. 368-372, 2013.
- WALLACH, D. **Evaluating crop models**. p. 11-50. In D. Wallach et al. (ed.) Working with dynamic crop models: Evaluation, analysis, parameterization, and applications. Elsevier, Amsterdam. 2006.
- WILLMOTT, C.J. On the validation of models. **Physical Geography**. v.2, p.184-194, 1981.

Tabela 1 – Parâmetros genéticos calibrados do modelo CSM-Ceres-Maize para duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas cultivares melhoradas, uma variedade de polinização aberta ‘BRS Missões’ e um híbrido simples ‘AS 1473PRO’.

Cultivar	Parâmetros					
	P1	P2	P5	G2	G3	PHINT
‘Cinquentinha’	225.0	0.800	896.0	500.0	8.0	45.45
‘Bico de Ouro’	360.0	0.000	824.0	400.0	10.0	43.47
‘BRS Missões’	300.0	0.000	639.6	700.0	17.0	41.66
‘AS 1573PRO’	290.0	0.500	773.8	900.0	21.0	45.45

Tabela 2 – Raiz Quadrada Média do (RMSE) dos valores para a simulação da emergência (EM), florescimento (R1), maturidade fisiológica (R6) e número final de folhas (NFF) para duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas cultivares melhoradas, uma variedade de polinização aberta ‘BRS Missões’ e um híbrido simples ‘AS 1473PRO’ com o modelo CSM-Ceres-Maize, em Santa Maria, RS, em duas datas de semeadura.

Cultivar	EM	R1	R6	FLN
	Dias			Folhas planta ⁻¹
Data de semeadura: 20/08/2013				
‘Cinquentinha’	1	12	10	4.1
‘Bico de Ouro’	1	2	6	0.9
‘BRS Missões’	1	4	3	0.9
‘AS 1573PRO’	1	3	6	0.6
Data de semeadura: 03/02/2014				
‘Cinquentinha’	0	1	-	0.3
‘Bico de Ouro’	0	6	-	2.6
‘BRS Missões’	0	0	-	1.5
‘AS 1573PRO’	1	1	-	2.0

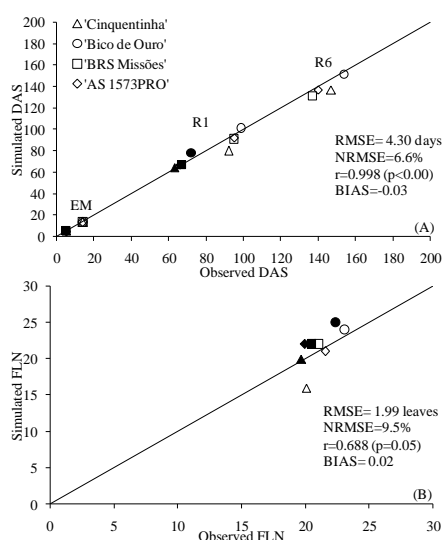


Figura 1. Dias após a semeadura (DAS) observado vs. simulado (A) para a emergência (EM), florescimento (R1) e maturidade fisiológica (R6), e Número final de folhas (FLN) (B) para duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas cultivares melhoradas, uma variedade de polinização aberta ‘BRS Missões’ e um híbrido simples ‘AS 1473PRO’ com o modelo CSM-Ceres-Maize, em Santa Maria, RS, em

duas datas de semeadura usando o modelo CSM-Ceres-Maize. Símbolos brancos são dados da primeira data de semeadura (20/08/2013), símbolos em preto são para dados da terceira data de semeadura (03/02/2014).

Características biométricas e acúmulo de nitrogênio em plantas de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* sob déficit hídrico em casa de vegetação.

Antonio Eduardo Coelho⁽¹⁾; Claudia Tochetto⁽²⁾; Luiz Henrique Michelon⁽³⁾; Thaís Lemos Turek⁽³⁾; Renata Franciéli Moraes⁽⁴⁾; Samuel Luiz Fioreze⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, coelhoagro7@gmail.com; ⁽²⁾ Discente do programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Campus Marechal Cândido Rondon; ⁽³⁾ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitiba; ⁽⁴⁾ Discente do programa de pós-graduação em produção vegetal da Universidade Federal do Paraná; ⁽⁵⁾ Professor adjunto do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitiba.

RESUMO: A inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* vem sendo estudada e recomendada para gramíneas no Brasil, para fornecimento de N. Contudo, a real eficiência e atuação da interação da bactéria ainda não está clara, é provável que a inoculação possibilite as plantas de milho maior tolerância a possíveis estresses de ordem biótica e abiótica. O objetivo do trabalho foi investigar efeitos da inoculação com bactérias *A. brasilense* sobre a capacidade de plantas de milho em tolerar o déficit hídrico. Foi conduzido um experimento em vasos, em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições. Os fatores foram compostos pela indução ou não do déficit hídrico, em dois genótipos de milho (P30F53 e Catarina), submetidos ou não à inoculação com *A. brasilense*, totalizando 32 unidades experimentais. Foram determinados o volume radicular, a massa de matéria seca de raízes e parte aérea, os teores e acúmulo de nitrogênio em raízes e parte aérea. A inoculação com *A. brasilense* incrementa o crescimento do sistema radicular de plantas de milho, porém não afetou o acúmulo de nitrogênio as plantas, tampouco apresenta interação com o déficit hídrico.

Termos de indexação: bactérias diazotróficas, Zea mays, fixação biológica de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o macro nutriente mais exigido por gramíneas, sendo o nutriente que mais afeta a produtividade da cultura do milho (Okumura et al., 2011). Segundo Machado et al. (1998), a adubação nitrogenada representa 75% dos custos com adubação e 40% dos custos totais de produção da cultura. A possibilidade de utilização de bactérias associativas que possibilitem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), tem despertado a atenção de produtores e pesquisadores no Brasil. Estima-se, que a fixação associativa por *A. brasilense* contribui com 25 a 50 kg de nitrogênio por hectare por ano em gramíneas (Hungria et al., 2007; Moreira et al., 2010; Huergo et al., 2008). Contudo, a real eficiência da interação da bactéria ainda não foi comprovada, principalmente no que tange à FBN (Didonet et al. 1996; Didonet et al. 2000; Campos et al. 1999; Gitti et al. 2012).

Hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas foram detectados no sobrenadante do cultivo de bactérias do gênero *Azospirillum*, especialmente *A. brasilense* (Bottini et al., 1988; Reis Junior et al., 2004; Radwan et al., 2005). Considerando que o *A. brasilense*, produz hormônios vegetais que promovem um melhor desenvolvimento da cultura, não fica claro se os benefícios resultantes da inoculação de sementes com *A. brasilense* em trabalhos a campo (Cavallet et al., 2000; Perin et al., 2003; Reis Junior et al. 2008; Hungria, 2010; Dartora et al., 2013; De Quadros et al., 2014; Rodrigues et al., 2014) seja oriundos do aumento da superfície radicular que leva a planta a absorver melhor todos os nutrientes, ou da FBN.

De Quadros et al. (2014) observaram que as respostas a inoculação com *A. brasilense*, dependem da cultivar ou híbrido utilizado. Outro fato que chama atenção é que a inoculação com *A. brasilense* em trabalhos desenvolvidos com baixo nível produtivo com produtividades inferiores a 5 t/ha (Hungria, et al. 2010) possuem boas respostas, o mesmo não ocorre em trabalhos desenvolvidos com alto nível tecnológico com produtividades superiores a 10 t/ha (Sangoi et al, 2015), o que levanta a hipótese que em plantas que estão sob algum estresse a inoculação tende a minimizar o fator estressante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em abril de 2014, em cultivo protegido na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Curitibaanos, localizada nas coordenadas geográficas 27°17'12.2" S, 50°31'96.6"O com 1010 metros de altitude.

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições. Os fatores foram compostos pela indução ou não de déficit hídrico, da inoculação ou não de sementes com *A. brasilense* e de dois genótipos de milho (P30F53 e a variedade Catarina) totalizando 32 vasos. Cada unidade experimental foi composta por um vaso com 3,3 litros, preenchido com areia lavada. O substrato foi adubado com 3,8 g vaso⁻¹ de superfosfato simples, 1,0 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio e 1,5 g vaso⁻¹ de calcário dolomítico. Para a inoculação utilizou-se o inoculante comercial Masterfix Gramíneas®, contendo as estirpes Abv5 e Abv6 da bactéria, na concentração de 100 milhões de células por mL.

Após a inoculação, foram semeadas três sementes por vaso, mantendo-se apenas uma planta após o estágio V2 (Ritchie et al. 1993). A irrigação foi realizada de forma manual para todos os tratamentos até o estágio V4 de desenvolvimento das plantas. Neste estágio induziu-se o déficit hídrico nos tratamentos descritos, através da suspensão da rega por um período de 10 dias. Ao final do período de déficit hídrico, as plantas foram coletadas para avaliação. Foram determinados o volume radicular e a massa de matéria seca de raízes e parte aérea, após secagem em estufa de circulação forçada de ar. Em seguida, determinou-se os teores e o acúmulo de nitrogênio em raízes e parte aérea de plantas, utilizando-se o método Semi-micro Kjeldahl (Tedesco et al., 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). E as médias foram contrastadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros biométricos (Quadro 1) em plantas de milho foram influenciados pelos ambientes testados. A redução da expansão celular e consequente crescimento é um dos primeiros sinais encontrados em plantas sob déficit hídrico (Taiz & Zeiger, 2010), em nosso estudo a supressão da irrigação por 10 dias, causou uma redução de 44,81% na massa de matéria seca total em comparação com a testemunha. Dados semelhantes aos encontrados por Bonfim-Silva et al, 2011. Com uma redução mais expressiva do volume radicular (51,94%) e massa de matéria seca de raiz (52,33%) do que matéria seca de parte aérea (41,06%), ao contrario do que se esperava não foi encontrada interação significativa entre o regime hídrico e a inoculação com *A. brasilense*, estudos de Grieder et al., (2014) demonstram que um maior crescimento radicular contribui para melhorar o desempenho de plantas de milho sob déficit hídrico, porém como no presente estudo se trabalhou com um volume de solo limitado o maior crescimento radicular não melhorou o desempenho sob déficit hídrico. A Cultivar Catarina demonstrou maior crescimento vegetativo que o Híbrido simples P30F53. Em todos os parâmetros biométricos avaliados não foi encontrada interação entre variedade e inoculação. Por mais que a inoculação com *A. brasilense* tenha se demonstrado superior numericamente a testemunha em todas as avaliações biométricas, foi encontrado diferença significativa somente em massa de matéria seca de raiz, com um incremento de 16% de massa.

Quadro 1: Parâmetros biométricos em plantas de milho, inoculadas com *A. Brasilense* e submetidas a déficit hídrico em cultivo protegido. Curitiba (SC), 2014.

	V R (ml)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
Ambiente				
Controle	90,00 a	11,35 a	22,84 a	34,19 a
Seca	43,25 b	5,41 b	13,46 b	18,87 b
INOCULAÇÃO				
<i>A. brasilense</i>	67,25 a	9,12 a	18,18 a	27,29 a
Testemunha	66,0 a	7,64 b	18,13 a	25,77 a
VARIEDADE				
P30F53	57,44 b	6,56 b	15,67 b	22,22 b
Catarina	75,81 a	10,20 a	20,64 a	30,84 a
D.M.S (5%)	7,60	1,33	2,86	2,41
Média geral	66,63	8,38	18,15	26,53
C.V. (%)	15,31	21,58	21,45	12,35

VR: Volume radicular; MSR: Massa de matéria seca de raízes; MSPA: Massa de matéria seca de parte aérea; MST: Massa de matéria seca total; Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si na coluna pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Foi possível observar um maior acúmulo de nitrogênio nas raízes dos tratamentos com regime hídrico adequado (Quadro 2), no que se refere a concentração de nitrogênio em tecido vegetal, nos tratamentos que se teve um menor crescimento o nitrogênio se apresenta em maior concentração, porém é um possível efeito de diluição. De forma geral as cultivares tiveram um comportamento semelhante, com um pequeno incremento no acúmulo de nitrogênio em raízes na cultivar Catarina que demonstrou ter uma maior facilidade de absorver nitrogênio em um substrato pobre de N. Esperava-se que com a utilização de um substrato pobre em nitrogênio e um volume limitado a ser explorado, que com a FBN, as plantas inoculadas com *A. brasilense* apresentassem um incremento na concentração de nitrogênio em tecido vegetal, porém essa resposta não foi encontrada. O que levanta a hipótese de que não houve fixação biológica de nitrogênio pelas bactérias estudadas no presente trabalho.

Quadro 2: Teores de nitrogênio em plantas de milho, inoculadas com *A. Brasilense* e submetidas a déficit hídrico em cultivo protegido. Curitiba (SC), 2014.

	TNR (%)	NR (g)	TNPA (%)	NPA (g)
Ambiente				
Controle	0,87 b	0,09 a	1,36 b	0,32 a
Seca	1,36 a	0,07 b	2,05 a	0,28 a
INOCULAÇÃO				
<i>A. brasilense</i>	1,09 a	0,08 a	1,74 a	0,30 a
Testemunha	1,14 a	0,08 a	1,66 a	0,30 a
VARIEDADE				
P30F53	1,21 a	0,07 a	1,81 a	0,28 a
Catarina	1,02 a	0,09 b	1,60 a	0,32 a
D.M.S (5%)	0,19	0,01	0,25	0,07
Média geral	1,11	0,08	1,70	0,30
C.V. (%)	23,09	20,16	19,91	31,71

TNR: Teor de nitrogênio em raízes; NR: Acúmulo de nitrogênio em raízes; TNPA: Teor de nitrogênio em parte aérea; NPA: Acúmulo de nitrogênio em parte aérea; Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si na coluna pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Tien et al., (1979) afirmou que bactérias do gênero *Azospirillum*, produzem substâncias que promover o crescimento de plantas. Hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas foram detectados no sobrenadante do cultivo de bactérias do gênero *Azospirillum*, especialmente *A. brasilense* (Bottini et al., 1988; Reis Junior et al., 2004; Radwan et al., 2005). Considerando que o *A. brasilense*, produz hormônios vegetais que promovem um maior desenvolvimento do sistema radicular, o que acarreta em uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, e as bactérias como evidenciado nesse estudo não apresenta alteração na disponibilidade de nitrogênio é provável que os benefícios resultantes da inoculação de sementes com *A. brasilense* em trabalhos a campo (Hunglia, 2011) seja oriundos do aumento da superfície radicular que leva a planta a absorver melhor todos os nutrientes, e não da FBN.

CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* incrementa o crescimento do sistema radicular de plantas de milho.

O *A. brasilense* não afetar o acúmulo de nitrogênio as plantas.

A imposição do déficit hídrico em plantas de milho, afetou drasticamente o crescimento

vegetativo não apresentando interação entre déficit hídrico e inoculação com *A. brasilense*.

REFERÊNCIAS

- BONFIM-SILVA, E. M., DA SILVA, T. J. A., CABRAL, C. E. A., KROTH, B. E., REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PHARIS, R. P. Identification of Gibberellins A1, A3, and Iso-A3 in Cultures of *Azospirillum lipoferum*. **Plant Physiol.** V. 90, P. 45-47, 1989.
- CAMPOS, B. C.; THEISEN, S. ; GNATTA, V. Inoculante Graminante nas culturas de trigo e aveia.. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, p. 401-407, 1999.
- CAVALLET LE, PESSOA ACS, HELMICH JJ, HELMICH PR, OST CF. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **R Bras Eng Agric Amb.** V. 4, p 129-132, 2000.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1023-1029, 2013.
- DE QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F. da; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho Agrônômico a Campo de Híbridos de Milho Inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, p. 209-218, 2014.
- DIDONET, A. D.; Kenner, M.H.; RODRIGUES, O. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasil, v. 31, p. 645-651, 1996.
- DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; Lima, O.S. ; Candaten, A. A. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasil, v. 35, p. 401-411, 2000.
- GRIEDER, C.; TRACHSEL, S.; HUND, A. Early vertical distribution of roots and its association with drought tolerance in tropical maize. **Plant and Soil**, v.377, p.295-308, 2014.
- GITTI, D. C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D.C.D.C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F.H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, São Paulo, SP, v. 71, p. 509-517, 2012
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007 (Embrapa Soja. Documentos, 283).
- HUNGRIA, M.; CAMPO. R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.
- HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, p.17-35, 2008.
- MACHADO, A. T. ; SODEK, L. ; DOBEREINER, Johanna ; REIS, Veronica Massena. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 961-970, 1998.
- MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F., Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae** (Online), v. 1, p. 74-99, 2010.
- OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, p.226-244, 2011.
- PERIN, L.; SILVA, M. F. ; FERREIRA, J. S.; CANUTO, E. L.; MEDEIROS, A. F. A.; OLIVARES, F. L.; REIS, V. M. Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. **Agronomia** (UFRRJ), Seropédica-RJ, v. 37, n.2, p. 47-53, 2003.
- RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Aeração e adição de sais na produção de ácido indol acético por bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n.10, p. 997-1004, 2005.
- REIS JUNIOR, F. B.; da SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. R. S.; URQUIAGA, S. ; REIS, V. M. Identificação de Isolados de *Azospirillum amazonense* Associados a *Brachiaria* spp., em Diferentes Épocas e Condições de Cultivo e Produção de Fitormônio pela Bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 103-113, 2004.
- REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C.T.T.; MACHADO, A.T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de

nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1139-1146, 2008.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops?** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26 p. (Special Report, 48).

RODRIGUES, L. F. O. S.; GUIMARÃES, V. F.; SILVA, M. B. da; PINTO JUNIOR, A. S.; Klein, J.; COSTA, A. C. P. R. da. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 31-37, 2014.

SANGOI, L.; Silva, L.M.M. ; Mota, M.R. ; Panison, F. ; SCHMITT, Amaur ; Souza, N.M. ; Giordani, W. ; Schenatto, D.E. . DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO EM RAZÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM AZOSPIRILLUMSP. E DA APLICAÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO MINERAL. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Online)**, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E, **Fisiologia vegetal**, 4 ed. Porto Alegre, Artmed, 2010 848 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum*L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.1016-1024, 1979.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Composição Bromatológica da Silagem de Forrageiras em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária Inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

Leonardo de Lima Froio⁽¹⁾, Marcelo Andreotti⁽²⁾, Allan Hisashi Nakao⁽³⁾, Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾, Viviane Cristina Modesto⁽³⁾, Lourdes Dickmann⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: leonardofroio95@gmail.com) ⁽²⁾ Professor Ajunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" ⁽³⁾ Pós-Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO: A produtividade de forrageiras, associada com alto teor de nutrientes são fatores importantes para a produção de silagem de alta qualidade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição bromatológica da silagem de duas cultivares de sorgo consorciadas ou não com capim-paiaguás e inoculadas ou não com bactéria diazotrófica em sistema plantio direto no Cerrado. Instalou-se, em março de 2015, o experimento em área de sequeiro da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira-SP, em Selvíria-MS utilizando delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense* para produção de silagem. A cultivar de sorgo granífero proporcionou maior proteína bruta na sua silagem. A consorciação do sorgo granífero com capim-paiaguás incrementam os teores de FDN e reduzem o NDT da silagem. Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o FDN e FDA do sorgo consorciado com capim, com consequente redução do NDT na silagem.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, *Urochloa brizantha*, sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

No sistema de integração lavoura-pecuária, por meio da consorciação de duas gramíneas, a forrageira tem a função de fornecer alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até início da primavera. Sendo que, a prática da

ensilagem utilizando-se culturas produtoras de grãos consorciadas com espécies forrageiras tropicais na ILP é relativamente recente. De acordo com Machado & Valle (2011), as cultivares de *Urochloa brizantha* apresentam mudanças fenológicas quanto às dimensões de folha e colmo e quanto à qualidade nutricional da forragem que, em condição de pastejo, resultam em diferentes níveis de produtividade animal. Atualmente, o cultivo de sorgo em sequência com culturas de verão tem colaborado para oferta de alimentos de boa qualidade alimentar, de baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações (Coelho et al., 2009).

Outra demanda de pesquisa para o sorgo em consórcio reside no fato de que as cultivares apresentam diferentes alturas, uma vez que o sorgo granífero tem menor estatura e, portanto, menor competição com a forrageira no consórcio, quando comparado ao sorgo de dupla aptidão ou forrageiro, de maior estatura e com provável maior efeito competitivo com forrageiras consorciadas. O sorgo de dupla aptidão ou mesmo o forrageiro apresentam maior produtividade de forragem do que o granífero, entretanto, com menor proporcionalidade de grãos, que tem influência direta na qualidade da forragem e/ou material a ser ensilado.

Os gastos com fertilizantes em gramíneas são altos, assim, a demanda por adubações pode muitas vezes, elevar os custos de produção. O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliado ao seu elevado custo, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), pois trata-se de um atrativo econômico e ecológico, diminuindo a entrada de nitrogênio do uso de fertilizantes e melhorando a qualidade e quantidade dos recursos internos dos sistemas agropecuários (Saikia & Jain, 2007). Sendo assim, o presente trabalho teve como

objetivo avaliar a qualidade bromatológica das silagens produzidas em diferentes sistemas de produção, com as sementes de sorgo inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense* na semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m) e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-Paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Carfentrazona etílica (20 g ha⁻¹ do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. Nos consórcios estabelecidos na semeadura do sorgo, as sementes de forrageiras foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total

na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

O sorgo em consórcio foi colhido na altura 0,30 m, quando apresentou 70% de MS. O material foi picado com o auxílio do triturador em partículas médias de 2,5 cm, armazenado e adequadamente compactado em tubos de PVC, com capacidade para 5 kg de matéria verde, com flanges de silicone adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases e areia no fundo para a recuperação do efluente. Os tubos foram hermeticamente lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio, sendo que os silos foram abertos 42 dias após a vedação. Após a abertura dos silos, foram desprezadas a camada superficial (0,10 m) de forragem em cada silo e retirada uma subamostra, por silo, de aproximadamente 0,300 kg de silagem e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar para secagem a 65° C por 72 horas. As amostras foram processadas em moinho de faca tipo "Willey", passando por uma peneira de 1,0 mm, para posterior análise bromatológica. Após a moagem das amostras foram determinados os teores de matéria seca definitiva a 105°C, teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade in vitro da MS (DIVMS). A estimativa dos teores de NDT foi realizada segundo a metodologia contida no NRC (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1** constam os valores médios dos teores de nutrientes da bromatologia dos sorgos consorciados ou não com o capim-paiaguás e inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*. Entre as cultivares de sorgo, a PB, DIVMS, FDN, FDA e NDT, apresentaram diferenças significativas. Quanto a consorciação com capim não houve diferenças. A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou diferenças significativas para FDN, FDA e NDT. A interação entre os fatores sorgo e capim (S x C) foi significativa para o FDN e NDT, e capim e inoculação (C x I), significativa para FDA, FDN e NDT.

Verificou-se efeito do sorgo granífero para a proteína bruta, com valores maiores em relação ao sorgo dupla aptidão, pela sua maior capacidade de produzir grãos, uma vez que estes contribuem no valor do NDT, que expressa o valor energético dos alimentos. Para a digestibilidade in vitro da matéria

seca (DIVMS), o sorgo granífero também resultou em maiores valores, pois apresenta menor porte, pela sua característica genética, com crescimento menos abundante em parte vegetativa e com maior quantidade de grãos.

Os valores de FDN e FDA foram maiores para o sorgo dupla aptidão quando comparado ao granífero. Este maior valor, provavelmente, se deve à presença de maior quantidade de colmos das plantas, em ter os tecidos mais lignificados, conferindo menor digestibilidade aos carboidratos estruturais dessa cultivar.

Tabela 1. Teores de proteína bruta (PB), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT), da silagem de sorgo e seus consórcios inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos	PB	DIVMS	FDN	FDA	NDT
	%MS				
Sorgo					
Granífero	9,99a	74,9a	53,6b	34,7b	61,4a
Dupla Aptidão	7,81b	70,7b	61,7a	40,5a	58,0b
Capim					
Com	8,92	72,4	58,0	38,1	59,5
Sem	8,88	73,1	57,2	37,1	59,9
Inoculação					
Com	8,81	72,3	58,9a	38,7a	59,2b
Sem	8,99	73,3	56,4b	36,6b	60,2a
Teste F					
Sorgo (S)	181,9**	39,6**	255,1**	94,45**	256,1**
Capim (C)	0,07ns	1,08ns	2,65ns	3,06ns	2,65ns
Inoculação (I)	1,16ns	2,12ns	25,22**	11,82**	25,26**
S x C	0,01ns	1,71ns	6,93*	3,61ns	6,96*
S x I	0,01ns	1,55ns	0,23ns	0,05ns	0,23ns
C x I	3,9ns	3,45ns	51,43**	32,51**	51,69**
S x C x I	3,36ns	2,10ns	3,66ns	2,18ns	3,72ns
DMS	0,33	1,38	1,05	1,24	0,43
CV (%)	5,14	2,60	2,48	4,50	1,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

A inoculação de sementes de sorgo realizadas na semeadura proporcionou maior FDN e FDA na silagem. Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito da fixação biológica de nitrogênio em formar compostos orgânicos atuando na estrutura vegetal, assim atribuindo fibras nas suas paredes celulares, pela idade mais avançada das plantas. No entanto, o NDT diminui com a inoculação, pelo fato da bactéria associada ao sorgo aumentar a fitomassa e os teores de fibra.

Os percentuais de FDN observados variaram de 53,6% a 61,7%. De acordo com Cruz & Pereira Filho (2001), valores abaixo de 50% de FDN são mais desejáveis na silagem. De maneira geral, os percentuais médios de FDN encontrados nas silagens podem ser considerados altos, fato normal pelas condições de cultivo na safrinha e em sequeiro, onde o estresse hídrico resulta em mecanismos de defesa da planta em aumentar os teores de fibra e lignina.

Para os percentuais de FDA o valor ficou acima da média para um bom nível na silagem, ocorrendo quando se têm valores inferiores a 30% (Cruz & Pereira Filho, 2001).

Para a consorciação do capim-paiaguás com os sorgos, não houve diferença significativa para a maioria dos componentes bromatológicos (Tabela 1), exceto para FDN e NDT.

No desdobramento da interação entre cultivares de sorgo com e sem capim-paiaguás (Tabela 2) para o FDN, verificou-se diferenças significativas entre os sorgos combinados ou não com o capim, ocorrendo aumentos expressivos para o sorgo de dupla aptidão, pelo fato de maior quantidade de massa vegetativa em detrimento aos grãos. Enquanto que na consorciação do capim-paiaguás com o sorgo granífero, houve incrementos no valor de FDN quando na presença do capim. Para o resultado da interação quanto ao NDT, o sorgo granífero apresenta teve aumentos significativos de seus teores quando comparado ao de dupla aptidão no, entretanto, na ausência do capim-paiaguás, o sorgo granífero também resultou em maiores teores de NDT, fato este normal pelo incremento de fibras quando há presença do capim na massa ensilada.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem capim paiaguás, para fibra em detergente neutro (FDN) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT). Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Capim Paiaguás	
	Com	Sem
FDN (%MS)		
Sorgo Granífero	54,7bA	52,5bB
Sorgo Dupla Aptidão	61,4a	61,9a
NDT (%MS)		
Sorgo Granífero	61,0aB	61,8A
Sorgo Dupla Aptidão	58,1b	57,9

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também se verificou interação significativa entre capim x inoculação para FDN, FDA e NDT (Tabela 3), indicando um maior crescimento do sorgo, e por

consequência incremento nos teores de fibra, na ausência do capim-paiguás e com inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, uma vez que a não inoculação das sementes de sorgo pela bactéria diazotrófica e na presença do capim houve redução dos teores de fibras e consequentemente aumento do NDT.

Para os teores de NDT da sialgem (**Tabela 3**), verificou-se diferenças significativas no consórcio com o capim-paiguás e com a inoculação, evidenciando que a forrageira associada com a bactéria melhora os teores de nutrientes digestíveis totais, pois na ausência da bactéria e sem a consorciação com o capim proporcionaram incrementos do NDT.

Tabela 3. Desdobramento das interações significativas de capim-paiguás com ou sem a inoculação de *Azospirillum brasilense*, para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT). Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculado	
	Com	Sem
	FDN (%MS)	
Com Capim	57,5b	58,6a
Sem Capim	60,3aA	54,1bB
	FDA (%MS)	
Com Capim	37,5b	38,8a
Sem Capim	39,8aA	34,4bB
	NDT (%MS)	
Com Capim	59,7a	59,3b
Sem Capim	58,6bB	61,1aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A cultivar de sorgo granífero proporcionou maior proteína bruta na sua silagem.

A consorciação do sorgo granífero com capim-paiguás incrementam os teores de FDN e reduzem o NDT da silagem.

Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o FDN e FDA do sorgo consorciado com capim, com conseqüente redução do NDT na silagem.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

- COELHO, A. M. et al. Cultivo do sorgo. Sistema de Produção/Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, n. 2, 2009. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo.4ed/index.htm>. Acesso em: 01 set 2010.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Eds.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 11-37.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C. B. Desempenho agrônomo de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1454-1462, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- SAIKIA, S. P.; JAIN, V. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable Target or a dogma?. **Current Science**. Bangalore. v. 92, n. 3, p. 317-322, 2007.

Curva de retenção de água em Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas intensificados de cultivo em Sete Lagoas - MG.

Aline Martineli Batista⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Gabriela Soares Santos Araújo⁽³⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽⁴⁾; Eduardo Vieira Guimarães⁽⁵⁾; Karina Mendes Bertolino⁽⁶⁾; Maíse Soares de Moura⁽⁷⁾; Emerson Borghi⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista PET-Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; martineli.aline@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista CNPq; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁵⁾ Estudante de Bacharelado em Biosistemas; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁶⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁷⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); ⁽⁶⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A curva de retenção de água (CRA) é um ótimo indicador da qualidade física do solo. Objetivou-se avaliar a qualidade física do solo por meio da CRA em sistemas intensificados de cultivo com diferentes níveis de investimento em adubação numa área de sequeiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos: médio investimento, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado em revegetação próxima (CR). Foram coletadas amostras indeformadas nas profundidades de 0-5 e 15-20 cm. Obteve-se a CRA por meio de mesa de tensão câmaras de Richards e as curvas foram modeladas mediante o software RetC. A condutividade hidráulica (CH) aumenta com a inclinação da curva. A porosidade total (Pt) foi maior para o CR, pois o preparo convencional do solo reduziu os macroporos a microporos, o que aumentou a água disponível (AD) nos sistemas sob manejo agrícola.

Termos de indexação: milho, soja, física do solo.

INTRODUÇÃO

A população mundial tem aumentado muito a cada ano e, conseqüentemente, a exigência por maior oferta de alimentos (Amaral et al., 2012), e a

água é o principal fator limitante para agricultura e a irregularidade pluvial torna a produção de alimentos uma atividade complicada (Brito et al., 2012).

A curva de retenção de água (CRA), por expressar graficamente a relação entre o potencial matricial (Ψ_m) e o conteúdo de água (θ) correspondente é um ótimo indicador da qualidade física do solo (CARDUCCI et al., 2011). Segundo Cichota & Van Lier (2004), determiná-la é fundamental para compreender o movimento e a disponibilidade de água no solo, bem como definir a faixa de água ideal entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP).

De acordo com Gonçalves & Stape (2002), as propriedades físicas do solo atuam direta ou indiretamente no crescimento das plantas, sendo que, dentre os atributos que influem indiretamente, está a condutividade hidráulica (CH).

A condutividade hidráulica de um solo não saturado está relacionada com o volume de água nos poros e quanto menor este volume, menor também é a CH (Pacheco, 2005).

Segundo Balbino et al. (2001), decréscimos na porosidade total (Pt) das camadas superficiais do solo reduzem a água disponível (AD), especialmente à medida que a microporosidade (micro) é reduzida.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade física do solo por meio da CRA em sistemas intensificados de cultivo com diferentes níveis de investimento em adubação numa área de sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental de produção de grãos em sequeiro da Embrapa Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas - MG, sob as coordenadas geográficas 19°28'S e 44°15'W e altitude de 732 m. O clima da região se enquadra no tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório Solos II da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas.

De agosto a outubro de 2014 foram realizadas operações de mobilização do solo em toda a área visando a construção da fertilidade e preparo do solo, sendo que o revolvimento do solo não ultrapassou 25 cm de profundidade. Esse preparo foi realizado visando a implantação de um sistema de plantio direto.

O plantio ocorreu em dezembro de 2014 e a colheita em junho de 2015.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos que consistiram em faixas de plantio com diferentes níveis de investimento em adubação: médio investimento, com sucessão soja-pousio-soja (T1); médio investimento, com sucessão milho-pousio-milho (T2); médio investimento, com sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, com sucessão soja-braquiária-milho (T5) e alto investimento em adubação, com sucessão soja-pousio-milho (T6); e a testemunha, área de Cerrado em revegetação próxima (CR).

Em julho de 2015, após a colheita da primeira safra, foram coletados, nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm, amostras indeformadas de solo, em anéis volumétricos. Essas amostras foram preparadas e saturadas por meio de elevação gradual de uma lâmina de água deionizada em bandejas, pesadas para estimar o conteúdo de água na saturação (θ_s) e levadas para determinação da água em equilíbrio aos potenciais (Ψ): -1, -2, -4, -6, -10 kPa, em mesa de tensão automatizada da marca ECOTECH, e -33, -100, -500 e -1500 kPa em câmaras de Richards. Após atingir o equilíbrio hídrico em cada potencial, as amostras foram pesadas. Posteriormente, elas foram secadas em estufa a 105°C para quantificar o conteúdo de água (θ) associado a cada Ψ .

Em novembro de 2015 e fevereiro de 2016 foram coletados, nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, amostras de torrões/agregados para avaliação da granulometria e matéria orgânica do solo (MOS), para a caracterização do solo. A análise granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, empregando-se solução de NaOH como

dispersante químico e agitação lenta de 40 rpm, por 16 horas (Embrapa, 2011) e o teor de matéria orgânica foi avaliado por uma metodologia adaptada a partir da Walkley-Black (Walkley & Black, 1934) (Tabela 1).

Os dados obtidos da granulometria foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al. 2013).

As curvas de retenção de água foram modeladas empregando-se o modelo de Van Genuchten (1980), com restrição de Mualem ($m=1-1/n$), mediante o software RetC (Van Genuchten et al., 1991).

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila e matéria orgânica do solo (MOS) para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila	MOS
	-----%-----			
T1	12,33	23,92	63,74	5,06
T2	11,43	14,40	74,53	4,07
T3	11,93	14,98	73,10	4,20
T4	11,53	17,10	71,37	4,30
T5	11,38	12,21	76,42	4,44
T6	12,61	31,41	63,74	4,31
CR	22,54	20,08	57,38	6,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a Pt como sendo igual ao θ_s e a micro como sendo igual ao θ a 60 cm (Embrapa, 2011), observou-se que o CR apresentou maior Pt do que os demais tratamentos avaliados, porém, resultou em menor Micro (Figuras 1 e 2). Alvarenga et al. (2015) e Marchão et al. (2007) obtiveram resultados similares a esses ao comparar o Cerrado com áreas sujeitas a algum tipo de ação agrícola, o que foi justificado pela maior presença de raízes desse ecossistema, pelos primeiros autores. A maior proporção de areia também pode influenciar neste resultado, pois solos com maior teor de areia tendem a ter maior Pt, sendo maior a macroporosidade do que a Micro (Lepsch, 2011).

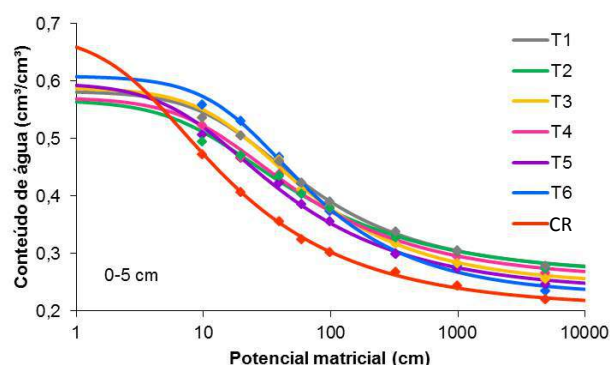


Figura 1. Curva de retenção de água (CRA) para os tratamentos avaliados, na profundidade de 0-5 cm.

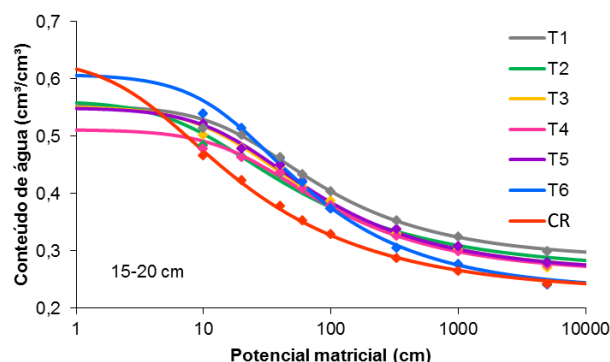


Figura 2. Curva de retenção de água (CRA) para os tratamentos avaliados, na profundidade de 15-20 cm.

Na profundidade de 0-5 cm os tratamentos submetidos ao preparo do solo não diferiram muito quanto a Pt (**Figura 1**), porém, para profundidade de 10-15 cm o T6 teve Pt quase igual ao CR e o T4 resultou na menor Pt observada.

A redução da Pt indica maior compactação do solo, principalmente se esta redução ocorrer nos macroporos, ou seja, do θ_s ao θ retido a 60 cm (Dias Junior & Pierce, 1996). Assim, pode-se preconizar que o T4 apresentou maior compactação dentre todos os tratamentos avaliados na profundidade de 25-20 cm e o CR foi o tratamento de menor compactação possivelmente devido ao maior aporte de MOS e maior presença de raízes (Alvarenga et al., 2015).

Em função das inclinações das CRAs, pressupõe-se que a CH, para ambas as profundidades, seja maior para o CR em relação aos outros tratamentos avaliados (**Figura 1**). De acordo com Carducci et al. (2011), a curva tem sua forma e inclinação reguladas por parâmetros empíricos de ajuste do modelo, que consistem em α , n e m e estão apresentados na **Tabela 2**, juntamente com o R^2 das curvas.

A AD é definida como o teor de água do solo contido entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) (Klein et al., 2010), sendo CC o limite superior da água disponível para as plantas e PMP o limite inferior da água disponível para as plantas (Lepsch, 2011).

O θ no PMP é determinado submetendo-se a amostra de solo à tensão de 15000 cm (Oliveira et al., 2002). Segundo Lepsch (2011), o valor da CC varia muito entre os solos, principalmente devido às diferenças de textura e estrutura, sendo normalmente preconizado o valor de tensão de 330 cm, no entanto, de acordo com Silva et al. (2014), para Latossolos com estrutura granular, a CC deve ser o θ a 60 cm, equivalendo com a microporosidade.

Observou-se maior AD para os tratamentos T1 a T5 em relação ao CR para as duas profundidades avaliadas (**Figura 1 e 2**). De acordo com Stone & Moreira (2000), o manejo do solo afeta sua porosidade e densidade o que interfere no armazenamento de água no perfil. O uso de maquinário no preparo do solo promove certa compactação o que causa fragmentação dos Macro em Microporos (Lima et al., 2006).

CONCLUSÕES

Há uma relação entre a inclinação da curva de retenção de água com a CH, sendo que quanto maior a inclinação, maior é a CH.

A porosidade total é maior para ambientes naturais em comparação a áreas agrícolas com solo preparado, pois o impacto promovido pelo maquinário causa compactação reduzindo a quantidade de poros.

O preparo do solo aumenta a água disponível por reduzir os macroporos em micro após a primeira safra.

Faz-se necessário que ocorram novas avaliações a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq, à UFSJ e ao PET-Agronomia.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; MELO, L. S.; VIANA, M. C. M. GONTIJO NETO, M. M.; FREITAS, D. A. F. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes condições de uso. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, Anais... Natal, 2015.

AMARAL, M. O.; OLIVEIRA, M. L.; FERREIRA, E. P. Avaliação dos atributos físico-químicos dos sedimentos retidos em caixas secas da Unidade Demonstrativa de Santa Júlia em São Roque do Canaã/ES. In: VII Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2012, Espírito Santo, Anais... Espírito Santo, 2012.

BALBINO, L. C.; BRUAND, A.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M. F. Comportement de la phase argileuse lors de la dessiccation dans des Ferralsols microagregés du Brésil : rôle de la microstructure et de la matière organique. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, v.332, n.11, p.673-680, 2001.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido Pernambucano. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.32, n.1, p.102-109, 2012.

CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M.J. & CASÃO Jr., R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. Soil and Tillage Research, v.20, p.271-283, 1991.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; ZEVIANI, W. M. Modelagem da curva de retenção de água de Latossolos utilizando a equação duplo Van Genuchten. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, n.1, p.77-86, 2011.

CICHOTA, R.; VAN LIER, Q. J. DE. Análise da variabilidade espacial de pontos amostrais da curva de retenção da água no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, n.4, p.585-596, 2004.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.20, p.175-182, 1996.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

GONÇALVES, J.L. de M.; STAPE, J.L. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: Ipef, 2002. 498p.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.7, p.1550-1556, 2010.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). Revista

Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.31, n. 6, p.1233-1244, 2007.

LEPSCH, I. F. 19 lições de pedologia. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.6, p.873-882, 2007.

Tabela 2 – Parâmetros empíricos de ajuste do modelo de ajuste (1980) (m, n e α) e R^2 das curvas de retenção de água (CRA)

Tratamentos	T1	T2	T3	T4
*?	-----	-----	-----	-----
m	0,343	0,300	0,350	0,319
n	1,522	1,429	1,539	1,469
α	0,058	0,097	0,056	0,078
R^2	0,998	0,993	0,996	0,996
	-----	-----	-----	-----
m	0,336	0,293	0,323	0,336
n	1,506	1,415	1,478	1,503
α	0,048	0,108	0,061	0,043
R^2	0,995	0,990	0,994	0,995

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S. & CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após 10 anos de manejo em cultivo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; RODRIGUES, J. J. V.; MARQUES, F. A. Funções de pedotransferência para predição da umidade retida a potenciais específicos em solos do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, n.26, p.315-323, 2002.

PACHECO, P. G. M., Análise Numérica do Fluxo e da Estabilidade de uma Pilha de Lixiviação de Minério de Cobre. PUC-RIO, Rio de Janeiro - RJ, 129p., 2005. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, B. M.; SILVA, E. A.; OLIVEIRA, G. C.; FERREIRA, M. M.; SERAFIM, M. E. Plant-available soil water capacity: estimation methods and implications. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, n.2, p.464-475, 2014.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. Scientia Agricola, v.59, n.4, p.795-801, 2002.



VAN GENUCHTEN, M. T. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. Soil Science Society of American Journal, v. 44, n. 5, p. 891-898, 1980.

VAN GENUCHTEN, M. T.; LEIJ, F. J.; YATES, S. R. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils, Version 1.0. Riverside, California: [s.n.], 1991.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, v.37, p.29-38, 1934.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Desempenho de milho híbrido hiperprecoce submetidos a diferentes espaçamentos entre fileiras.

Felipe Augusto Pierosan⁽¹⁾; Hugo Von Linsingen Piazzetta⁽²⁾ Luan Junior Kuhn⁽³⁾;
Leonardo Chechi⁽³⁾; Franciele Fátima Fernandes⁽³⁾; Nerandi Luiz Camerini⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Estudante do curso de agronomia; Universidade Federal da Fronteira Sul; Erechim, RS; fapierosan@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor do curso de agronomia; UFFS; Erechim, RS; hugo.piazzetta@uffs.edu.br ⁽³⁾ Estudante do curso de agronomia; UFFS; Erechim, RS; luankuhn@hotmail.com; leonardochechi@gmail.com; fran_ffernandes@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor do curso de agronomia; UFFS; Erechim, RS; nerandi.camerini@uffs.edu.br.

RESUMO: A pesquisa foi realizada no intuito de se obter uma recomendação adequada para os espaçamentos entre linha para híbridos de milho hiperprecoce na região do Alto Uruguai. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, no ano agrícola 2015/2016. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, contendo 5 tratamentos (1m; 0,75m; 0,50m; 0,25m estre linhas e linha pareada) com 4 repetições, onde foram avaliados massa verde, peso de mil grãos, grãos por espiga e produtividade do híbrido hiperprecoce P1630H (PIONEER). Os resultados apontaram que os espaçamentos reduzidos (de 0,25 e 0,50m) são mais adequados para a agricultura com híbridos modernos (folhas eretas, exigência em fertilidade, alto investimento, etc.) e obtiveram melhores resultados em todos os parâmetros estudados, comprovando assim a tendência dos agricultores à redução dos espaçamentos.

Termos de indexação: *Zea mays* L., Alto Uruguai, arranjo espacial.

INTRODUÇÃO

O milho no Brasil apresenta crescimento anual médio de 0,4% na área plantada, enquanto sua produtividade cresce anualmente em média 2,4% (CONAB, 2015). Porém, os valores obtidos nas safras brasileiras não são satisfatórios devido à falta de padrão obtido nas áreas onde o cereal é cultivado. Esta falta de padrão obtida no país pode ser atribuída à amplitude territorial brasileira e a falta de distribuição de novas tecnologias. Os fatores regionais fogem ao alcance dos produtores, porém saber a tecnologia que será mais bem empregada

em sua propriedade é de suma importância para o aumento de produtividade.

Dentre as tecnologias empregadas para a obtenção de maior produção de milho, a escolha da densidade ideal e distribuição espacial das sementes, são consideradas escolhas chave para se obter altas produtividades (De Resende et al., 2003).

Para realizar a melhor escolha devem ser levados em conta diversos fatores, tais como a finalidade da cultura, as condições edafoclimáticas, disponibilidade de recursos e serviços, plantas daninhas presentes na área, histórico de doenças, época de semeadura e sementes disponíveis para a microrregião. Relevar todos estes fatores poderá induzir a densidade ótima, tal densidade relaciona o máximo de plantas que a área sustenta com a máxima produtividade, a partir deste máximo a produção decresce de acordo com o aumento da população, e se a população for inferior também haverá redução na produtividade, porém pode ocorrer uma compensação no tamanho de espigas o que poderá resultar em uma pequena diferença de produção (Do Amaral Filho et al., 2005).

Com o avanço do melhoramento genético a produtividade do milho ganhou incremento, tal incremento se deu pelo fato do surgimento de cultivares híbridas. Esta novidade trouxe consigo uma nova tendência, cultivares menores e com folhas mais eretas, possibilitando assim o aumento da densidade e adaptabilidade à diminuição dos espaçamentos entre fileiras. Esta tecnologia impulsionou os estudos entorno da densidade populacional ótima de cada híbrido, devido ao seu alto custo de obtenção, assim cada cultivar tem sua indicação de população para determinada região. Porém não há recomendações para espaçamentos entre fileiras.

Embora seja nítida a diminuição dos espaçamentos entre fileira, ainda há muita disparidade neste elemento quando observado a campo (Cruz et al., 2003), isto ocorre por diversos fatores, dentre eles a falta de recomendação e assistência para realidade de cada área, a falta e o alto custo de maquinário para o plantio entre fileiras reduzidas e o alto custo de equipamentos para realizar a colheita mecanizada em áreas de espaçamentos reduzidos.

Desta forma, a pesquisa teve por objetivo avaliar a qual dos espaçamentos a cultivar em questão se adaptara.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2015/2016, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Erechim, localizado 27°43'22,2"S 52°17'50,9"W. O clima da região é classificado como Cfa, com 17,7 °C de temperatura média e 1872 mm de pluviosidade média anual (Köppen & Geiger, 1928). O solo é classificado como Latossolo vermelho aluminoférrico (Dos Santos et al., 2013).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram realizados cinco tratamentos variando o espaçamento entre fileira: 1m, 0,75m, 0,50m, 0,25m e fileira pareada que consiste em plantar fileiras intercaladas de 0,75 e 0,25m intercaladamente. Os espaçamentos de 0,5m e 0,25m são equidistantemente equivalentes na população de plantas escolhida, e foram testados para mensurar as dificuldades na implantação da lavoura e colheita da mesma. As parcelas continham dimensões de 5 metros de comprimento por 6 metros de largura.

A cultivar implantada na área foi o híbrido simples Pioneer P1630H, de ciclo hiperprecoce com gene herculex, que oferece resistência para insetos. A densidade populacional escolhida foi de 80.000 plantas/ha⁻¹.

A semeadura foi realizada com máquinas manuais, contendo de duas a três sementes por covas, posteriormente, após a emergência, foi realizado o raleio no intuito de obter a população exata previamente estipulada de 80.000 plantas ha⁻¹. A fertilização distribuída foi de 500 kg ha⁻¹ de fertilizante químico misturado (NPK), com composição de 5% N, 30% P₂O₅, 15% K₂O. A distribuição foi realizada em cobertura, a fim de evitar a desidratação das plantas causadas pelo contato direto da raiz da planta com o fertilizante. Também foi fornecido nitrogênio na forma de ureia (45% N) em cobertura, na dosagem de 200 kg ha⁻¹

divididos em duas aplicações, uma no estágio de 4-5 folhas verdadeiras, e outra em período de pré-florescimento.

O manejo de plantas daninhas foi realizado em 3 aplicações, antes da emergência do milho, logo após a emergência do milho e aplicação na entrelinha no período de pré-florescimento. Foi realizado também o manejo de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugi-perda*) com aplicação de metomil.

A amostragem foi realizada no interior da parcela, abstando-se de no mínimo duas linhas laterais, a fim de reduzir a interferência da competição intraespecífica com as outras parcelas. Para análise de matéria verde foram coletadas 30 plantas em estágio de ensilagem (30 a 35 % de matéria seca) e pesadas. Para análise de produtividade, massa de 100 grãos e número de grãos por espiga, foram coletadas manualmente 30 espigas, posteriormente efetuadas as contagens e debulha para realizar as avaliações propostas.

Os dados analisados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no software analítico Assistat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas aos diferentes espaçamentos podem ser observadas na **tabela 1**, onde são especificados os tratamentos e seus resultados obtidos.

Para os valores observados de massa verde os espaçamentos de 0,5 e 0,25m obtiveram estatisticamente melhores resultados, seguidos da linha pareada, 1m e 0,75m, respectivamente. Tais dados podem resultar na menor competição intraespecífica de radiação solar, o arranjo espacial das plantas nos melhores resultados foi propiciado pelo crescimento das folhas sem empecilho das outras plantas, aumentando assim as próprias folhas e o conteúdo de fotoassimilados pelas plantas e conseqüentemente seu peso. Resultados como de Alvarez et al. (2006) mostram que no espaçamento de 0,7m obteve-se em média 16% a mais de MS do que no espaçamento de 0,9m.

Os melhores resultados na avaliação de grãos por espiga foram obtidos com o espaçamento de 0,5m, acompanhado posteriormente dos espaçamentos de 0,25m, linha pareada que não diferiram entre si estatisticamente. Os piores resultados obtidos foram nos espaçamentos restantes. Tais resultados podem ser explicados pela melhor polinização das espigas devido ao distanciamento mais adequado entre as plantas, sem a interferência de folhas no caminho do grão de pólen até a espiga. Resultados similares foram observados por Argenta et al. (2001) onde

constatou que o híbrido C 901 apresentou maior número de grãos por espiga linearmente à medida que se reduziu o espaçamento entre linhas de 1m para 0,40m. Em contraponto, Dos Santos et al., (2013) constatou que houve redução no número de grãos por espiga no espaçamento de 0,45m em comparação com o espaçamento de 0,9m.

Na avaliação do peso de mil grãos o melhor resultado foi com o espaçamento de 0,5m, seguido do espaçamento de 0,25m. Os espaçamentos de linha pareada, 1m e 0,75m apresentaram redução no peso de mil grão quando comparados aos espaçamentos anteriores. Segundo Alvarez et al. (2006) a produção de grãos obtida no espaçamento de 0,7m foi maior do que a obtida no espaçamento de 0,9m, produzindo aproximadamente 500 Kg ha⁻¹ a mais de grãos. O melhor arranjo espacial, além de melhorar a interceptação da radiação solar pelas folhas, também protegerá o solo do impacto das gotas de chuva, reduzindo assim a perda de solo e nutrientes aumentando a absorção de água e nutrientes pela raiz, podendo explicar o aumento da massa de mil grãos observada.

O tratamento de 0,25m obteve melhores resultados no quesito de produtividade, posteriormente os espaçamentos de 1m, linha pareada e 0,5m obtiveram produtividades inferiores, muito porém, não se diferiram estaticamente entre si. O espaçamento de 0,75m resultou na pior produção observada.

Diversos autores corroboram com os resultados obtidos, dentre eles: De Resende et al. (2003) observaram que a redução no espaçamento e populações elevadas de plantas obteve melhores resultados para um dos híbridos testados, que apresentava arquitetura de folha aberta, e para os híbridos restantes não se observou diferença estatística, o autor ainda ressaltou que tais observações podem ser propiciadas devido à minimização da competição intraespecífica por luz, assumindo-se que não houve limitação na disponibilidade de água e de nutrientes. Modolo et al. (2010) notam que o espaçamento entre linhas afetou de forma significativa a produtividade de grãos, sendo que o espaçamento de 0,90m resultou em menor produtividade de grãos quando comparado aos espaçamentos de 0,70 e 0,45m. Em contraposto, Torres et al. (2013) obtiveram resultados contrários aos anteriores, onde a redução de espaçamentos não apresentou melhores resultados, estes concluíram que o espaçamento de 0,90m proporcionou os maiores valores de comprimento da espiga, número de grãos por espiga e, conseqüentemente, produtividade para os híbridos avaliados quando comparados ao espaçamento de 0,45m.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente pesquisa mostram que o espaçamento mais adequado para a região do Alto Uruguai Gaúcho é de 0,5m ou 0,25m, sendo estes os que obtiveram melhores resultados nas avaliações.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, G. D.; VON PINHO, ; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 409-414, Junho 2006.

ARGENTA, et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, Brasília, v. 36, p. 71-78, Janeiro 2001.

CONAB. **Séries Históricas de Área Plantada**. Companhia Nacional de Abastecimento. [S.l.]. 2015.

CRUZ, ; PEREIRA FILHO, ; DE ALBUQUERQUE FILHO, . Agência. **Site da Embrapa**, 2003. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_49_168200511159.html#>. Acesso em: 06 dez. 2015.

DE RESENDE, S. ; VON PINHO, ; VASCONCELOS, C. D. INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E DA DENSIDADE DE PLANTIO NO DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MILHO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, p. 34-42, 2003. ISSN 3.

DO AMARAL FILHO, J. P. R. et al. ESPAÇAMENTO, DENSIDADE POPULACIONAL E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, n. 29, p. 467-473, 2005.

DOS SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª. ed. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia, 2013.

MODOLO, et al. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

TORRES, F. E. et al. Desempenho de híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos na região do cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Aquidauana, v. 36, n. 4, p. 411-416, 2013:.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. **Wall-map** 150cmx200cm

Tabela 1- Resultados obtidos de massa verde, grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade com seus respectivos tratamentos.

Tratamentos*	Avaliações			
	Massa verde (ton há ⁻¹)	Grãos por espiga	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (kg há ⁻¹)
1 m	39,50 ^{bc}	412 ^b	323,30 ^b	8086 ^{ab}
,75 m	36,10 ^c	411 ^b	322,30 ^b	7578 ^b
Linha pareada	44,10 ^{ab}	468 ^{ab}	322,50 ^b	8130 ^{ab}
0,5 m	46,00 ^a	490 ^a	332,60 ^a	8875 ^{ab}
0,25 m	47,30 ^a	470 ^{ab}	328,40 ^{ab}	9098 ^a
CV (%)	5,82%	7,04%	0,91%	7,80%

*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estabilidade de agregados do solo em área com sistemas intensificados de cultivo de grãos sob irrigação

Gabriela Soares Santos Araújo⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Karina Mendes Bertolino⁽³⁾; Aline Martineli Batista⁽⁴⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽⁵⁾; Eduardo Vieira Guimarães⁽⁶⁾; Emerson Borghi⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista FAPEMIG; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; soaresgabriela038@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista PET Agronomia; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁶⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁷⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O uso intensivo do solo causa desagregação e modificações em sua estrutura. Objetivou-se avaliar a qualidade física do solo, por meio de parâmetros de estabilidade dos agregados, em área de plantio direto em implantação, sob diferentes manejos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas profundidades, cinco repetições e nove tratamentos: alto investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão (T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado próxima (CN). Coletaram-se amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm e determinou-se diâmetro médio ponderado (DMP), índice de estabilidade de agregados (IEA), porcentagem de agregados estáveis maiores que 2,0 mm (AE2), macroagregados e microagregados. DMP, AE2 e macroagregados foram superiores e microagregados inferiores para CN. T2 e T7 diferiram dos demais manejos por apresentarem maiores DMP e AE2. T7 apresentou maior macroagregados e menor microagregados se comparados aos demais manejos. IEA foi superior em CN e T7. O manejo afetou a qualidade física do solo, causando redução da estabilidade dos agregados nas áreas cultivadas se comparada a ambientes naturais.

Termos de indexação: física do solo, intensificação ecológica, milho.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no Brasil, com estimativa de produção total de grãos de cerca de 84,67 milhões de toneladas e área cultivada de 15,69 milhões de hectares na safra 2014/2015 (Conab, 2016). Devido a sua relevância no cenário do agronegócio é essencial que sejam adotados sistemas de produção que proporcionem condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

A desagregação e modificações na estrutura do solo, em função do uso intensivo, restringem o crescimento das raízes e, em consequência, causam a redução da exploração por água e nutrientes (Pedrotti et al., 2001). Tal fato ocasiona efeitos negativos no desenvolvimento e produtividade das culturas. Dessa forma, sistema que auxiliem ou conservem a agregação do solo devem ser priorizados.

Neste contexto, o Sistema de Plantio Direto é caracterizado por proporcionar um maior aporte de matéria orgânica (MO) no solo (Salton et al., 2008; Lima et al., 2013; Castro Filho et al., 1998). Estudos mostram que o acréscimo de MO está relacionado, direta ou indiretamente, com o aumento da estabilidade de agregados do solo (Calonego & Rosolem, 2008; Bertol et al., 2004; Oliveira et al. 2004; Castro Filho et al., 1998), uma vez que a MO atua como agente cimentante das partículas minerais do solo e favorece a agregação (Mielniczuk, 1999).

A cobertura utilizada no sistema é, também, um dos fatores que podem influenciar na estruturação do solo. Plantas de cobertura, como as gramíneas, que apresentam alto potencial de fixação de carbono tem se mostrado fundamentais para a estruturação do solo à médio e longo prazos (Hakansson et al., 1988).

Segundo Calonego et al. (2011), o cultivo de milho em consórcio com braquiária tem se mostrado benéfico quanto à estruturação do solo, em decorrência do aporte de matéria seca em profundidade, ocasionado pelo desenvolvimento radicular da forrageira.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade física do solo, por meio de parâmetros indicadores de estabilidade dos agregados, em área de plantio direto em implantação, sob diferentes manejos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo experimental, pertencente à Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, MG, latitude 19° 28' 30" S, longitude 44° 15' 08" W e altitude 732 m, composto por um pivô central com área de 3,64 ha e perímetro de 773 m. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cwa), segundo Köppen, com temperatura média anual de 21,75°C e precipitação média anual de 1.345 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório de Física do Solo e Conservação do Solo e da Água, da Universidade Federal de São João Del Rei, *campus* Sete Lagoas.

A área é composta por um Sistema de Plantio Direto em processo de implantação, com níveis diferentes de investimento tecnológico e intensificação ecológica.

Em 2014, foram realizadas operações de mobilização do solo em área total. Essas operações restringiram-se à camada de 0-25 cm e tiveram como finalidade a eliminação da possível compactação em função do histórico de cultivos na área experimental.

Nos dias 11 e 12 de junho de 2015 foi realizada a semeadura do milho (Agroeste 1581 PRO) em área total. Já a soja (BRS 7380 RR – BRS RR 09-10051) foi semeada logo após a colheita do milho, em dezembro do mesmo ano.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo nove tratamentos, duas profundidades de coleta e cinco repetições, perfazendo 90 unidades amostrais. Os tratamentos avaliados consistem em faixas de plantio com diferentes culturas e níveis de investimento em adubação, sendo eles: alto

investimento em adubação e outros tratos, com rotação soja-milho-feijão (T1); alto investimento + braquiária + leguminosa, com rotação soja-milho-feijão (T2); alto investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T3); médio investimento + braquiária, com rotação soja-milho-feijão (T4); médio investimento, com rotação soja-milho-feijão (T5); médio investimento, com sucessão milho-feijão (T6); médio investimento, com monocultura de milho (T7), rodado do pivô central (T8) e área de Cerrado próxima (CN).

A amostragem foi realizada em julho de 2015, época na qual os tratamentos encontravam-se sob plantio de soja, com exceção de T6 e T7, que se apresentavam em pousio. Para cada tratamento foram coletadas amostras com estrutura preservada nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, para a avaliação da estabilidade dos agregados. A análise granulométrica foi realizada segundo Embrapa (2011) pelo método da pipeta para caracterização física do solo (**Tabela 1**).

A estabilidade de agregados foi determinada pelo método do tamisamento úmido (Embrapa, 2011), utilizando-se vinte gramas de solo para cada amostra. As amostras foram submetidas à agitação durante quinze minutos em Agitador de Yoder com conjunto de peneiras com abertura de malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,09 mm.

O diâmetro médio ponderado (DMP), o índice de estabilidade de agregados (IEA) e a porcentagem de agregados estáveis maiores que 2,0 mm (AE2) foram obtidos conforme Castro Filho et al. (1998).

Para a avaliação dos atributos físicos do solo foi realizada a análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F ($P < 0,05$) e, quando pertinente, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al, 2013).

Tabela 1 – Teores de areia, silte e argila para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila
	-----%-----		
T1	12,63	31,37	55,99
T2	13,68	39,48	46,85
T3	13,67	36,42	49,92
T4	14,74	36,75	48,52
T5	14,29	31,73	53,98
T6	14,87	31,56	53,56
T7	13,80	28,78	58,41
T8	15,05	33,42	51,53
CN	22,54	20,08	57,38

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados, foi possível observar a redução dos macroagregados e do DMG em todos os tratamentos sob manejo, quando comparados com o CN. Essa implicação está associada ao preparo intensivo do solo, realizado na implantação do experimento.

Segundo Calonego & Rosolem (2008), operações de preparo do solo rompem as suas estruturas, o que afeta de forma negativa a estabilidade de agregados. Esse fato justifica a diferença estatística notada entre CN e os demais tratamentos.

Foi constatada diferença significativa entre T2 e T7 e os diferentes manejos do solo para DMP e EA2 (**Tabela 2**). Esses tratamentos, ainda, diferiram do CN, que apresentou maior DMP (3,14 mm) e EA2 (76,30%) (**Tabela 2**).

Para macroagregados e microagregados, houve diferença estatística entre T7 e os demais manejos do solo. O CN apresentou maior percentual de macroagregados (89,74%) e menor microagregados (10,26%) se comparado aos outros tratamentos (**Tabela 2**).

Resultados semelhantes, foram encontrados por Costa Junior et al. (2012). Estudando a agregação do solo e o teor de carbono orgânico nos agregados em área de Cerrado, os autores concluíram que solos manejados apresentam menor quantidade de macroagregados e maior microagregados em comparação com solos sob vegetação nativa.

Os valores de macroagregados (81,89%), microagregados (18,02%), AE2 (55,72%) e DMP (3,14 mm) encontrados para o T7 (**Tabela 2**) podem ser explicados pela presença de plantas daninhas na área, que se encontrava em pousio. Já para T2, que apresentou AE2 igual a 50,68% e DMP de 2,86 mm (**Tabela 2**), a agregação do solo pode ter sido influenciada pela presença de braquiária em consórcio com o milho.

Conforme Mielniczuk (1999), os exsudados orgânicos provenientes das raízes operam como agentes cimentantes das partículas do solo. Além disso, esses compostos são capazes de estimular a ação microbiana, que passa a liberar ácidos húmicos e polissacarídeos, substâncias que, também, atuam como agregadores das partículas minerais do solo (Castro filho et al., 1998).

O sistema radicular profundo e volumoso dessas plantas pode, ainda, ter contribuído para agregação. Visto que, as raízes, em geral, exercem pressão sobre as partículas do solo, promovendo sua aproximação (Bayer & Mielniczuk, 2008; Calonego & Rosolem, 2008).

Castro, Calonego e Crusciol (2012), avaliando as

propriedades físicas do solo no segundo ano de um sistema de rotação, em um Latossolo Vermelho distroférico, afirmam que a permanência do solo em pousio afeta negativamente a sua estruturação e reduz a estabilidade dos agregados. O resultado oposto ao encontrado neste estudo pode estar associado ao tempo de avaliação do sistema de cultivo, uma vez que no presente trabalho as avaliações foram realizadas no primeiro ano do sistema.

O tratamento T7 apresentou IEA estatisticamente igual ao CN, com valores de 94,14% e 89,47% (**Tabela 2**) respectivamente, indicando melhor estruturação do solo nessas áreas. Esse resultado confirma que a presença de plantas com sistema radicular mais agressivo foi capaz de agregar o solo, proporcionando um índice de estabilidade equivalente ao solo com cobertura nativa.

CONCLUSÕES

O preparo do solo afetou sua qualidade física no primeiro ano do sistema intensificado de cultivo, acarretando redução da estabilidade dos agregados nos tratamentos com área cultivada se comparados ao ambiente de solo com cobertura nativa. Nessa avaliação, os tratamentos ainda não apresentam diferenciação substancial.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Revista atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7- 18.
- BERTOL, I; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 01, p. 155-65, 2004.
- CALONEGO, J.C.; ROSOLEM, C.A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 04, p.1399-1407, 2008.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista**

Brasileira de Ciência Solo, Viçosa, v. 35, n. 06 p. 2183-2190, 2011.

CASTRO, G. S.A.; CALONEGO, J. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.12, p.1690-1698, 2011.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 03, p. 527- 538, 1998.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safr_a.pdf>. Acesso em 18 de maio de 2016.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; NETO, M. S.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 04, p. 1311-1321, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, DF: Embrapa Solos, 230p. 2011

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: Experimental Designs package**. R package

version 1.1.2. 2013. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W.B. & RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. *Soil Till. Res.*, 11:239-282, 1988.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; SILVA, J. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 01, p. 16-23, 2013.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; RESCKN, D.V.S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 327-336, 2004.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S.; TURATTI, A.L.; CRESTANA, S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um Planossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 04, p.709- 715, 2001.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 01, p. 11- 21, 2008.

Tabela 2 – Valores médios para macroagregados, microagregados, agregados estáveis maiores que 2mm (AE2), Índice de estabilidade de agregados (IEA) e diâmetro médio ponderado (DMP), para os diferentes usos do solo e para as duas profundidades.

Manejos	Macroagregados	Microagregados	AE2	IEA	DMP (mm)
	-----%-----				
T1	73,83 c	26,17 a	36,66 c	85,26 b	2,33 c
T2	76,83 c	23,17 a	50,68 b	85,34 b	2,86 b
T3	70,45 c	29,55 a	38,77 c	82,62 b	3,36 c
T4	71,02 c	28,98 a	42,76 c	81,77 b	2,52 c
T5	71,17 c	28,83 a	40,54 c	83,33 b	2,44 c
T6	76,40 c	26,60 a	44,68 c	86,96 b	2,66 c
T7	81,98 b	18,02 b	55,72 b	89,47 a	3,14 b
T8	73,44 c	26,56 a	37,41 c	85,53 b	2,35 c
CN	89,74 a	10,26 c	76,30 a	94,14 a	3,99 a
CV (%)	10,49	33,39	31,79	6,51	23,67

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de variância pelo teste de Scott-Knott.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Inclusão de grãos de milho triturado ou polpa cítrica na silagem de soja.

Daniel Martins de Souza⁽¹⁾; Leonardo Rosolem Muller⁽²⁾; Paulo Roberto de Lima Meireles⁽³⁾; Nídia Raquel Costa⁽⁴⁾; Ciniro Costa⁽³⁾.

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. Email: souzadmzoo@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Zootecnia, FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo.

⁽³⁾ Professores - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. Bolsista de Produtividade do CNPq.

⁽⁴⁾ Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu, São Paulo.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de milho e polpa cítrica como aditivos na silagem de soja. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4, sendo dois grupos aditivos (Milho e Polpa Cítrica) e 4 níveis de inclusão (0, 7, 14 e 21%, respectivamente). O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da UNESP, Botucatu – SP e as análises de composição química foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Unidade. A variedade de soja utilizada foi a BMX Potência RR, a colheita mecânica ocorreu no estágio fenológico R7, a uma altura de 15 cm utilizando colhedora dotada de plataforma de duas linhas, sendo o material picado em partículas médias entre 3 e 6 mm. Os silos foram confeccionados em tubos plásticos de PVC e vedados adequadamente, após a mistura dos aditivos em suas respectivas proporções e compactação no interior dos tubos. Foram avaliados os teores de MS (%); PB (%); NDT (%); pH, EE (%); FDN (%); FDA (%); LIG (%) e CHOS (%) no material a ser ensilado. Constatou-se que a inclusão de milho ou polpa cítrica não interferiu no pH da silagem de planta inteira de soja.

Termos de indexação: *Zea mays*, silagem, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das culturas agrícolas que vem apresentando maior crescimento no país nas últimas décadas, assim como a cultura do milho, principalmente para produção de silagem (CONAB, 2015). Com a melhoria das práticas de manejo e utilização de variedades mais adaptadas as condições

edafoclimáticas, foram observados aumentos significativos em termos de produtividade dessas duas culturas.

Os grãos de soja são tradicionalmente utilizados sob a forma de farelo. Ultimamente, o interesse pela silagem de soja na alimentação de ruminantes tem merecido destaque no Brasil.

De maneira geral, a alimentação de ruminantes é baseada no fornecimento de volumoso. No Brasil ocorre uma variação de disponibilidade de forragem durante o ano, devido à grande variação das condições climáticas. Assim, a maior produção de forragem ocorre na época do verão, apresentando queda de produção no inverno. Desse modo, há a necessidade de se conservar forragem para suplementar os animais nos períodos de baixa produção dos pastos. Uma alternativa de suplementação, é o fornecimento de silagem de soja, alternativa potencial para diminuição do uso de concentrados, devido à sua ótima qualidade bromatológica (EVANGELISTA et al., 2003).

O uso de silagem como volumoso na época da seca é uma prática bastante conhecida pelos pecuaristas. As culturas mais adaptadas para o processo de ensilagem são o milho e o sorgo, que resultam em silagens de boa qualidade sem uso de aditivos. Dentre as forrageiras, a mais utilizada é o milho (*Zea mays*), por oferecer altos teores de carboidratos solúveis essenciais (CHOs), que acelera o processo fermentativo, e por apresentar alto rendimento por hectare. A utilização de silagens de leguminosas como a soja, vem se mostrando uma alternativa interessante na produção de volumosos em alguns sistemas de produção, principalmente naqueles sistemas em que a demanda proteica da dieta é elevada (SOUZA, 2008).

A soja é uma leguminosa e apresenta um bom valor nutritivo, além de beneficiar os sistemas de cultivos intensivos, em que esta cultura entra no

plano de rotação de culturas, geralmente em sucessão ao milho, uma vez que esta planta promove a fixação de N₂ atmosférico no solo, juntamente em associação com bactérias fixadoras de N. Entretanto, existem algumas características que dificultam o processo de fermentação da massa ensilada da soja, como a alta umidade no momento da colheita, alto poder tampão, baixo teor de carboidrato solúvel (CHO), sendo o teor de extrato etéreo (EE) também um limitante para que ocorra uma boa fermentação. Esse conjunto de limitações faz com que a soja apresente um pH elevado após ensilada.

Devido a estas dificuldades em se produzir silagem de soja, apesar de seus inúmeros benefícios, tem se buscado incluir aditivos tendo em vista melhorar a qualidade nutricional desta, sendo a inclusão de farelo de milho uma das alternativas. Assim, o milho é uma excelente opção para produção de silagem, pois contém quantidade relativamente alta de matéria seca, pequena capacidade tampão e níveis adequados de carboidratos solúveis para fermentação.

Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos que a químera milho e a polpa cítrica, adicionadas em diferentes proporções (0, 7, 14 e 21%, respectivamente) influenciam na qualidade da silagem de soja e se esta prática fornece substratos para melhorar a qualidade da fermentação, diminuindo o pH.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à FMVZ/Unesp no município de Botucatu-SP (22°51'2.97"S e 48°25'28.79"O, com altitude de 777 metros). De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. A área experimental totalizou 1,82 ha.

A cultivar de soja utilizada foi a BMX Potência RR (Grupo de maturação: Semiprecoce – 6,6) com hábito de crescimento "indeterminado" destinada à produção de silagem de planta inteira. A colheita mecânica da massa para ensilagem foi realizada na altura de 10-15 cm utilizando plataforma de duas linhas com espaçamento reduzido (0,45 a 0,55 m entre linhas) acoplada a colhedora de forragem modelo JF C-120 (12 facas), sendo o material picado em partículas médias entre 3 e 6 mm. A colheita foi realizada quando as plantas de soja se encontravam no estágio fenológico R7 (início da maturação dos grãos e 50% de folhas amareladas).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x4, sendo dois

grupos aditivos (Milho e Polpa Cítrica) e 4 níveis de inclusão (0, 7, 14 e 21%). Os dados foram analisados com os procedimentos MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Os silos experimentais foram confeccionados de tubos de plástico rígido (PVC), de 10 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento, acoplados por capes (PVC) em cada extremidade para garantir a vedação adequada. Foram confeccionados nos capes, que vedam a parte superior dos silos experimentais, válvulas de escape do tipo "Bunsen" para saída dos gases produzidos pela fermentação. Nos capes que vedam a parte inferior dos silos foram introduzidos sacos de areia fina confeccionados com TNT, separados da amostra por uma tela de nylon para coletar o efluente que eventualmente escoasse da silagem.

A forragem picada foi depositada dentro de cada tubo, após receber o aditivo do tratamento específico (milho ou polpa cítrica), em camadas com auxílio de uma prensa para compactação até atingir 650 kg/m³ (+/- 1,5 kg por tubo).

Todas as análises nutricionais foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Júlio de Mesquita Filho (FMVZ – UNESP), campus de Botucatu.

No momento da ensilagem, foram retiradas amostras de aproximadamente 300 gramas. As amostras foram acondicionada em saco de papel para secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C e posteriormente realizada a análise bromatológica. Outras amostras foram armazenada em saco plástico e congelada imediatamente a - 20 °C, para confecção de extrato aquoso para análise dos ácidos graxos voláteis, carboidratos solúveis e pH.

As amostras foram pesadas, seca em estufa com ventilação forçada a 105°C para determinação de matéria seca (NRC, 2007). A partir das amostras secas e moídas determinados os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), segundo técnicas descritas pelo NRC (2007) e Silva & Queiroz (2002). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados conforme a equação proposta por Weiss adotadas pelo NRC (2001). Os valores de pH da solução foram obtidos por meio do uso de um potenciômetro digital e o poder tampão de acordo com metodologia descrita por Payne & McDonald (1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aumento dos níveis de inclusão de milho ou polpa cítrica no momento da ensilagem, houve

também um aumento no teor de MS das silagens (Tabela 1). Os índices de MS das silagens estão dentro dos níveis de 30 a 40% sugerido por diversos autores, que relatam ser estes valores necessários para obtenção de uma silagem de qualidade. Neste estudo os aditivos cumpriram a função de elevar a MS da silagem final.

Para PB os níveis de inclusão de aditivos não diferiram entre si, porém a inclusão de 21% de milho, 14 e 21% de polpa de cítrica apresentaram menores teores de PB em relação ao tratamento controle enquanto que a adição de 7% de polpa, 7 e 14% de milho demonstraram mesmo teor de PB se comparado à silagem de soja pura.

O tratamento controle, sem aditivo, apresentou 15,91% de PB, estando acima do nível de 7% de PB descrito por Van Soest (1994) necessários para o bom funcionamento ruminal.

Constatou-se que o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi influenciado pela inclusão dos aditivos, onde os maiores teores foram proporcionados com a inclusão de milho a 7% e 21% (76,48 e 76,51%, respectivamente), sendo significativamente superior a polpa cítrica a 21% (70,53%). Com base neste parâmetro, a inclusão de milho a 7% como aditivo pode substituir a de 21% de milho, uma vez que não houve diferença estatística ($p \leq 0,05$), e estes não diferiram dos demais, que por sua vez também não diferiram do tratamento com adição de polpa cítrica a 21%.

Segundo Van Soest (1994), pode-se classificar como excelentes silagens, aquelas que apresentam valores de pH abaixo de 4,6 para teores de MS entre 26 a 35%. O que não foi observado neste estudo, pois o pH encontrado estava entre 5,90 e 6,34, mesmo quando os teores de MS estavam entre 30,13 e 39,90%. Observa-se que houve uma redução no pH na silagem de soja, com a inclusão de 14% de polpa cítrica como aditivo, para os outros níveis não houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) em relação ao controle.

Observaram-se menores níveis de EE em relação ao controle para os níveis de inclusão de 21% de milho, 14 e 21% de polpa; o que pode ser considerado interessante, uma vez que altos níveis de EE na dieta podem limitar o consumo de MS devido à alta concentração de gordura.

Nota-se que os teores de FDN e LIG diferenciaram-se estatisticamente do tratamento controle apenas com adição de 21% de milho. Entre os tratamentos com aditivos, percebe-se que estas proporções diminuíram conforme o aumento dos níveis de milho ou polpa cítrica.

Verificou-se ainda maiores teores de CHOs ($p < 0,05$) com a adição de 14 e 21% de polpa cítrica, e verificam-se também maiores proporções ($p < 0,05$) quando adiciona-se milho, em relação à silagem

sem aditivos (Tabela 1).

CONCLUSÕES

A inclusão de milho ou polpa cítrica não interferiu no pH da silagem de planta inteira de soja.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-118, maio 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 22 maio 2015.

EVANGELISTA, A. R.; RESENDE, P. M.; MACIEL, G. A. **Uso da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na forma de forragem**. Lavras: UFLA, 2003. 36p.

SOUZA, W. F. **Silagem de soja associada a diferentes níveis de silagem de milho em dietas para bovinos de corte**. 2008. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

NRC – **National Research Council**. Nutrient requirements of small ruminants, National Academy Press, Washington, 362 pp, 2007.

SILVA D.J.; QUEIROZ A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 235 p, 2002.

Playne, M.J.; McDonald, P. **The buffering constituents of herbage and of silage**. J. Sci. Food Agric. 17:262-268. 1966.

van SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University

Tabela 1. Composição bromatológica da pré-ensilagem de planta inteira de soja com 0%, 7%, 14% e 21% de Milho ou Polpa Cítrica, expressa com base na matéria seca.

	Controle	Milho			Polpa Cítrica		
		7%	14%	21%	7%	14%	21%
MS (%)	30,13d	32,77c	35,87b	39,90a	33,25c	36,32b	39,65a
PB (%)	15,91a	14,66ab	14,48ab	13,34b	14,79ab	12,36b	12,62b
NDT (%)	75,40ab	76,48a	74,71ab	76,51a	71,24ab	72,60ab	70,53b
pH	6,28a	6,23a	6,25a	6,22a	6,34a	5,90b	6,29a
EE (%)	8,41a	7,62a	6,07ab	5,16b	6,14ab	4,84b	5,04b
FDN (%)	46,29a	42,98ab	43,42ab	37,64b	47,05a	42,79ab	46,52a
FDA (%)	33,02ab	30,46ab	30,04ab	29,44b	34,89a	30,21ab	32,92ab
LIG (%)	7,85ab	7,13bc	7,17bc	6,14c	8,67a	7,38ac	8,45ab
CHOs (%)	0,1190c	0,1784b	0,1778b	0,1611bc	0,1874b	0,1898ab	0,2362a

¹ Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), pH, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos solúveis (CHOs). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Índice de sobrevivência de plantas e produtividade da cultura do milho em diferentes espaçamentos entre plantas⁽¹⁾.

Saulo Fernando Gomes de Sousa⁽²⁾; Patrícia Pereira Dias⁽³⁾; Sidnei Marcelino Lauriano⁽⁴⁾; Paulo Roberto Arbex Silva⁽⁵⁾; Tiago Pereira da Silva Correia⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Parte do trabalho de doutorado do primeiro autor; ⁽²⁾ Pesquisador; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; saulofgs@hotmail.com; Instituição; ⁽³⁾ Doutoranda; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽⁴⁾ Mestrando; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade de Brasília; Brasília; Distrito Federal.

RESUMO: A densidade populacional de plantas é fator importante na produção da cultura do milho. Diversos são os estudos que buscam aumentar a população de plantas e a produtividade desta cultura. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o índice de sobrevivência de plantas e a produtividade da cultura do milho em diferentes densidades populacionais. O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Estadual Paulista – Unesp, campus de Botucatu/SP. Utilizou-se sementes da Dow AgroSciences, cultivar 2B 587, com espaçamento recomendado pela empresa de 0,170 m entre plantas. No estudo foram usados diferentes espaçamentos entre plantas, sendo o recomendado pela empresa do material (0,170 m), a base para os tratamentos, onde foram calculados 10, 20, 30, 40 e 50% dos espaçamentos para mais e para menos do recomendado. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. Observou-se que houve diferenças estatísticas entre os espaçamentos avaliados, para o índice de sobrevivência, que foi menor nas condições extremas, com população muito alta ou muito baixa, e para produtividade final seguindo a mesma tendência do índice de sobrevivência, com valores menores de produção nas condições extremas. Concluiu-se que a variação na densidade populacional das plantas, influencia no índice de sobrevivência e na produtividade final da cultura. Para o índice de sobrevivência os menores percentuais foram verificados nos espaçamentos entre plantas de 0,100 e 0,111 m e para produtividade real a derivação da equação mostra a maior produtividade para espaçamento entre plantas de 0,155 m.

Termos de indexação: *Zea mays* L., produtividade, densidade populacional.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2015), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo este cultivado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tanto em primeira como em segunda safra. Na safra 2014/2015 a produção brasileira atingiu uma produção de aproximadamente 82 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo na produção de 2,2% em relação ao ano anterior, a média de produtividade das duas safras ficou em torno de 5,33 t ha⁻¹ (Conab, 2015). Para a safra 2015/2016, há estimativa de produção de 84 milhões de toneladas, com produtividade média de 5,47 t ha⁻¹ (Conab, 2016).

O milho constitui-se em um dos principais cereais do mundo, sendo que, no Brasil, em virtude de alterações nos manejos e tratos culturais, vem alcançando altas produtividades (Silva et al., 2009; Farinelli et al., 2012). O arranjo espacial das plantas é influenciado pelas variações na densidade de plantas e espaçamento entre fileiras (Kappes et al., 2011). Teoricamente, o melhor arranjo de plantas de milho é aquele que promove distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização da luminosidade, água e nutrientes (Argenta et al., 2001; Cruz et al., 2007; Demétrio et al., 2008).

Híbridos modernos são dependentes da população ideal para maximizar o rendimento (Sangoi et al., 2010). Dessa forma, caso ocorram

perdas de sementes ou plântulas durante a implantação e/ou desenvolvimento da lavoura, gerada por erros de semeadura ou dos tratamentos culturais, pode haver perdas significativas na produtividade, o que é comum de se notar em vários casos (Sangoi, 2009; Schweitzer, 2010). O aumento da densidade populacional possibilita a correta exploração do ambiente pelo genótipo, e é ainda uma das formas mais fáceis e eficientes de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente pelas plantas de milho (Demétrio et al., 2008). Em função disso é que se procura estudar o comportamento da cultura do milho em diferentes densidades e diferentes espaçamentos, a fim de determinar o arranjo de plantas que proporciona melhor produtividade de grãos (Resende et al. 2003).

A população de plantas pode estar adequada na média, porém sua distribuição heterogênea pode prejudicar a produtividade (Schimandei et al., 2006).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o índice de sobrevivência e a produtividade da cultura do milho em diferentes densidades populacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e características da área

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, em área pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp, campus de Botucatu/SP, com coordenadas geográficas aproximadas de 22° 51" de latitude sul, 48° 26" de longitude oeste de Greenwich, e altitude de 786 metros.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa (Emprapa, 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, o tipo climático da área é o Cwa, caracterizado como clima temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno. O período seco compreende os meses de abril a agosto, e a estação chuvosa compreende os meses de setembro a março, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, com uma pluviosidade total anual média de 1.314 mm e temperatura média mensal de 19,4 °C. A temperatura média diária do mês mais frio (julho) é de aproximadamente 17,1 °C e a do mês mais quente (fevereiro) de 23 °C.

Descrição dos tratamentos

Cada parcela experimental continha 4 linhas espaçadas de 0,85 m entre si, formando 3,4 m de

largura, com 5 m de comprimento, divididas entre si por 1 m entre as parcelas e 2 m entre os blocos. Foi utilizado sementes Dow AgroSciences, cultivar 2B 587. A determinação dos espaçamentos entre as sementes foi feita de acordo com a recomendação da empresa para o material. Sendo considerado como recomendado 0,170 m entre plantas, com base nisso, foram calculados espaçamentos de 10, 20, 30, 40 e 50%, tanto para população superior ao recomendado, como para população inferior (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos com diferentes densidades populacionais.

Espaçamento entre plantas (m)	População de sementes m ⁻¹	População de sementes ha ⁻¹
0,100	10,00	117650
0,110	9,00	105990
0,123	8,13	95650
0,137	7,29	85880
0,153	6,53	76900
0,170	5,88	69200
0,187	5,34	62910
0,206	4,85	57110
0,227	4,40	51830
0,250	4,00	47060
0,257	3,63	42780

Instalação do experimento

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando régua com os espaçamentos descritos para os tratamentos. Previamente a semeadura manual, foi efetuada a passagem de uma semeadora de precisão na área, que teve como objetivo, a adubação mecanizada da área com 350 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 + zinco, de acordo com a recomendação da análise de solo, e a marcação dos sulcos de plantio.

Avaliações realizadas

Para determinação do índice de sobrevivência, calculou-se proporção média de plantas que atingiram maturação em relação ao estande médio inicial de plantas, dado pela equação:

$$IS = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100$$

Onde: IS: Índice de sobrevivência (%); P_f: Estande final de plantas (plantas ha⁻¹); P_i: Estande inicial de plantas (plantas ha⁻¹).

A produtividade foi determinada aos 150 dias após a semeadura, sendo as espigas de todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, colhidas manualmente em área correspondente a

8,5 m², que posteriormente foi determinado à produtividade ha⁻¹.

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

Para análise dos resultados foi feita a regressão com ajuste dos maiores coeficientes de determinação ($p \leq 0,05$). As barras verticais nas análises de regressão demonstram o erro padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram diferenças estatísticas, quando o espaçamento entre as plantas é alterado.

O índice de sobrevivência foi alterado significativamente quando aumentado à densidade populacional (**Figura 1**). Essa variável apresenta um comportamento quadrático na regressão, observando que quanto maior a densidade populacional, menor foi o índice de sobrevivência, os menores valores foram verificados nos espaçamentos entre plantas 0,100 m e 0,111 m.

Demétrio et al., (2008) relatam que pode ocorrer maior competição entre plantas por luz, água, CO₂ e nutrientes, o que afeta o rendimento final, sendo a disponibilidade dos dois primeiros fatores o que favorece maior limitação para o uso de grandes populações de milho.

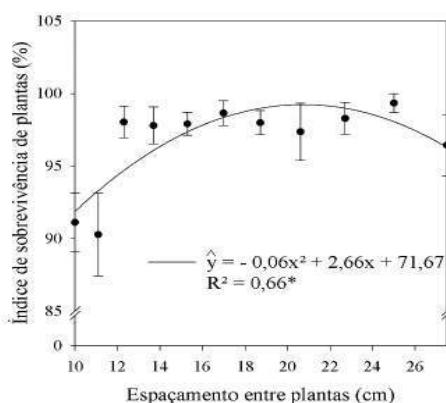


Figura 1. Análise estatística de regressão para o índice de sobrevivência de plantas (%).

Os valores encontrados para a produtividade mostram, assim como, no índice de sobrevivência, comportamento quadrático da regressão. A realidade é que densidades populacionais elevadas podem reduzir a atividade fotossintética individual das plantas e com isso a eficiência da conversão de fotoassimilados em produção de grãos (Pinotti, 2013).

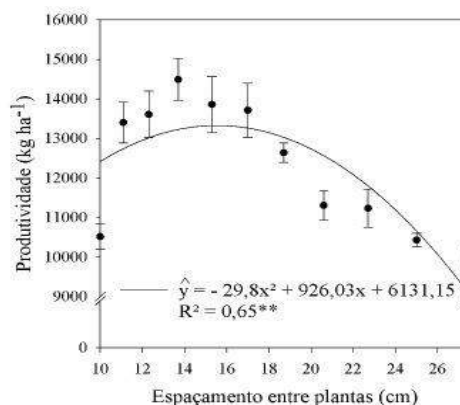


Figura 2. Análise estatística de regressão para a produtividade (Kg ha⁻¹).

Com a análise estatística dos resultados, pode-se observar que nos tratamentos, 0,100 m (plantas duplas) e acima de 20% do espaçamento base (0,206; 0,227; 0,250; e 0,275 m) a produtividade fica prejudicada, demonstrando que em espaçamentos de -50% e 20, 30, 40 e 50% a verificou-se menor produtividade da cultura. Nas condições do experimento realizado o tratamento com 0,137 cm entre plantas, mostra a maior produtividade, com 14488 kg ha⁻¹. Entretanto, quando é feita a derivação da equação encontrada pela análise estatística, encontra-se o espaçamento de 0,155 cm entre plantas o que levaria a uma população ideal aproximada de 75.900 plantas por hectare.

De maneira geral, esse resultado corrobora com diversos autores (Merotto Jr et al. 1997, Palhares, 2003, Pinotti, 2013) que também encontraram em seus respectivos trabalhos de densidades populacionais, que produtividades maiores foram verificadas com populações maiores e produtividades menores em populações menores.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a variação de espaçamentos entre plantas influencia no índice de sobrevivência e na produtividade real.

Para o índice de sobrevivência os menores percentuais foram verificados nos espaçamentos entre plantas de 0,100 e 0,111 m.

Para a produtividade real a derivação da equação mostra a maior produtividade para espaçamento entre plantas de 0,155 m.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. Ciência

- Rural, Santa Maria, v.31, p.1075-1084, 2001.
- ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.1075-1084, 2001.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB 2015. **10º Levantamento, acompanhamento de safra 2014/2015**.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária 2016**. Observatório Agrícola, Ano XXV, n.1, p.150-157, 2004.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, p.60-73, 2007.
- DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O. CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.1691-1697, 2008.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.
- FARINELLI, L.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI, D. F. características agrônomicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21-27, 2012.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n.3, p.348-359, 2011.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Milho**. Brasília, 2015.
- MEROTTO JUNIOR, A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento dos grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.4, p.549-554, 1997.
- PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- PINOTTI, E. B. **Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura**. 2013. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- RESENDE, S. G.; VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e a densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.34-42, 2003.
- SANGOI, L. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.8, n.2, p.187-197, 2009.
- SANGOI, L. et al. Perfilamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho, em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.3, p.254-265, 2010.
- SHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; GIMENEZ, L. M. COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zea mays* L.) na região de Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, v.36, p.977-980, 2006.
- SILVA, A. G.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônomicos do híbrido de milho p30k75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v.24, n.2, 89-96, 2008.
- SILVA, C. P. L.; FAGAN, E. B.; ALVES, V. A. B.; CAIXETA, D. F.; SILVA, R. B.; GONÇALVES, L. A.; BORGES, A. F.; MARTINS, K. V. Avaliação do efeito de inseticidas em sementes de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Revista da FZVA**, v.16, n.1, p.14-21, 2009.
- SCHWEITZER, C. **Perfilamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos de milho em função do arranjo de plantas**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

Laboratório de Análises de Sementes: Serviços para a comunidade Embrapiana

Dea Alecia Martins Netto⁽¹⁾; Bruna Laila Bispo Barbosa⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadora, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo; ⁽²⁾ Estudante, jovem aprendiz, SERPAF; Sete Lagoas, MG; E-mail dea.netto@embrapa.br, brunaslayla@hotmail.com

RESUMO: O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) implantado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), bem como, pessoal capacitado, equipamentos adequados formam o conjunto de exigências para o credenciamento no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) do MAPA. O LAS realiza análises de sementes verificando a qualidade física, genética e fisiológica das amostras. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento da demanda de serviços executados nos anos de 2014 e 2015 pelo LAS. Utilizaram-se os dados das amostras registradas como de identidade e qualidade e qualidade para as quais se emitem o Boletim de Análise de Sementes (BAS) e o Resultado de Análise de Sementes, respectivamente. Verificou-se que o LAS emitiu mais de 200 BAS a cada ano. Foram realizadas análises para os Bancos Ativos de Germoplasma em 117 acessos em 2014 e em 514 acessos em 2015. Entretanto, para a pesquisa foram analisadas 1734 amostras em 2014 e 311 em 2015. De uma maneira geral, notou-se que a cada ano os serviços do LAS têm tido decréscimo nas demandas por análises de sementes. Localizado em Sete Lagoas-MG e com as instalações reformadas, o LAS está capacitado para realizar análises de sementes em seu escopo de credenciamento para milho, sorgo, milheto, feijão e soja, além de outras espécies para pesquisa.

Termos de indexação: amostra de sementes, qualidade, capacidade de análises.

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Embrapa Milho e Sorgo foi credenciado em 2008. Denomina-se credenciado aquele laboratório público ou privado que se submeteu ao processo de avaliação do MAPA e obteve reconhecimento formal de sua competência técnica, instalações adequadas e um sistema da gestão da qualidade implantado

baseado na norma ISO 17025. Esse laboratório é apto para realizar análises, por método oficial, para atender às demandas dos controles oficiais. O credenciamento do LAS da Embrapa Milho e Sorgo já foi renovado duas vezes, em 2011 e 2014, o que demonstra que os requisitos gerenciais e técnicos são obtidos e mantidos em conformidade com norma ISO 17025 (ABNT, 2005). O Sistema de Gestão da Qualidade implantado no LAS é organizado e composto por Manual da Qualidade, onde estão as políticas, atribuições e responsabilidades, a descrição das atividades para cada item da norma e os documentos e registros relacionados. As análises realizadas no laboratório são de grande importância e necessárias tanto para fins de comercialização de sementes, alimentação humana ou animal, quanto para plantio e produção de sementes. O lote de sementes deve passar por análises, cujos resultados são registrados em um “Boletim de Análise de Sementes” ou “Resultado de Análise de Sementes” que será o documento de comprovação da qualidade do lote. O LAS deve ser visto pelos seus usuários como instituição indispensável para avaliação da qualidade de lotes de sementes, e não somente para emissão de documentos exigidos para a comercialização de sementes. Atualmente o LAS realiza análise de sementes de identidade e qualidade de cinco espécies: milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), milheto (*Pennisetum glaucum*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e soja (*Glycine max*). O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento da demanda de serviços executados nos anos de 2014 e 2015 pelo LAS.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento da demanda de serviços do Laboratório de Análise de Sementes foi realizado pesquisando-se os registros e documentos emitidos nos anos de 2014 e 2015. Os dados foram

computados de acordo com número de determinações das análises e reanálises. Essas determinações seguem o padrão oficial descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). As amostras de sementes enviadas ao LAS tiveram duas classificações: 1) amostras de identidade e qualidade cuja identificação significa que representa lotes de sementes para comercialização (Brasil, 2005) e para as quais são emitidos Boletim de Análise de Sementes; 2) amostras de qualidade, que são aquelas enviadas ao LAS provenientes de clientes internos. Todas as amostras são analisadas quanto à informação sobre a sua qualidade fisiológica, física e genética. O número de determinações significa quantas avaliações foram verificadas em uma determinada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de análises e determinações realizadas está apresentado nas **Tabelas 1 e 2**. No ano de 2014 e 2015 foram emitidos 235 e 219 Boletins de Análise de Sementes, respectivamente. Esses BAS são laudos das amostras de identidade e qualidade de lotes de sementes que representam milhares de toneladas que foram comercializadas. Além disso, foram emitidos aproximadamente 100 resultados de análises em 2014 e mais de 500 em 2015 para os Bancos Ativos de Germoplasma de Milho, Sorgo e Milheto. Para a pesquisa, mais de 1.800 resultados de análises em 2014 e mais de 800 em 2015. Verificou-se uma queda no número de análises solicitadas em 2015, para menos da metade, em relação ao ano de 2010. No ano de 2010 o LAS realizou 3.621 análises para clientes internos, ou seja, pesquisadores e outros clientes (Tarabal et al, 2011). Também Netto e Coelho (2010) citaram que em 2009 houve 2.684 análises. Essa queda pode ter acontecido refletindo o corte de recursos financeiros para projetos instituições de fomento da pesquisa agropecuária. Houve um decréscimo na quantidade de análises solicitadas desde 2014 também porque o LAS suspendeu o atendimento aos seus clientes externos e passou por uma reforma estrutural física. A Embrapa Produtos e Mercado continua sendo o principal cliente solicitante de análises de identidade e qualidade com 235 amostras analisadas em 2014 e 219 em 2015. Observou-se que além das cinco espécies de maior demanda no LAS, há uma demanda, relativamente pequena, da pesquisa por outras espécies e que o LAS está apto a realizar essas análises sempre seguindo as RAS ou a literatura pertinente. Devido à equipe técnica capacitada, laboratório equipado e sistema de gestão da qualidade implantado em conformidade

com os requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025, os serviços oferecidos pelo LAS e os produtos que são os boletins de análise de sementes para amostras de identidade e qualidade e os resultados de análises para amostras de qualidade garantem a qualidade no manuseio dos itens de ensaio e a rastreabilidade dos resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os estagiários e bolsistas que colaboraram na realização das análises de sementes e à Fapemig pelo recurso financeiro.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005. 31 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n.º 25, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 365 p
- NETTO, D. A. M.; COELHO, R. R. Serviços e produtos do laboratório de análise de sementes da Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 110).
- TARABAL, L M, NETTO, D. A. M.; ARAÚJO, S. N. Gestão do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Milho e Sorgo -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 21 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277;130).

Tabela 1. Levantamento de demanda de serviços em análises, reanálises e número de determinações por espécie em amostras de identidade e qualidade com emissão de Boletim de Análise de Sementes (BAS) do Laboratório de Análises de Sementes (LAS) da Embrapa Milho e Sorgo nos anos de 2014 e 2015.

2014					
Espécie	Análises		Reanálises		BAS
	Número Análises	Número Total Determinações	Número Análises	Número Total Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	36	540	80	474	116
<i>Sorghum bicolor</i>	-	-	11	55	11
<i>Phaseolus vulgaris</i>	18	288	85	510	103
<i>Pennisetum glaucum</i>	-	-	4	20	4
<i>Glycine max</i>	1	12	-	-	1
Total geral	55	840	180	1.059	235

2015					
Espécie	Análises		Reanálises		BAS
	Número Análises	Número Total Determinações	Número Análises	Número Total Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	-	-	100	600	100
<i>Sorghum bicolor</i>	2	30	20	100	22
<i>Phaseolus vulgaris</i>	-	-	97	582	97
Total geral	2	30	217	1.282	219

Tabela 2. Levantamento de demanda de serviços em análises, reanálises e número de determinações por espécie em amostras de qualidade do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e pesquisa com emissão de Resultado de Análise de Sementes do Laboratório de Análises de Sementes (LAS) da Embrapa Milho e Sorgo nos anos de 2014 e 2015.

2014			
BAG Espécie	Análises		Resultado
	Número Análises	Número Total de Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	209	209	116
<i>Eleusine tristachya</i>	15	15	1
Total geral	224	224	117

2014			
Pesquisa Espécie	Análises		Resultado
	Número Análises	Número Total de Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	1430	1594	1430
<i>Sorghum bicolor</i>	88	142	142
<i>Pennisetum glaucum</i>	92	269	92

<i>Glycine max</i>	7	7	7
<i>Phaseolus vulgaris</i>	20	27	20
<i>Crotalaria sp.</i>	2	13	2
<i>Calopogonium sp.</i>	2	24	24
<i>Nabo</i>	1	12	1
<i>Guandu</i>	1	12	1
<i>Stylosanthes sp.</i>	1	12	1
<i>Aveia</i>	2	24	2
<i>Capim (Brachiaria sp.)</i>	12	144	12
Total geral	1.658	2.280	1.734

2015

BAG Espécie	Análises		Resultado
	Número Análises	Número Total de Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	57	57	57
<i>Sorghum bicolor</i>	457	457	457
Total geral	514	514	514

2015

Pesquisa Espécie	Análises		Resultado
	Número Análises	Número Total de Determinações	Total
<i>Zea mays</i>	152	521	152
<i>Sorghum bicolor</i>	23	127	23
<i>Pennisetum glaucum</i>	10	20	10
<i>Glycine max</i>	10	20	10
<i>Phaseolus vulgaris</i>	108	108	108
<i>Capim (Brachiaria sp.)</i>	1	1	1
<i>Cratylia sp.</i>	7	7	7
Total geral	311	804	311

Massa seca de milho no verão e inverno em Dourados, MS.

Ericksson Martins Leite⁽¹⁾; Valquiria Krolkowski⁽²⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽³⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽³⁾; Ricardo Fachinelli⁽³⁾; Gessi Ceccon⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS, eml_eftal@hotmail.com; ⁽²⁾Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; ⁽³⁾Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽⁴⁾Pesquisador Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: O milho é uma opção para produção de massa seca em sistema de plantio direto, forragem ou para pastejo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de massa seca de cinco cultivares de milho na safra de verão e de inverno. O trabalho foi realizado na Embrapa CPAO, Dourados-MS. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Considerou-se como parcelas principais as duas safras (verão e inverno) e como subparcelas os cinco genótipos (ADR500, BRS1501, CMS01, CMS03 e Sauna B) em cinco repetições. As unidades experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5m, espaçadas 0,5m entre si, semeadas em 09/12/15 e 23/03/16 em semeadura direta. Efetuou-se a verificação da emergência aos seis e oito dias após a semeadura. Realizou-se o controle de plantas e insetos-praga aos dez dias após a emergência do milho. No início do florescimento realizou-se o corte das plantas a 10 cm solo em duas linhas centrais de dois metros. Avaliou-se a altura de plantas e de cada amostra retirou-se uma subamostra, seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C para determinação da umidade e produtividade de massa seca. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A maior altura de planta e produção de massa seca foi verificada na safra verão, destacando-se as cultivares CMS01 (5.017 kg ha⁻¹) e CMS03 (5.292 kg ha⁻¹), no inverno a cultivar ADR500 apresentou maior produtividade de massa seca (2.590 kg ha⁻¹).

Termos de indexação: *Pennisetum glaucum*, genótipos, época de semeadura.

INTRODUÇÃO

O cultivo do milho é de grande importância em algumas regiões da África, servindo para a

alimentação humana devido à possibilidade de cultivo em regiões semiáridas. Já nos Estados Unidos e na Austrália o milho é utilizado como forragem de alta qualidade e também como cobertura do solo (Brançalião, 2004).

No cenário nacional o milho vem ganhando destaque especialmente pela sua boa resistência ao déficit hídrico, havendo, assim, a possibilidade de sua utilização tanto para a pastejo animal, quanto para a produção de matéria seca para a cobertura do solo em sistemas de plantio direto (Santos et al., 2012).

Nas regiões Sul e no Nordeste do país o milho tem sido muito utilizado como planta forrageira para a alimentação do gado e de outros animais (Pereira Filho et al., 2003). Já no Centro-oeste, especialmente em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o milho apresenta-se como uma boa opção para o cultivo de inverno, produzindo palha para a cobertura do solo e posterior plantio direto (Lamas & Staut, 2005).

Apesar de ser muito utilizado na safra de inverno, em alguns casos o milho também pode ser utilizado no verão, porém não há no mercado cultivares específicos para cada safra, havendo assim um déficit sobre essas informações (Queiroz et al., 2012).

Objetivou-se avaliar a produtividade de massa seca de cinco cultivares de milho na safra de verão e de inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados-MS, localizada nas coordenadas 22°13' S e 54°48' W a 408m de altitude, em solo Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura muito argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Am (Tropical Monçônico), com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2015).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. As parcelas principais foram considerados as duas safras (verão e inverno) e as subparcelas os cinco genótipos (ADR 500, BRS 1501, CMS 01, CMS 03 e Sauna B) em cinco repetições. As unidades experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, espaçadas 0,5m entre si, semeadas em 09/12/15 e 23/03/16 em semeadura direta. A emergência das plantas foi verificada aos seis e oito dias após a semeadura

O controle de plantas daninhas foi realizado com a dessecação pré-plantio na dose de 1,08 L ha⁻¹ de equivalente ácido de glyphosate. O controle de insetos-praga foi realizado mediante a aplicação de inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (21,1 + 15,9 g ha⁻¹) aos dez dias após a emergência do milho.

No início do florescimento realizou-se o corte das plantas a 10 cm solo em duas linhas centrais de dois metros. Avaliou-se a altura de plantas e de cada amostra retirou-se uma subamostra, seca em estufa de circulação forçada de ar a 60°C para determinação da umidade e produtividade de massa seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de milho diferiram suas médias entre safras, sendo a safra verão a que apresentou maiores médias de altura (Tabela 1). Em relação aos genótipos, não houve diferença significativa na altura de plantas.

Tabela 1. Altura de plantas de milho na safra de inverno e verão.

Safra	Altura de Planta (m)
Inverno	1,11 b
Verão	1,89 a
C.V. (%)	11,33

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Como o milho é originalmente de clima tropical, a sua produção na safrinha sofre grande interferência por conta dos dias mais curtos, podendo diminuir seu ciclo de produção, fazendo com que a planta apresente um porte menor (Brançalião, 2004). Desta forma explica-se a diferença na altura de planta entre as épocas de produção, com plantas menores na safrinha e

maiores na safra.

Independentemente do genótipo testado, a safra com maior produção de massa seca foi no verão, sendo, em alguns casos, duas vezes maior que no inverno (Figura 1). Quando comparados, os genótipos, em cada safra, os que mais se destacaram no verão foram CMS 01 e CMS 03, produzindo 5.017 kg ha⁻¹ e 5.292 kg ha⁻¹ respectivamente, porém não diferindo-se do genótipo Sauna B (4.883 kg ha⁻¹) e sendo superior aos genótipos ADR 500 (4.135 kg ha⁻¹) e BRS 1501 (4.004 kg ha⁻¹).

Para a safra de inverno o genótipo ADR 500 apresentou maior produção de massa seca, 2.590 kg ha⁻¹, entretanto não diferiu-se dos genótipos BRS 1501 (1.821 kg ha⁻¹), CMS 01 (2.427 kg ha⁻¹) e CMS 03 (2.434 kg ha⁻¹). Resultados estes semelhantes aos obtidos por Pinho et al. (2013), em que o genótipo Sauna B apresentou a menor produção de massa seca, enquanto os genótipos CMS 03, BRS 1501, ADR 500 e CMS 01 apresentaram maiores produções de massa seca.

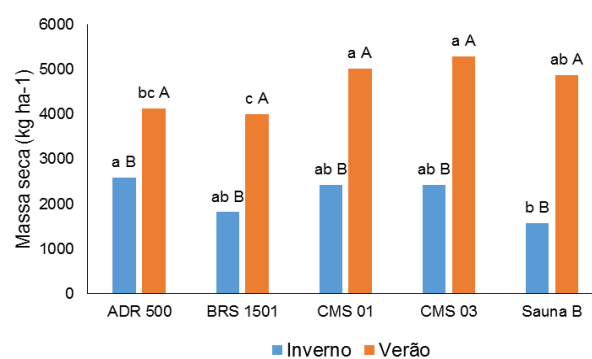


Figura 1. Produtividade de massa seca de genótipos de milho na safra de verão e de inverno, em Dourados, MS, 2016.

Nenhum dos genótipos testados apresentou a produção quantidade mínima de matéria seca para a cobertura do solo em sistema de plantio direto, que segundo Alvarenga et al. (2001) é de 6.000 kg ha⁻¹. O genótipo com valores mais próximos foram CMS 01 e CMS 03 produzidos na safra do verão.

Para Albuquerque et al. (2010) a matéria seca produzida é resultante das condições climáticas, as quais o experimento foi exposto, proporcionado, ou não, as condições necessárias para que os diferentes genótipos pudessem expressar todo seu potencial produtivo. Atribuindo-se, assim, a diferença existente entre as safras (inverno e verão) e entre os genótipos (ADR500, BRS 1501, CMS 01, CMS 03 e Sauna B) dentro de cada safra.

CONCLUSÕES

A safra de verão apresentou maior altura de plantas e maior produção de massa seca, quando comparada a safra de inverno.

O genótipo de milho que apresentou maior produção de massa seca na safra do inverno foi o ADR 500, enquanto para a safra do verão os melhores genótipos para produção de massa seca foram CMS 01 e CMS 03.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Agropecuária Oeste, a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e a Universidade Federal da Grande Dourados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; LANZA, M. A.; PAES, J. M. V.; FREITAS, R. S. Produtividade do milho para silagem no município de Uberlândia, MG. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia-GO. **Anais**. 2010. p. 2312-2316.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistemas de plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.22. n.208. 2001, p. 25-36.

BRANCALÃO, S. R. O Milho no sistema plantio direto. **O Agrônomo**, Campinas-SP. 2004. p. 28-30.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 2015, Maringá-PR. **Anais**. 2015. p. 461-465.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Espécies vegetais para cobertura de solo no Cerrado de Mato Grosso. **Comunicado Técnico**. ISSN 1679-0472. Dourados-MS. 2005, 6 p.

PEREIRA FILHO, I. S.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Manejo da cultura do milho. **Circular Técnica**. ISSN 1518-4269. Sete Lagoas-MG. 2003, 17 p.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J. A. S.; MACEDO, C. H. O.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.3, 2013 p.426-436.

QUEIROZ, D. S.; SANTANA, S. S.; MURÇA, T. B.; SILVA, E. A.; VIANA, M. C. M.; RUAS, J. R. M. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.2, 2012, p.318-329.

SANTOS, C. A.; BARBOSA, T. A.; NAZARET, A. M.; MENDES, S. M.; ARAÚJO, O. G.; LEITE, N. A.; RODRIGUES, J. A. S. Aspectos biológicos de *Spodopetera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) em diferentes genótipos de milho (*Pennisetum glaucum*, (L.) R & Br.) XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia-SP. **Anais**. 2012. p. 935-940.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Perfil dos produtores rurais plantadores do milho BRS 4154 Saracura em diversos estados e regiões do Brasil

Dyuliano Souza Soares⁽¹⁾; Iran Dias Borges⁽²⁾, José Heitor Vasconcellos⁽³⁾; Elizete dos Reis Lima Carvalho⁽⁴⁾; Gabriela Diniz Amorim⁽⁴⁾; Tatiane Renata Souza Moreira⁽⁴⁾, Victória Assis de Souza⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; dyuliano.soares@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Analista Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Em 1996-97, a Embrapa Milho e Sorgo, situada em Sete Lagoas, MG, buscava a introdução da variedade de milho BRS 4154-Saracura no Brasil. O foco principal era nos produtores que sofriam com períodos temporários de encharcamento do solo, dado que essa variedade possui a maior resistência quando submetida a essas condições, principalmente quando se comparada às demais cultivares disponíveis naquela época no mercado. Neste trabalho usou-se a base de dados advinda de questionários feitos no ano de 1996-1997 gerenciado pela Embrapa Milho e Sorgo. Os dados foram coletados de 1.587 produtores, via questionário, com perguntas relativas a identidade; localidade; dados fundiários e socioeconômicos; acesso à informação; formação e o interesse do produtor em acessar/aceitar inovações na sua atividade produtiva. A Embrapa Milho e Sorgo planeja retornar a pesquisa com os produtores e verificar se a adoção da tecnologia foi de fato feita, assim como coletar outras informações pertinentes, como a manutenção dessa cultivar na propriedade.

Termos de indexação: preferência; milhos especiais; transferência; conservação on farm; variedade BRS 4154 Saracura.

INTRODUÇÃO

Lançada em 1997, a variedade de milho BRS 4154 Saracura foi a primeira cultivar desenvolvida pela Embrapa para tolerância ao encharcamento. Essa cultivar teve uma estratégia inédita de pré-lançamento, em 1996, permitindo sua avaliação por centenas de produtores de todas as regiões do Brasil. Com lançamento de híbridos e materiais mais modernos, as empresas de milho descontinuaram anos depois a produção dessa variedade. Uma nova pesquisa será realizada para

recuperar o histórico do Saracura junto aos produtores participantes do pré-lançamento, e, como é uma variedade, saber se ainda é produzida e mantida nas áreas de várzeas do País.

O objetivo desse trabalho é traçar o perfil dos produtores interessados no milho Saracura, já que, por limitações técnicas e estruturais naquela época, os questionários não foram analisados. Tais informações, apesar de antigas: (i) podem auxiliar em uma compreensão do perfil fundiário e socioeconômico dos produtores interessados à época em inovações; e (ii) podem colaborar na formação de cadastros, pesquisas e recenseamentos a serem realizados em futuros lançamentos de produtos da Embrapa.

Hoje, em ação já aprovada e institucionalizada, a Embrapa Milho e Sorgo irá retomar o processo avaliando e analisando os resultados do programa nas regiões e locais pesquisados. Assim, ações e resultados serão complementados/validados e disponibilizados para informação e análise.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados de produtores de diversas regiões brasileiras via questionário, com perguntas relativas a identidade, localidade, dados fundiários e socioeconômicos, a saber:

1. Nome
2. Ano em que você nasceu?
3. Onde você obteve informações sobre o milho Saracura?

4. Localização da propriedade?
5. Qual a área da sua propriedade em hectares?
6. Qual a área com várzea na sua propriedade?
7. Que tipo de várzea você terá na sua propriedade?
8. O que você planta na várzea?
9. Quantos hectares de milho você planta em toda a sua propriedade?
10. Como você utiliza o milho?
11. Você se interessa em participar de uma pesquisa com o milho Saracura na sua propriedade?

Os estados participantes foram: Rondônia, Pará, Acre, Amazonas, Tocantins, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal. Do ponto de vista metodológico, a análise de dados foi dividida em duas etapas: (i) *análise exploratória de dados* por meio de gráficos de dispersão, barras, boxplots e testes de qui-quadrado; e (ii) *inferencial* por via de análise multivariada de correspondência e modelo de regressão logística.

Para todas as análises, utilizamos o software R. para análise das variáveis cujos resultados estão representados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

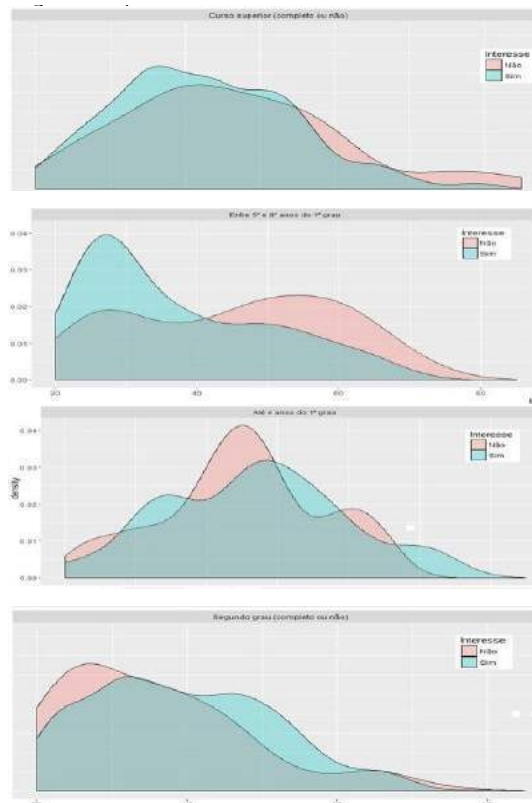


Figura1: Distribuição das variáveis: idade, instrução e quantidade em hectares. UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2016.

Há clara variação do tamanho do ha² em relação a outros estados que foram citados na pesquisa. Quanto maior o nível de escolaridade, maior interesse no plantio da cultura. Destaque nesse sentido vai para o estado do RS, tendo o Estado do PR como coadjuvante.



Figura 2: Nível de interesse, escolaridade e o tamanho da propriedade em ha². UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2016.



Figura 3: Correlação qualidade ou fonte de informação, quantidade de hectares plantado. UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2016.

A Figura endossa a informação de que há uma correlação qualidade ou fonte de informação, quantidade de ha² plantado. Interessante ressaltar que, no contexto histórico dessa pesquisa, que se passou nos anos de 1996-97, fontes geradoras de informações, como a internet, não estavam ao acesso de todos. Portanto como mostra o gráfico acima, o programa Globo Rural, foi significativa para divulgação dessa pesquisa com o milho Saracura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontam para uma conclusão e uma recomendação: o acesso à informação\formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar\aceitar inovações na sua atividade produtiva; e seria relevante retomar

a pesquisa com os mesmos produtores e verificar se a adoção foi de fato feita, assim como coletar outras informações dos produtores reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento. Em trabalhos futuros deve-se analisar estudos similares e verificar se os resultados um pouco empíricos aqui verificados se repetem para demais variáveis em outras condições.

Os resultados apontam que os produtores localizados nas UF's do Centro-Oeste, Sudeste e Sul possuem maior interesse nas inovações, principalmente porque o alagamento é mais prevalente nesses casos. A partir do modelo de regressão logística, verifica-se que a probabilidade de se interessar na implementação da variedade Saracura aumenta, principalmente quando o nível educacional é maior, assim como entre os produtores mais jovens e para produtores com maior área de várzea. Essa probabilidade diminui quando o produtor dedica parte da sua propriedade a outras variedades (arroz, pasto, etc.), assim como quando a várzea é seca.

É possível perceber, pelas setas na Figura 4, que toda atividade de iniciação do plantio converge ou diverge para o centro de informação da época que era o programa dominical Globo Rural. Este fato demonstra o tamanho da importância das informações passadas deste programa na tomada de decisão por parte dos produtores e cooperativas.

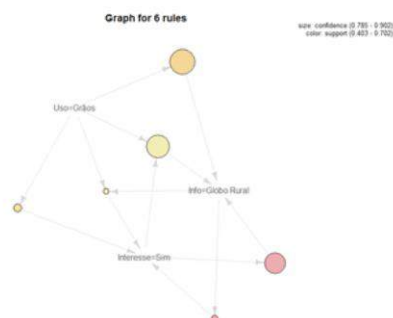


Figura 4: Uma figura simples de redes neurais de como as "regras", foram utilizando das informações para o plantio do milho Saracura nos anos de 1996-97.

CONCLUSÕES

O acesso à informação/formação e a necessidade interagem positivamente para o interesse do produtor em acessar/aceitar inovações na sua atividade produtiva.

Deve-se retornar a pesquisa com os produtores e verificar foi feita, assim, como coletar outras informações dos produtores reticentes, de maneira a formalizar maneiras de sensibilização e convencimento.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, em especial ao Analista José Heitor Vasconcellos.

Aos estagiários Dyuliano Souza, Gabriela Diniz, Elizete Reis, Vichória Assis, Tatiane Renata e coordenador do Programa de extensão universitária "Apoio e orientação ao desenvolvimento agropecuário de Sete Lagoas" Prof. Iran Borges.

REFERÊNCIAS

- (R) Project for Statistical Computing
<http://infoener.iee.usp.br/cenbio/brasil/indoleo.htm>
http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_residuos.asp
<http://www.ctex.eb.br/>
<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/refinaria-duque-de-caxias->
<http://www3.syngenta.com/country/br/pt/Pages/home.aspx>
<https://www.chevron.com.br/reduc.htm>

Períodos de semeadura de milho, sob regime de sequeiro na safra, em Minas Gerais

Christoph Hermann Passos Tigges⁽¹⁾; Camilo de Lelis Teixeira de Andrade⁽²⁾; Priscila Ponciana Gomes da Silva⁽³⁾; Bruna Gomes Magalhães⁽⁴⁾; Bruno Ferreira Melo⁽⁵⁾; Wander Lauro do Amaral⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma pela UFSJ, bolsista Embrapa, Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail chris.tigges@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Engenheiro Agrícola, PhD em Engenharia de Irrigação/Modelagem, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; ⁽⁴⁾ Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, UNIFEM, Bolsista CNPq;

RESUMO: A produção de milho, sob condições de sequeiro, é uma prática muito utilizada em Minas Gerais e fortemente afetada pela variabilidade climática sazonal e interanual. Simularam-se, através do modelo CSM-CERES-Maize, diferentes cenários de época de semeadura do milho, em regime de sequeiro, para 19 municípios de Minas Gerais, a fim de estabelecer a melhor data e período de semeadura e a produtividade média esperada, em regime de sequeiro na primeira safra, para diferentes regiões de Minas Gerais. Tanto a melhor data, quanto o período de semeadura, variam consideravelmente entre os municípios devido à diversidade edafoclimática deles. A produtividade média simulada com dados reais de solo foi maior que a produtividade simulada com dados fictícios, indicando a importância de obter dados reais para uso no zoneamento de risco climático do Mapa. Há espaço para aumento da produtividade de sequeiro mediante transferência de tecnologia para ajuste do sistema de produção, incluindo a data de semeadura na safra.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, variabilidade da produtividade, modelagem

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo e o Estado de Minas Gerais ocupa o terceiro lugar em produção no país (AGRIANUAL, 2015). Entretanto, o rendimento médio de milho é baixo e apresenta grande variação entre as regiões de Minas. A maior parte da produção de milho em Minas Gerais é realizada em condições de sequeiro, estando sujeita às instabilidades climáticas, especialmente o regime de chuvas. Para a cultura do milho, a água é fator determinante na produção, principalmente na fase de germinação e nos períodos de floração e enchimento de grãos. Por esta razão, as oscilações nas safras de milho, das principais regiões produtoras do Brasil, estão

associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura (BERGAMASCHI et al., 2006). De acordo com Wagner et al. (2013), a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores considerados na definição dos períodos preferenciais de cultivo para obtenção das melhores produtividades.

A forma mais tradicional para determinação das épocas de semeadura de culturas é através da experimentação convencional, em campo, que, todavia, demanda grande volume de recursos materiais e humanos. Uma forma alternativa é através da utilização de modelagem que penaliza a produtividade potencial da cultura devido ao estresse hídrico, como é realizado hoje no zoneamento de risco climático (ZRC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015). Todavia, o emprego de modelos de crescimento de culturas, como o DSSAT (JONES et al., 2003), vem sendo testado, com a vantagem de que, além de se determinar a aptidão para a produção e o período de semeadura, fornece também uma expectativa de produtividade (PAIXÃO et al., 2016). O objetivo deste estudo foi determinar, empregando dados reais de solo e modelagem, a melhor data, o período de semeadura e a produtividade de milho, em regime de sequeiro na safra, para municípios de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente calibrado e avaliado para a cultivar DKB390PRO (ANDRADE et al., 2016), para simular semeaduras semanais, com início em 1^o de agosto e término em 24 de julho, totalizando 52 épocas, em 19 municípios de Minas Gerais, como segue: Aimorés, Araçuaí, Araxá, Bambuí, Caratinga, Curvelo, Itamarandiba, Ituiutaba, Janaúba, Lavras, Montes Claros, Machado, Patos de Minas, Pompéu, Paracatu, Sete Lagoas, Uberaba, Unaí e Viçosa.

Dados existentes de atributos físico-hídricos e químicos de camadas do perfil do solo, determinados a partir de amostras coletadas em fazendas, foram preparados no formato de entrada do modelo DSSAT. Considerou-se nas simulações um sistema de produção com espaçamento entre linhas de 0,5 m e densidade de 68.000 plantas ha⁻¹. A cultura anterior ao milho era a braquiária, que deixou 2.000 kg ha⁻¹ de palhada, com 1% de nitrogênio. A adubação nitrogenada de plantio consistiu em 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de monoamônio fosfato (MAP). Após 25 dias da semeadura, foi aplicado 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia.

Considerando como aceitável uma redução máxima de 10% da produtividade de uma certa semana, em comparação com a maior produtividade média entre todas as semanas, foi possível determinar a janela de semeadura para cada localidade (AMARAL et al., 2009). Diferentemente do ZRC do Mapa e do trabalho de Paixão et al. (2016), no presente estudo foram utilizados dados reais de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como era de se esperar, uma grande variação no início e na duração do período de semeadura foi observada entre os municípios (Figura 1), uma vez que as condições climáticas de Minas Gerais não são homogêneas, em função de sua localização geográfica, relevo, continentalidade, variabilidade de biomas e de fitofisionomias, apresentando condições termodinâmicas que resultam em diferentes regimes de chuvas (GUIMARÃES et al., 2010).

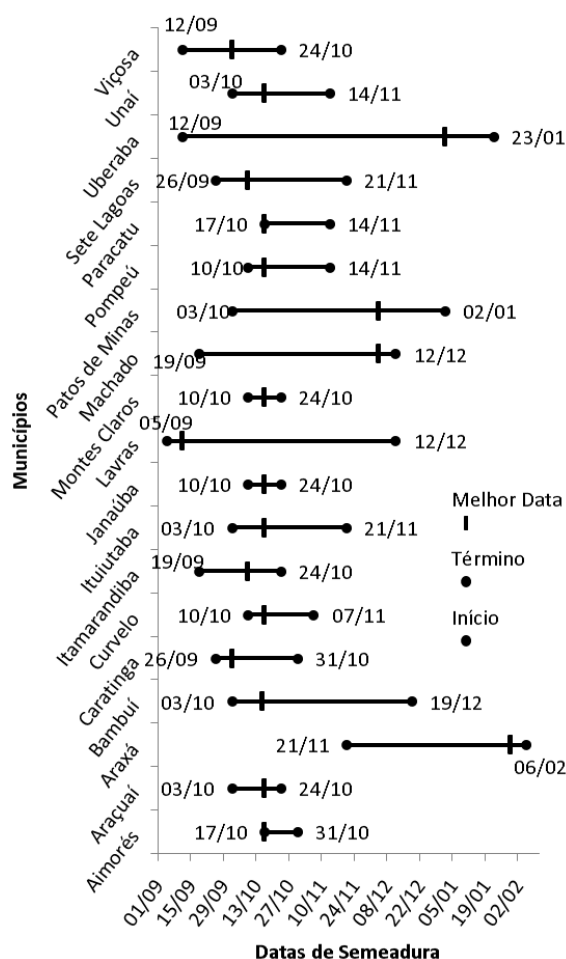
A temperatura do ar, que controla a duração do ciclo do milho e pode afetar a sua produtividade, é também influenciada pela altitude, latitude e longitude e, normalmente, decresce com o aumento da altitude numa proporção de aproximadamente 1 °C por 100 m (FRITZSONS et al., 2008). Segundo Santana (2004), a distribuição sazonal da produtividade de milho, de forma geral, segue a distribuição do regime de chuvas, que em Minas Gerais tem estações bem definidas. Portanto, a utilização de janelas de semeaduras é a maneira mais barata de mitigar as perdas de produtividade devido ao déficit hídrico.

Embora valores medianos de produtividade elevados, em regime de sequeiro na safra, tenham sido simulados, observa-se uma grande variação interanual, mesmo para a melhor data de semeadura (Figura 2). Essa oscilação na produtividade deve-se à interação da cultivar com o ambiente, especialmente com as condições climáticas, uma vez que se programaram

adubações de alta produtividade para evitar o estresse nutricional.

O fator mais limitante na produção de milho, sob regime de sequeiro, é o déficit hídrico (GALON et al., 2010), daí a grande amplitude entre os valores mínimos e máximos de produtividade simulada em regime de sequeiro. Mesmo em anos com volume e distribuição de chuva adequados podem ocorrer oscilações na produtividade, pois outros elementos do clima como a temperatura do ar afetam a duração do ciclo da cultura e a produtividade.

Figura 1. Janela e melhor data (traço) de semeadura em 19 municípios de Minas Gerais.



Em geral, quanto maior a latitude e a altitude, maior a produtividade simulada de milho, pois a temperatura e a precipitação estão relacionadas com altitude e latitude (GUIMARÃES et al., 2010; SANTANA, 2004).

As médias de produtividade estimadas pelo IBGE (2015) são consideravelmente inferiores às

simuladas pelo modelo, com exceção do município de Unaí, para o qual os dados da estação climatológica localizada no Vão não representam as condições da Chapada, localizada cerca de 300 m mais elevada e onde a maior parte da produção de milho do município ocorre (**Figura 2, Tabela 1**). Produtividades simuladas mais elevadas que as estimadas pelo IBGE na maioria dos municípios refletem duas situações: 1 - Em muitos municípios o cultivo de milho se dá na safrinha, cujo potencial produtivo é menor, sobretudo devido ao estresse hídrico; 2 - É possível que o nível tecnológico usado pelos produtores esteja aquém do potencial produtivo da cultivar usada neste estudo, havendo, portanto, espaço para melhoria, mediante ajustes no sistema de produção.

As janelas de semeadura, resultantes deste estudo, diferiram das divulgadas pelo Mapa e das obtidas no estudo realizado por Paixão et al. (2016) para um solo de textura média cuja água disponível na camada 0 a 0,5 m é 32 mm. Segundo o ZRC do Mapa (BRASIL, 2015), a janela de semeadura do milho para todas as 19 localidades se inicia no dia 1^o de outubro, ao passo que no trabalho de Paixão et al. (2016) e no presente estudo o início das semeaduras em alguns municípios pode ser antecipado (**Figura 1**). As diferenças entre as janelas estabelecidas no ZRC do Mapa e as obtidas com modelos de sistemas se devem às metodologias empregadas em cada caso. Enquanto no ZRC do Mapa se utiliza um índice de estresse hídrico, os modelos de processo integram vários outros fatores que afetam a produtividade da cultura. As janelas determinadas por Paixão et al. (2016), para o solo tipo II, de textura média, são mais restritivas que as obtidas no presente estudo, exceto em Curvelo, Ituiutaba e Viçosa. Isso é decorrente do grande efeito da capacidade de água disponível do solo no desempenho da cultura de milho de sequeiro. Em todos os municípios estudados, a capacidade de água disponível na camada 0 a 0,5 m do perfil do solo foi maior que os 32 mm assumidos para o solo tipo II de textura média empregado nas simulações realizadas por Paixão et al. (2016). Localidades com janela de semeadura mais ampla, em geral, estão associadas com uma maior disponibilidade de água do solo.

Com exceção de Machado, a produtividade simulada com dados reais de solo foram maiores que as produtividades simuladas por Paixão et al. (2016) empregando dados fictícios de solo e também maiores que a média estimada pelo IBGE para o período 2003 a 2014. Comparando os resultados de rendimento anual médio, estimados pelo IBGE, com a produtividade média da janela do presente estudo (**Tabela 1**), pode-se observar uma diferença considerável, indicando que existe espaço para o aumento da produção de milho, sob regime

de sequeiro, por meio de adequação nas técnicas de manejo, tais como adubação, controle de pragas e plantas daninhas, além da escolha da data de semeadura e da utilização de uma cultivar com alto potencial produtivo.

Tabela 1. Produtividade média simulada com dados fictícios de solo de textura média e com dados reais de solo e rendimento médio estimado pelo IBGE.

Municípios	Produtividade média da Janela de Semeadura (kg ha ⁻¹)		
	Solo tipo II ⁽¹⁾	IBGE ⁽²⁾	Solo Real ⁽³⁾
Aimorés	2521	3413	4690
Araçuaí	2430	860	4947
Araxá	6482	5183	9816
Bambuí	5811	6071	7535
Caratinga	4981	2327	7865
Curvelo	4614	3475	6487
Itamarandiba	4942	2133	7592
Ituiutaba	5014	5008	7213
Janaúba	2661	718	5174
Lavras	6382	5633	8949
Machado	6501	5375	5999
Montes Claros	3474	1802	8066
Paracatu	5255	6426	8443
Patos de Minas	6013	6792	7863
Pompéu	5472	3704	7323
Sete Lagoas	5561	4779	8207
Uberaba	5561	7075	9121
Unaí	4649	7200	7321
Viçosa	5474	4119	6535

⁽¹⁾ Produtividade da cultivar DKB390PRO em solo de textura média (PAIXÃO et al., 2016); ⁽²⁾ Produtividade média estimada pelo IBGE; ⁽³⁾ Produtividade média da cultivar DKB390PRO com dados reais de solo.

CONCLUSÃO

Observou-se uma grande diferença entre as épocas e a melhor data de semeadura para os

municípios, resultantes da interação da cultura com as condições edafoclimáticas. As produtividades médias simuladas e os períodos de semeadura são dependentes da capacidade de retenção de água do solo, indicando a importância de se obterem dados reais de solo para uso no zoneamento de risco climático do Mapa. Os resultados também indicam que existe potencial para aumentar a produtividade de grãos de milho, em condições de sequeiro, na safra, em todos os municípios estudados.

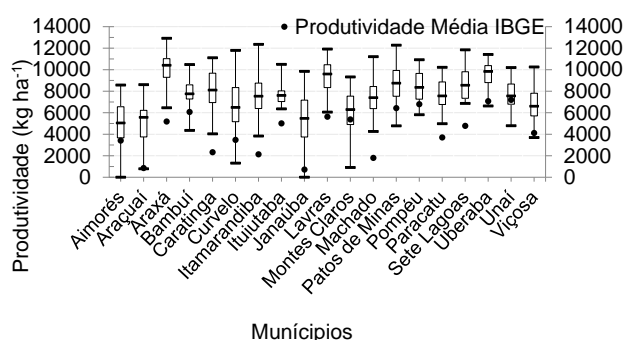


Figura 2. Variabilidade interanual da produtividade, na janela de semeadura, obtida através da simulação e produtividade média do IBGE (círculos) em 19 municípios de Minas Gerais.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa CAG-APQ-01199-13. À Embrapa pelo suporte aos trabalhos de campo e pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2015. 480 p.
- AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, D. F.; SANTANA, C. B.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. **Metodologia para o estabelecimento do período de semeadura de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 88).
- ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; PAIXÃO, J. S.; MELO, B. F.; TIGGES, C. H. T. Parametrização do modelo CSM-CERES-Maize para uma cultivar de alta produtividade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: [s.n]; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. No prelo.

- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 23 maio 2016.

- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.

- GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCEIÇÃO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, 2011.

- GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J. dos; LANDAU, E. C. **Índices pluviométricos em Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 88 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

- HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. **Decision support system for agrotechnology transfer**: version 4.6. Washington: DSSAT Foundation, 2014.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 maio 2016.

- JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; BATCHERLOR, W. D.; HUNT, L. A.; WILKES, P. W.; SINGH, U.; GIJSMAN, A. J.; RITCHIE, J. T. DSSAT Cropping System Model. **European Journal of Agronomy**, v. 18, p. 235-265, 2003.

- PAIXÃO, J. S.; ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; MELO, B. F. **Aptidão e potencial de produção de milho em municípios de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. No prelo.

- SANTANA, M. O. **Análise espaço-temporal do regime de chuvas e seus efeitos no rendimento agrícola no estado de Minas Gerais**. 2004. 155 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- WAGNER, M. V.; SIDNEI, O.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R.; LIMA, A. dos S. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de**



Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.
17, n. 2, p. 170-179, 2013

Potencial da utilização do sorgo biomassa para a recuperação de lavras garimpeiras abandonadas na divisa do Mato Grosso com o Pará.

Sandro Sponchiado⁽¹⁾; Wladimir Hermínio de Almeida⁽²⁾; Flávio Dessaune Tardin⁽³⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁴⁾; André Luiz da Silva⁽⁵⁾; Ruane Alice da Silva⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Discente de mestrado do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual do Mato Grosso; Cáceres-MT; sponchiado@bol.com.br; ⁽²⁾Perito Criminal Federal; Polícia Federal; ⁽³⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁵⁾Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental; ⁽⁶⁾Graduanda em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: Na divisa do estado do Mato Grosso com o estado do Pará existe forte movimentação de lavras garimpeiras, as quais têm deixado significativas extensões de terra em péssimas condições de conservação de forma a alongar demasiadamente ou mesmo impedir sua recuperação natural. O sorgo biomassa diante da sua flexibilidade adaptativa, rusticidade e alta capacidade de produção de massa verde desponta como uma ferramenta importante em projetos de recuperação dessas áreas.

Termos de indexação: Solos, Adubação verde, Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso nasceu basicamente dos garimpos de lavra de ouro. Depois de tantos séculos de exploração a lavra garimpeira ainda está entre as mais importantes forças antrópicas em atuação no MT. Atualmente a região que consistentemente mais tem mantido áreas de lavra garimpeira é a região na divisa com o estado do Pará. Assim, é imperativa a elaboração e contínua adaptação de metodologias de recuperação de áreas degradadas que possuam maior dinamismo, efetividade e que, ao mesmo tempo, tenham uma aplicação simplificada, pois a realidade logística da região faz com que projetos com complexidade fora do contexto, dificilmente se consolidem. Neste trabalho se estudou o potencial do sorgo biomassa (*Sorghum bicolor*) como ferramenta de maior efetividade e dinamismo na recuperação de áreas degradadas por lavras garimpeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas várias vistorias a áreas de

garimpo de lavra, principalmente na província garimpeira do município de Peixoto de Azevedo-MT, onde puderam ser levantadas questões de cunho socioeconômico e de irregularidades ambientais.

Como ferramentas para estes levantamentos recorreram-se a entrevistas com garimpeiros e a aferições diversas por meio de aparelhos de GPS e aplicativos de geoprocessamento. Entre as metodologias de geoprocessamento empregadas pode ser citado, por exemplo, análises temporais de imagens de satélites, principalmente as de origem LANDSAT⁽ⁱ⁾.

Foram realizadas pesquisas em bancos de dados e sistemas de informações geográficas online e governamentais de acesso público como o SIGMINE⁽ⁱⁱ⁾, I3Geo⁽ⁱⁱⁱ⁾ e SIMLAM/MT^(iv), além da bibliografia científica pertinente.

Com relação ao sorgo biomassa foi acompanhado o seu desempenho a campo no norte do Mato Grosso, no município de Sinop-MT, no campo experimental da EMBRAPA AGROSILVOPASTORIL^(v).

Embora as condições de lavoura difiram muito das condições edafológicas adversas encontradas nas lavras garimpeiras, pôde ser comparado (combinando dados obtidos diretamente de experimentos e dados de levantamentos bibliográficos) o desempenho do sorgo biomassa na produção de matéria seca por hectare em relação a outras lavouras anuais e pastagens comumente cultivadas na região.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma perspectiva do garimpo na região está na transcrição (REVISTA RDM, 2015) a seguir:

“E ao falar em produção oficial de garimpos em Mato Grosso logo somos remetidos à Cooperativa de Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto

(Coogavepe), que hoje possui mais de 4,4 mil cooperados, com uma produção mensal de 200 a 300 quilos de ouro por mês. Hoje são 97 áreas legalizadas em nome da cooperativa e mais 74 em nome de cooperados. Além disso, são mais de 40 áreas com licenças tramitando na Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema).”

Todavia tal atividade dificilmente encontra correspondência na devida aplicação de medidas de recuperação de áreas degradadas como pode ser visualizado da **Figura 1** até a **Figura 4**.



Figura 1 –Horizonte B exposto e degradado.



Figura 2 –Início da antropização do Horizonte C.



Figura 3 –Horizonte B e C misturados.



Figura 4 –Exposição completa do Horizonte C.

Na transcrição anterior não foram mencionados os garimpos ilegais, mas a atividade de extração de ouro exercida na ilegalidade é muito expressiva em todas as regiões da Amazônia Legal onde a mesma é praticada, principalmente quando por meio de desmonte hidráulico e de dragas fluviais.

É comum em garimpos localizados no norte do Mato Grosso o avanço da exposição de camadas cada vez mais profundas do solo até culminar na exposição completa do horizonte C (**Figura 4**).

Contudo, frequentemente esses empreendimentos são abandonados sem implementação de medidas de recuperação por falta de conhecimento sobre alternativas tecnológicas eficientes e economicamente viáveis a esse fim.

Ressalte-se que os solos aí localizados têm grande importância ecológica e econômica, pois sobre eles se assenta uma das porções mais ricas em biodiversidade do bioma amazônico e umas das extensões de solos mais importantes para o agronegócio no âmbito nacional e mundial.

Ações de recuperação

Estas atividades acontecem no contexto do desenvolvimento do eixo da BR-163, o qual inclusive conta ou contou com um plano de desenvolvimento (visando a sustentabilidade), feito pelo governo federal (MMA, [201?]).

Observa-se que a recuperação de áreas degradadas é uma questão legal com vínculos constitucionais, como transcrito (MMA, [20??]) a seguir:

“Acima de tudo, a recuperação de áreas degradadas encontra respaldo na Constituição Federal de 1988, em seu art. 225:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e **restaurar os processos ecológicos essenciais** e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

[...]

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a **recuperar o meio ambiente degradado**, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. (grifo nosso)”

Segundo SEDLACEK *et al.* (2016), o custo de reflorestamento visando a recomposição da floresta natural é de R\$5.652,53/ha e somado a isto ainda há o custo de oportunidade de R\$2.350,47.

No caso de áreas degradadas por garimpos os dois custos tendem a ser maiores, pois haverá necessidade de intervenção de maquinário para movimentação de volumes de terra e o tempo de recuperação da área vai ser maior se comparado a áreas apenas desmatadas.

Produção de biomassa

Para análise da produção de biomassa gerada pela lavoura de sorgo foram considerados dois cenários, um com 45,82 t/ha de produção de massa verde (PMV) e outro com 102,22 t/ha de PMV (dados de produção obtidos de EMBRAPA MILHO E SORGO, 2013), que são médias reais obtidas em outros estados/regiões (mas em locais que não chegam a apresentar uma situação edafoclimática muito diferente do MT durante o período da safra) de avaliações de híbridos e variedades de sorgo sensíveis ao fotoperíodo (característica do sorgo voltado à finalidade biomassa). Utilizando 35%, que é o menor índice de matéria seca para o sorgo biomassa (podendo chegar a 55%), o potencial de

produção de matéria seca (MS) varia entre 16 e 36 t/ha.

Fazendo um comparativo, o milheto que é uma gramínea amplamente utilizada como cobertura vegetal de inverno (seca) na região Centro-Oeste tem uma produção de MS de 8 a 10 t/ha e a aveia-preta que é uma gramínea amplamente utilizada para cobertura vegetal e pastagens na região Sul e estados vizinhos/próximos (inclusive no Mato Grosso do Sul) tem uma produção de MS de 3 a 6 t/ha (dados de produção obtidos de PIRAÍ SEMENTES, [20??]).

Num plano de recuperação o plantio de sorgo biomassa poderia ser feito de forma contínua antes do plantio do estrato arbóreo e após o plantio deste, através de um plantio de reforço de sorgo em faixas.

O objetivo do plantio de sorgo não seria estabelecer um estrato herbáceo permanente, pois este deve ser feito de preferência com espécies nativas, em que pese que alguma cobertura vegetal sobre o solo (mesmo que exótica) é muito melhor do que cobertura nenhuma. Todavia o perfil de cultura temporária do sorgo biomassa facilita o seu manejo tanto para a implantação da cultura quanto para sua retirada.

Como estrato arbóreo, poderiam ser plantadas, por exemplo, *Eriotheca pubescens* (Paineira do cerrado) e *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira preta) que são espécies nativas do cerrado que já mostraram bom desempenho nesse tipo de situação (BARBOSA, 2008). Já o estrato herbáceo permanente com espécies nativas pode ser obtido quase que sem intervenção após o plantio de sorgo cumprir sua função de repositor de MO, pois a tendência é que se forme um banco de sementes de ervas “daninhas”, que no contexto seriam bastante úteis.

O norte do Mato Grosso está entre o bioma amazônico e a zona de transição do bioma amazônico para o bioma do cerrado, de forma que áreas de vegetação raleada mostram conformação de cerrado, como habitualmente costumam se apresentar as áreas de garimpo e arredores. De forma que, a princípio, a recuperação deve visar a restauração de um bioma de características de cerrado, até pela rusticidade e facilidade de implantação do mesmo. Caso se obtenha êxito é possível tentar um enriquecimento florístico com vistas a restabelecimento de bioma próximo do amazônico em uma sucessão ecológica progressiva.

CONCLUSÕES

Para a recuperação de áreas degradadas por lavras garimpeiras, na divisa do estado do Mato

Grosso como o do Pará, a utilização do sorgo biomassa como uma ferramenta auxiliar na incorporação de MO e reestruturação dos solos afetados, tem grandes chances de proporcionar maior efetividade de resultados e diminuição de custos na recuperação dessas áreas, devido às qualidades apresentadas pelo sorgo biomassa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMAT e do CNPq dispensado ao projeto SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO BIOMASSA E SACARINO E ESTABELECIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS VISANDO PRODUÇÃO DE ENERGIA NO ESTADO DE MATO GROSSO, do qual este resumo foi um dos frutos, através do Programa de Apoio à Núcleos Emergentes de Pesquisa - PRONEM ÁREAS ESTRATÉGICAS.

⁽ⁱ⁾O endereço eletrônico comumente acessado para se obter imagens de satélites LANDSAT foi o <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> do U. S. Geological Survey.

⁽ⁱⁱ⁾Sistema de Informações Geográficas da Mineração do DNPM acessado no endereço eletrônico: <<http://sigmine.dnrm.gov.br/webmap/>>.

⁽ⁱⁱⁱ⁾SIG online usado para obtenção de arquivos shape: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/>>.

^(iv)SIMLAM (Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental) da SEMA-MT, disponível no endereço eletrônico: <<http://monitoramento.sema.mt.gov.br/simlam/>>.

^(v)Pólo da EMBRAPA instalado em Sinop-MT, endereço eletrônico: <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril>>

REFERÊNCIAS

REVISTA RDM. Terras preciosas. 2015. Disponível em: <<http://www.rdmonline.com.br/2015/12/16/terras-preciosas/>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Projeto BR-163. [201?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/projeto-br-163>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Recuperação de Áreas Degradadas. [20??]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

SEDLACEK, R.; SPONCHIADO, S.; **RELEVÂNCIA DO CUSTO DE OPORTUNIDADE NA VALORAÇÃO DE DANOS AMBIENTAIS**. In: VIII SPENG-Seminário de Perícias de Engenharia da Polícia Federal, **Anais...Maceio-AL**, 2016.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Cultivo do Sorgo Biomassa para a Cogeração de Energia Elétrica. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88505/1/doc-152.pdf>>. Acesso em 22 de maio de 2016.

PIRAÍ SEMENTES. Produtos. [20??]. Disponível em: <http://www.pirai.com.br/texto-a5-nossos_produtos.html>. Acesso em 25 de maio de 2016.

BARBOSA, A.C.C.; Recuperação de área degradada por mineração através da utilização de sementes e mudas de três espécies arbóreas do cerrado, no Distrito Federal. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/barbosa,acc.p df>>. Acesso em 25 de maio de 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Produtividade e Caracterização Químico-Bromatológica da Matéria Original de Híbridos de Milho em Diferentes Alturas de Corte.

Luciana Borges e Silva⁽¹⁾; Taiz Borges Ribeiro⁽²⁾; Lidiane de Oliveira Silva⁽³⁾; Alan Soares Machado⁽⁴⁾; Wilian Henrique Diniz Buso⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Professora do Departamento de Agricultura; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; luciana.silva@ifgoiano.edu.br;

⁽²⁾ Graduanda do curso de Zootecnia; do IF Goiano Campus Ceres; ⁽³⁾ Graduanda do curso de Zootecnia; do IF Goiano Campus Ceres; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; ⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produção de matéria verde (PMV) e seca (PMS), teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) do material original de cinco cultivares de milho em duas alturas de cortes 0,40 e 0,60 m no município de Ceres-GO. O experimento foi conduzido no IF Goiano – Campus Ceres, onde utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, duas alturas de corte (0,40 e 0,60 m) e cinco cultivares de milho (FÓRMULA, P3646H, AGN30A91H, DKB 185 e AG8088 VT PRO), com quatro repetições. A semeadura ocorreu no dia 05/12/2011 e a colheita no dia 20/03/2012. Não ocorreu interação significativa entre cultivares e altura de cortes para todas as variáveis analisadas. A partir dos resultados foi verificado que não ocorreu diferenças significativas ($P>0,05$) entre os híbridos e as alturas de corte para PMV, que variaram de 34.940 a 42.790 kg ha⁻¹, PMS que apresentaram valores de 11.610 a 13.430 kg ha⁻¹ e teores de MS (31,34 a 34,72%). Não ocorreu efeito significativo ($P>0,05$) da matéria original entre os híbridos e alturas de corte para os teores de FDN (58,34 a 60,36%), FDA cujos teores ficaram entre 28,21 e 29,23% e PB que foram verificados teores entre 7,96 e 8,48%. Todos os híbridos avaliados apresentam boas características para ser utilizados para silagem.

Termos de indexação: produção, silagem; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O uso de cultivares de milho mais produtivas e adaptadas às condições locais tem sido apontado como responsável pelos maiores ganhos obtidos em

produtividade para confecção de silagem (Jaremtchuk et al., 2005).

Durante o processo de ensilagem de milho, fatores como o tamanho de partícula e a altura de colheita das plantas exercem grande influência sobre a qualidade da silagem que será produzida (Neumann et al., 2007).

Para produção de silagem de milho de boa qualidade, o ponto de colheita é um fator muito importante. O corte precoce, menor que 30% de matéria seca (MS), implica em plantas cujos grãos não estão devidamente formados ou cheios, com percentagem de água muito alta, resultando em perdas por efluentes. Silagens feitas em estádios mais tardios (42% MS) possuem menor valor nutritivo e podem resultar em menor compactação com maiores perdas de massa seca e qualidade nutricional (Factori et al., 2014).

Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) do material original de cultivares de milho em duas alturas de corte no Vale de São Patrício, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, localizado na latitude S 15° 21' 03", longitude W 49° 35' 37" e altitude de 564 m, Ceres-GO. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico com as seguintes características químicas: Ca = 2,4; Mg = 1,3; k = 0,26; Al = 0,0; H = 3,5 (cmolc dm⁻³); P = 5,6; K = 101,0 (mg dm⁻³); pH = 5,0 (CaCl₂); saturação por

bases 51,80% e M.O. = 1,5 g kg⁻¹.

Foi realizada a dessecação sete dias antes da semeadura com 3 L ha⁻¹ de glifosato. A semeadura foi realizada manualmente no dia 05/12/2011, com espaçamento entre linhas de 0,85 m e densidade de 65.000 plantas ha⁻¹, para todos os híbridos. Na adubação de semeadura utilizou a fórmula 4-30-10 na dosagem de 350 kg ha⁻¹. A adubação em cobertura foi realizada 25 dias após a semeadura com 90 kg ha⁻¹ de N e para o controle de plantas invasoras foi utilizado o herbicida atrazina na dose de 3 L ha⁻¹ aos 20 dias após a semeadura.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, duas alturas de corte (0,40 e 0,60 m) e cinco cultivares de milho (Fórmula, P3646H, AGN30A91H, DKB 185 e AG8088 VT PRO), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros, sendo utilizadas para as avaliações as duas linhas centrais. O uso destas alturas de corte foi para verificar se há aumento de qualidade do material a ser ensilado, e assim poder contribuir para produção de silagem de maior qualidade bromatológica.

As plantas foram cortadas na altura de 0,40 e 0,60 m em relação ao solo no dia 20/03/2012 (estádio fenológico de grãos farináceos). Em seguida, foram picadas em tamanhos uniformes em ensiladeira estacionária e após picadas foram pesadas para determinação da PMV (kg ha⁻¹). Foi retirada amostra de 500 g, secas em estufa de ventilação forçada até massa constante e moídas em moinho tipo Willye com peneira de 1 mm para as análises laboratoriais da matéria original. As amostras foram encaminhadas para as análises laboratoriais em que foram determinados os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB). As análises de MS, PB, FDN e FDA foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Os dados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância. As análises foram realizadas com auxílio do software R (R Core Team, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa (P>0,05) entre cultivares e altura de cortes para todas as variáveis analisadas, assim as variáveis foram avaliadas individualmente.

Não ocorreu diferenças significativas (P>0,05) para produção de matéria verde (PMV) entre os híbridos de milho e as duas alturas de corte das

plantas, como apresentados na **tabela 1**. De acordo com Ferrari Junior et al. (2005) a produção de massa verde (PMV) é um dos primeiros parâmetros a avaliar quando se busca informação sobre determinado cultivar, uma preocupação anterior aos parâmetros de qualidade da silagem; além de ser um parâmetro para o dimensionamento de silos. Os mesmos autores encontram PMV que variaram de 38.027 a 43.583 kg ha⁻¹ para os híbridos CATI 34 e AGN 2012, respectivamente, com corte realizado a 20 cm de acima do nível do solo.

Para a PMS dos híbridos estudados, observou-se que houve variação de 11.610 kg ha⁻¹ (P3646H) a 13.430 kg ha⁻¹ (AG8088 PRO), mas não ocorreu diferença estatística (P>0,05) para os híbridos e altura de corte, conforme **tabela 1**. Trabalhando com corte a 20 cm acima do solo Ferrari Junior et al. (2005) encontraram PMS de 14.272 a 16.602 kg ha⁻¹ para os híbridos CATI 34 e AGN 2012, respectivamente.

O teor de MS da planta é importante no processo de ensilagem e afeta a qualidade final do material ensilado, bem como a taxa de compactação e fermentação pelos microrganismos anaeróbios. Os valores obtidos neste trabalho (**Tabela 1**) para os teores de MS foram 31,34 a 34,72% (DKB 185 e AG8088 PRO, respectivamente) e não diferiram (P>0,05) entre os híbridos e para as diferentes alturas de corte. Pinto et al. (2010) não verificaram diferenças significativas para dois híbridos, cujos teores variaram de 33,2 (TRAKTOR) a 38,2% (AGN-3150), com altura de corte de 15 cm acima do nível do solo.

Não ocorreu diferença (P>0,05) para a FDN entre os híbridos e altura de corte e os teores variaram de 58,34 a 60,36%, conforme apresentado na **tabela 2**. A FDN indica a quantidade de fibra que há no volumoso, os teores encontrados dessa variável no presente trabalho para todos os híbridos são adequados para confecção de silagem de boa qualidade. Oliveira et al. (2010) avaliaram a composição nutricional de culturas forrageiras colhidas no ponto de ensilagem e obtiveram como resultado para a cultura de milho o valor de 60,0% para FDN.

Os valores de FDA encontrados não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os híbridos e as alturas de corte (**Tabela 2**). Para as alturas 0,40 e 0,60 m, os resultados foram 28,70 e 28,67%, respectivamente. Estes resultados demonstram que as cultivares apresentam teores de semelhantes de FDA e boa adaptação ao ambiente em que foram cultivados e a genética favorece sua utilização para silagem. Dados diferentes foram obtidos por Jaremtchuk et al. (2005) que trabalharam com vinte genótipos de milho para silagem e observaram que os teores variaram de 27,09 e 35,10% para altura

de 20 cm e entre 21,53 e 30,55% para altura abaixo da inserção da espiga. No trabalho de Lucas et al. (2009) observaram teores de FDA para os híbridos 30S40 (27,78%) e 30K64 (27,19%) que não diferiram entre si, quando cortaram as plantas a 20 cm acima do nível do solo. Os mesmos autores relataram que diferenças na FDA pode estar relacionada à proporção de lignina e quantidade de fibra presente no volumoso, ou relacionada ainda às diferenças genéticas das cultivares e diferenças no ambiente em que foram realizadas as avaliações.

Os resultados de PB do material original não foram significativos ($P > 0,05$) percebendo pouca variação entre os híbridos (7,96 a 8,48%) e as alturas de corte (**Tabela 2**). Estes resultados estão dentro do adequado para confecção de silagem, pois a normalmente os teores variam de 6 a 9%. As características químico-bromatológicas de doze cultivares de milho para ensilagem também foram avaliadas por Pinto et al. (2010) e os teores de PB diferiram ($P < 0,05$) entre cultivares, variando de 7,1% para o TORC a 8,8% para o CD-303. No trabalho de Assis et al. (2014) encontraram teores variando de 8,06 (GNZ 2500) a 9,10% (PRE 32D10) de PB, cujo corte foi realizado a 10 cm acima do nível do solo. As diferenças observadas quanto ao teor de PB podem estar relacionadas a diferenças na eficiência de absorção do N disponível no solo para a planta, em que, os diversos híbridos requerem quantidades diferentes de N, de acordo com seu potencial de produtividade.

CONCLUSÕES

Todos os híbridos estudados apresentam boas características químico-bromatológicas para confecção de silagem.

Os híbridos possuem bom potencial produtivo para produção de silagem.

As alturas de corte de 0,40 e 0,60 em relação ao solo não interferem na qualidade do material a ser ensilado.

AGRADECIMENTOS

As empresas que doaram as sementes para o desenvolvimento desta pesquisa e ao IF Goiano Campus Ceres pelo apoio financeiro e pela disponibilização de máquinas e equipamentos.

REFERÊNCIAS

ASSIS, F.B.; BASSO, F.C.; LARA, E.C.; RAPOSO, S.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FERNANDES, L.O.; RABELO, C.H.S.; REIS, R.A. Caracterização

agronômica e bromatológica de híbridos de milho para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.6, p.2869-2882, 2014.

FACTORI, M.A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; SILVEIRA, J.P.F.; SILVA, M.G.B. Degradabilidade e digestibilidade de híbridos de milho em função do estágio de colheita, tamanho de partícula e processamento por meio do esmagamento na ensilagem. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p.882-891, 2014.

FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.62, n.1, p.19-27, 2005.

JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M.T.; KOZLOWSKI, L.A.; COSTA, C.; MADEIRA, H.M.F. Características agrônômicas e bromatológica de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Londrina, v.27, n.2, p.181-188, 2005.

LUCAS, F.T.; SEKITA, A.P.C.; SILVA, F.H.; FERNANDES, L.O. Produção e qualidade de híbridos para silagem. **FAZU em Revista**, Uberaba, v.6, p.34-39, 2009.

NEUMANN, M.; MUHLBACH, P.R.F.; NORBERG, J.L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1395-1405, 2007.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.A.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p.1071-1078, 2010.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2010.



SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. p.165.

Tabela 1. Produção de matéria verde (PMV), Produção de matéria seca (PMS) e teor de matéria seca (MS%) da matéria original de cultivares de milho cortadas em diferentes alturas.

Cultivar	PMV (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)	MS (%)
Fórmula	36.220 a	12.290 a	33,90 a
P3646H	34.940 a	11.610 a	33,15 a
AGN30A91H	36.560 a	12.040 a	32,99 a
DKB 185	42.790 a	13.400 a	31,34 a
AG8088 PRO	38.620 a	13.430 a	34,72 a
Corte (m)	PMV (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)	MS (%)
0,40	38.110 a	12.500 a	32,84 a
0,60	37.540 a	12.610 a	33,59 a
CV (%)	11,98	14,69	6,36

CV (%): Coeficiente de Variação. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Teores na matéria seca de Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da matéria seca do material original de diferentes cultivares de milho para ensilagem.

Cultivar	FDN	FDA	PB
	MS -----		
Fórmula	58,34 a	28,21 a	7,96 a
P3646H	58,45 a	28,62 a	8,08 a
AGN30A91	59,41 a	28,78 a	8,01 a
DKB 185	59,55 a	28,58 a	8,26 a
AG 8088 PRO	60,36 a	29,23 a	8,48 a
Corte (m)	FDN	FDA	PB
0,40	59,55 a	28,70 a	8,15 a
0,60	58,90 a	28,67 a	8,17 a
CV (%)	2,46	3,96	4,72

CV (%): Coeficiente de Variação. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas intensificados de produção de grãos em Sete Lagoas - MG.

Marina Luciana Abreu de Melo ⁽¹⁾; **Bruno Montoani Silva** ⁽²⁾; **Aline Martineli Batista** ⁽³⁾; **Eduardo Vieira Guimarães** ⁽⁴⁾; **Gabriela Soares Santos Araújo** ⁽⁵⁾; **Maíse Soares de Moura** ⁽⁶⁾; **Emerson Borghi** ⁽⁷⁾; **Paula Karen Mota** ⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista CNPq; Sete Lagoas, MG; marinaluciana94@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista PET-Agronomia; ⁽⁴⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁶⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁷⁾ Pesquisador/Professor; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁸⁾ Engenheira Ambiental.

RESUMO: A qualidade física do solo pode afetar a produtividade das culturas, o que ressalta a importância do estabelecimento de sistemas de produção que favoreçam os atributos físicos do solo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 05 repetições e 07 tratamentos: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR). Coletaram-se amostras indeformadas nas profundidades de 0-5 e 15-20 cm e determinaram-se os atributos macroporosidade (Macro), densidade do solo (Ds), capacidade de aeração do solo (ACb) e capacidade de aeração da matriz do solo (ACm). Exceto para Macro, os valores obtidos indicaram boa qualidade física do solo nas áreas cultivadas, porém não foram detectados efeitos do consórcio com braquiária e houve baixa correlação entre ACb, Acm, Macro e a produtividade do milho na primeira safra. Espera-se que essas relações sejam determinadas após alguns ciclos de cultivo.

Termos de indexação: milho, aeração do solo, produtividade.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura que apresenta alto potencial produtivo. Apesar de ser amplamente cultivada no Brasil, a produtividade

média nacional ainda é muito baixa, evidenciando a necessidade de sofisticação dos sistemas de produção (Duarte & Kappes, 2015).

O efeito do manejo das culturas na qualidade física do solo pode ser investigado por meio da utilização de parâmetros indicadores (Topp et al., 1997; Reynolds et al., 2008) e da comparação ao estado natural do solo ou faixas de valores considerados ideais na literatura. Nesse sentido, Reynolds et al. (2008) propuseram, entre outros parâmetros, a macroporosidade, a densidade do solo, a capacidade de aeração do solo e a capacidade de aeração da matriz do solo como indicadores de sua qualidade física. Este último indicador difere-se da capacidade de aeração do solo por se referir exclusivamente à aeração proporcionada pelos microporos.

A fração gasosa do solo é essencial para a garantia da oxigenação do seu perfil, necessária à vida aeróbica (raízes e micro-organismos). Para isso, um conteúdo de ar na faixa de 0,05 a 0,20 m³ m⁻³ é usualmente satisfatório (Jong van Lier, 2010). Watanabe et al. (2008) sugerem que a aeração do solo na zona radicular, entre outras condições físicas, está diretamente relacionada ao crescimento das plantas. Portanto, esse atributo pode afetar a produtividade das culturas.

Em relação à densidade do solo, esta é amplamente empregada como indicador devido à fácil determinação e à relação com outras propriedades físicas que afetam o desenvolvimento das plantas, como porosidade e aeração do solo. O aumento da densidade geralmente implica redução da porosidade, notadamente da macroporosidade (Lima et al., 2007; Gubiani et al., 2013).

Segundo Andrade et al. (2009), a prática da rotação de culturas pode contribuir para a melhoria da qualidade física do solo. Esse benefício pode ser intensificado pelo uso de gramíneas, as quais

propiciam a formação de bioporos (Williams & Weil, 2004). Estes, por sua vez, favorecem o crescimento radicular, a movimentação da água e a difusão de gases no solo (Muller et al., 2001; Bengough et al., 2011).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico por meio do emprego de parâmetros indicadores e relacionar a aeração do solo à produtividade da cultura do milho em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área experimental de produção de grãos da Embrapa Milho e Sorgo, com 4,4 ha, no município de Sete Lagoas - MG, (19°28' S e 44°15'), altitude de 732 m. O clima regional é tipo Cwa, conforme Köppen. Predomina na área a classe de solo Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório de Física do Solo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*.

Entre agosto e outubro de 2014, foram realizadas operações de mobilização do solo até 25 cm de profundidade, visando à construção da fertilidade e ao preparo do solo para implantação de um sistema de plantio direto. A semeadura das culturas - milho cultivar AS 1581 PRO, soja cultivar BRS 7380 RR e *Brachiaria ruziziensis* - ocorreu em dezembro do mesmo ano.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR), considerado o tratamento de referência. Cada tratamento foi aplicado em uma faixa de plantio, com o objetivo de reproduzir sistemas de produção em regime de sequeiro, com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação.

A amostragem foi realizada em julho de 2015, um mês após a colheita da primeira safra. Foram coletadas, em cinco pontos georreferenciados por faixa, nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm, amostras indeformadas de solo, em anéis volumétricos. Em laboratório, as amostras foram preparadas para remoção do excesso de solo e revestidas utilizando malha e goma de borracha.

Em seguida, as amostras foram saturadas por capilaridade para determinação do volume total de poros (VTPd), como sendo igual à umidade de saturação (θ_s), ($m^3 m^{-3}$). Em mesa de tensão automatizada da marca ECOTECH as amostras foram submetidas às tensões de 1 KPa e 10 KPa para determinar, nessa ordem, a microporosidade (Micro), ($m^3 m^{-3}$) e a capacidade de campo (CC), ($m^3 m^{-3}$), segundo Reynolds et al. (2008). Por diferença entre VTPd e Micro, foi calculada a macroporosidade (Macro), ($m^3 m^{-3}$). A capacidade de aeração do solo (ACb), ($m^3 m^{-3}$) e a capacidade de aeração da matriz do solo (ACm), ($m^3 m^{-3}$), foram definidas, respectivamente, pela diferença entre θ_s e CC e pela diferença entre Micro e CC (Reynolds et al., 2008). A densidade do solo (D_s) foi determinada pela relação entre massa e volume e calculada em $Mg m^{-3}$. Os procedimentos foram executados conforme descritos em Embrapa (2011).

A análise granulométrica foi executada pelo método da pipeta e o teor de matéria orgânica (MOS) na camada de 0-5 cm pelo método Walkley-Black, segundo Embrapa (2011) (**Tabela 1**).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014).

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila e matéria orgânica para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila	MO
T1	12,33	23,92	63,74	5,06
T2	11,43	14,40	74,53	4,07
T3	11,93	14,98	73,10	4,20
T4	11,53	17,10	71,37	4,30
T5	11,38	12,21	76,42	4,44
T6	12,61	31,41	63,74	4,31
CN	22,54	20,08	57,38	6,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que há duas classes texturais de solo na área experimental (**Tabela 1**), sendo o solo sob T1, T2, T3, T4, T5 e T6, classificado como muito argiloso e do CN como argiloso. Observou-se, ainda, um maior teor de MO no CR (**Tabela 1**). Oliveira et al. (2004) obtiveram resultado similar comparando o ambiente nativo a áreas aradas.

Constatou-se que, exceto para o atributo macroporosidade, os tratamentos com alto investimento em adubação (T5 e T6), apresentaram valores de D_s , ACb e ACm mais próximos ao CR quando comparados ao sistema de monocultivo de milho com médio investimento em adubação (T2)

(Figura 1 e Tabela 2). Esses resultados permitem inferir que a melhoria dos atributos químicos do solo pode se refletir na sua qualidade física.

Grable & Siemer (1968) propuseram a porosidade de aeração (PA) de 10% como crítica para o crescimento radicular, em função da limitada difusão de oxigênio no solo. Observou-se que apenas o CR apresentou uma macroporosidade superior ao valor crítico de PA, indicando que os sistemas de produção analisados acarretaram prejuízo à qualidade física do solo em relação a esse parâmetro (Tabela 2).

Quanto à densidade do solo, Reichert et al. (2003) estabeleceram o valor limitante de 1,30 Mg m⁻³ para solos argilosos. Todos os tratamentos exibiram valores de Ds inferiores ao limitante e, portanto, não há impedimentos mecânicos para o crescimento das raízes do milho (Tabela 2).

Para a capacidade de aeração do solo (ACb) e a capacidade de aeração da matriz do solo (ACm), Reynolds et al. (2008) sugeriram que valores de ACb superiores a 0,12-0,17 m³ m⁻³ podem ser requeridos para o máximo rendimento das culturas em solos de textura média a argilosa e o valor de 0,10 m³ m⁻³ para ACm aparenta ser razoável. Em todos os tratamentos, os valores de ACb e ACm foram iguais ou superiores aos de referência, evidenciando a boa qualidade física do solo quando baseada nesses atributos (Tabela 2).

Tabela 2 – Macro, Ds, ACb e ACm de um Latossolo Vermelho distrófico para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Macro (m ³ m ⁻³)	Ds (Mg m ⁻³)	ACb (m ³ m ⁻³)	ACm (m ³ m ⁻³)
T1	0,04 a	1,09 a	0,17 a	0,13 a
T2	0,07 a	1,05 a	0,18 a	0,11 a
T3	0,05 a	1,01 b	0,19 a	0,13 a
T4	0,05 a	1,02 b	0,16 a	0,12 a
T5	0,06 a	1,00 b	0,21 b	0,15 b
T6	0,06 a	0,95 b	0,23 b	0,18 b
CN	0,19 b	0,83 c	0,34 c	0,15 b
CV (%)	44,82	7,01	19,93	23,83

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

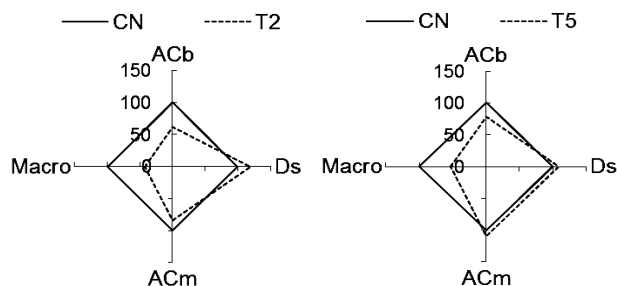


Figura 1 - Diagramas radiais comparando a qualidade do solo entre dois sistemas de produção (T2 e T5), em relação à área de Cerrado em revegetação (CR), para a camada de 0-5 cm.

Para todos os parâmetros considerados, não houve diferença estatística entre T3 e T4 e T5 e T6 (Tabela 2), demonstrando que o uso da braquiária em consórcio com as culturas não contribuiu para a melhoria da qualidade física do solo. Calonego et al. (2011) verificaram que o cultivo de braquiária em consórcio com o milho por dois anos consecutivos melhora as condições físicas do solo na camada de 20-40 cm. Assim, espera-se que os efeitos do consórcio sejam evidenciados a médio/longo prazo.

Para as profundidades avaliadas, foi observada diferença significativa (p<0,05) para Ds, ACb e ACm, sendo que foram encontradas Ds maiores na camada mais profunda (Tabela 3). Stone & Silveira (2001), estudando os efeitos da rotação de culturas na densidade e na porosidade do solo, também encontraram maiores valores de densidade do solo à medida que se aumentou a profundidade de análise.

Tabela 3 – Macro, Ds, ACb e ACm nas camadas amostradas de um Latossolo Vermelho distrófico para os tratamentos avaliados.

Camada (cm)	Macro (m ³ m ⁻³)	Ds (Mg m ⁻³)	ACb (m ³ m ⁻³)	ACm (m ³ m ⁻³)
0-5	0,08 a	0,97 a	0,23 a	0,15 a
15-20	0,07 a	1,02 b	0,19 b	0,13 b
CV (%)	44,82	7,01	19,93	23,83

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Houve baixa correlação entre ACb, ACm, Macro e produtividade relativa para a cultura do milho (Figura 2). Esse resultado corrobora com o trabalho de Stone et al. (2013), no qual os autores também obtiveram baixa correlação entre macroporosidade e produtividade para a cultura do feijoeiro. Rosseti et al. (2013), avaliando sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho, constataram que são necessários alguns ciclos de cultivo para que a produtividade seja explicada por atributos físicos do solo.

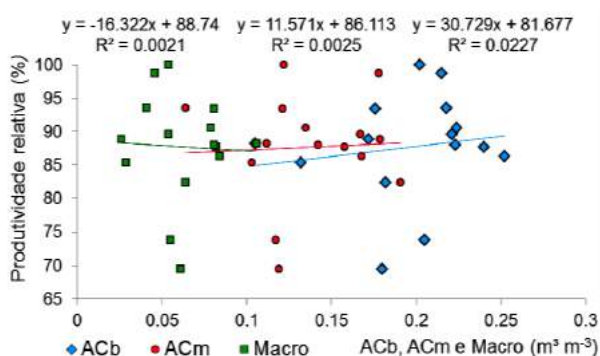


Figura 2 – Correlações entre capacidade de aeração do solo (ACb), capacidade de aeração da matriz do solo (ACm), macroporosidade (Macro) e produtividade relativa para a cultura do milho.

CONCLUSÕES

Há uma sensível redução da qualidade física do solo nas áreas cultivadas em comparação ao ambiente natural.

A produtividade do milho pode não ser influenciada pelos atributos físicos do solo em curto prazo.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, ao CNPq, à FAPEMIG e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, Jul/Aug, 2009.

BENGOUGH, A.G.; McCKENZIE, B.M.; HALLETT, P.D.; VALENTINE, T.A. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: A review of limiting stresses and beneficial root tip traits. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, p. 59-68, 2011.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. Costa. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 2183-2190, 2011.

DUARTE, A. P. & KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agrônomicas**, n. 152, dezembro, 2015. Disponível em <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/67F689B3E7947A6A83257F31004BAB77/\\$FILE/Page15-18_152.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/67F689B3E7947A6A83257F31004BAB77/$FILE/Page15-18_152.pdf)>. Acesso em 10 de maio de 2016.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.

GRABLE, A.R. & SIEMER, E.G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**, v. 32, p. 80-186, 1968.

GUBIANI, P. I.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 1-10, 2013.

JONG VAN LIER, Q. **Física do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1ª ed. Viçosa: UFV, 2010.

LIMA, C. G. D. R.; CARVALHO, M. D. P.; MELLO, L. M. M. D.; LIMA, R. C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Ilha Solteira, p. 1233-1244, 2007.

MULLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 531-538, Maio/Jun, 2001.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S. & CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v.27, p.29-48, 2003.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; TAN, C. S. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**, v. 146, n. 3, p. 466-474, 2008.

ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. Sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 472-479, 2013.

STONE, L. F. & SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santo Antônio de Goiás, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.

STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. B.; DIDONET, A. D.; HEINEMANN, A. B.; OLIVEIRA, J. P. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2013.

TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D.; COOK, F. J.; KIRBY, J. M.; CARTER, M. R. Physical attributes of soil quality. **Developments in Soil Science**, vol. 25. Elsevier, New York, NY, pp. 21–58, 2007.

WATANABE, S. H.; TORMENA, C. A.; ARAUJO, M. A.; ... VIDIGAL FILHO, P. S. Resistência do solo à penetração e porosidade de aeração de um latossolo vermelho distrófico sob plantio direto por dois anos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 22, p. 1055-1060, 2008.

WILLIAMS, S. M.; WEIL, R. R. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 68, n. 4, p. 1403-1409, 2004.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Quantificação de Bactérias Diazotróficas Associadas às Raízes de Milho (*Zea mays* L.)

Mairla Angelina dos Reis⁽¹⁾; Fernando Moreno Rozo⁽²⁾; Jaíza Ellen Borges Cordeiro⁽³⁾; Lílian Estrela Borges Baldotto⁽⁴⁾; Marihus Altoé Baldotto⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante, *Campus* de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Rodovia LMG 818, Km 06, CEP 35690-000, Florestal, MG, mairlaangelina@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estudante, *Campus* de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Rodovia LMG 818, Km 06, CEP 35690-000, Florestal, MG, agronomo.moreno@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante, *Campus* de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Rodovia LMG 818, Km 06, CEP 35690-000, Florestal, MG, jaizaellen@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professora, *Campus* de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Rodovia LMG 818, Km 06, CEP 35690-000, Florestal, MG, lilian.estrela@ufv.br; ⁽⁵⁾ Professor, *Campus* de Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Rodovia LMG 818, Km 06, CEP 35690-000, Florestal, MG, marihus@ufv.br.

RESUMO: O milho é cultivado mundialmente, possuindo um destaque na agricultura brasileira. A sua produção vem proporcionando rentabilidades, pois está sendo empregado na alimentação humana e animal. Um dos aspectos determinantes para a alta produtividade do milho é adubação nitrogenada, porém são necessárias quantidades de adubação de forma constante durante todo o ciclo da cultura. Entretanto, o uso inadequado de fertilizantes nitrogenados vem acarretando diversos impactos ambientais. Atualmente, tem-se buscado alternativas para minimizar o uso de fertilizantes para diminuir os custos da cultura. Essa nova tecnologia procura utilizar bactérias capazes de realizar interações associativas com as plantas proporcionando aquisição de nutrientes. Esse processo é conhecido como fixação biológica do nitrogênio realizado por bactérias diazotróficas. O objetivo desse trabalho foi quantificar bactérias diazotróficas presentes nas raízes do milho, previamente inoculados e cultivados a campo. Foram coletadas raízes de milho em dez tratamentos (controle e nove inóculos) com três repetições na área experimental do Campus UFV-CAF. O isolamento das bactérias diazotróficas associadas a raízes de milho foi realizado por meio da técnica do Número Mais Provável (NMP) usando os diferentes meios de cultura JMV, LGI e JNFb e consultando a tabela McCrady para três repetições por diluição. Os resultados obtidos sofreram transformação logarítmica e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Ao final do cultivo do milho, não foi observada diferença

significativa no NMP de bactérias diazotróficas entre os tratamentos com e sem inoculação.

Termos de indexação: produtividade, adubação nitrogenada, fixação biológica do nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie da família Poaceae cultivada mundialmente. Na agricultura brasileira, é o principal cereal produzido, cuja safra 2015/2016 atingiu 79 milhões de toneladas em aproximadamente 15 milhões de hectares. A produção de milho torna-se essencial no cenário econômico e social, pois é empregado na alimentação humana e animal (Conab, 2016).

A cultura do milho é extremamente exigente em nitrogênio, principalmente no estágio inicial, porém quantidades necessárias da adubação nitrogenada ocorrem de forma constante durante todo o ciclo da cultura (Costa et al., 2012).

Devido aos custos dos fertilizantes, tem-se buscado alternativas para minimizar seu uso de forma que não comprometa a produtividade da cultura. O aprimoramento desse processo procura utilizar os microrganismos presentes no solo e no interior de tecidos vegetais, beneficiando as plantas no crescimento e desenvolvimento (Arruda, 2012).

Com o interesse de aumentar a produtividade da cultura do milho, tem se destacado bactérias que vivem em associação com as plantas. São bactérias que contem o complexo enzimático da nitrogenase,

sendo capazes de quebrar a tripla ligação que une dois átomos de nitrogênio e fazem a redução do N_2 à amônia (NH_3) (Novakowski et al., 2011). Esse método de fixação biológica do nitrogênio (FBN) é realizado por um grupo de bactérias diazotróficas, além da fixação essas bactérias em associação com gramíneas são conhecidas por atuarem diretamente na produção de hormônios como auxinas, giberelinas e citocinas, na solubilização de fosfatos e óxidos de zinco (Baldotto et al., 2010).

O trabalho objetivou quantificar bactérias diazotróficas associadas às raízes de milho, previamente inoculados e cultivados a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Cultivo do milho

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal* (UFV-CAF), situado nas coordenadas geográficas $19^{\circ}87'43.08''S$ e $44^{\circ}41'76.32''W$. Os dados climáticos durante o ciclo da cultura foram calculados a partir de uma série de 30 anos de dados observados em Florestal, a precipitação média anual equivale a 1426,8 mm, a temperatura mínima média a $13,1^{\circ}C$ e a temperatura máxima média a $28^{\circ}C$ (INMET, 2016). O solo foi classificado Latossolo vermelho amarelo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com dez tratamentos (controle e nove estirpes bacterianas pertencentes à coleção de bactérias diazotróficas da UFV-CAF) e três repetições. Os tratamentos foram: T1 (controle, sem inoculação), T2 (inóculo UFV1214/ isolado no meio de cultivo JMV), T3 (UFV1154/meio LGI), T4 (UFV1141/meio JNFb), T5 (UFV2212/meio JMV), T6 (UFV3143/meio JNFb), T7 (UFVL-162/meio JMV), T8 (UFVL-163/meio JMV), T9 (UFVL-164/meio JMV), T10 (UFVLSOF7/meio JMV). A inoculação foi realizada por meio da imersão das sementes de milho híbrido 2B655HX no meio bacteriano por 2 horas (10^8 células/mL) e em seguida foi realizado o plantio em 11/12/2015.

Cada unidade experimental foi constituída por 12 linhas de 5 metros, espaçadas entre si por 0,50 m. Para eliminar o efeito bordadura, foram consideradas como área útil as fileiras centrais, desprezando-se duas fileiras de cada lado e 0,50 cm das extremidades.

Contagem de bactérias diazotróficas

O isolamento de bactérias diazotróficas foi realizado conforme descrito por (Döbereiner et al., 1995). As coletas foram realizadas no final do ciclo da cultura do milho, nos dias 26 de abril a 06 de maio de 2016. Foram coletadas raízes junto com solo rizosférico na área central de cada unidade experimental e transportados em sacos plásticos esterilizados para o Setor de Floricultura, onde foram realizados os trabalhos microbiológicos. As amostras de cada tratamento foram pesadas em 10 gramas e depois trituradas no liquidificador com 90 mL de solução salina ($NaCl$, $8,5 g L^{-1}$). As alíquotas de 0,1 mL das diferentes diluições foram transferidas, em triplicata para frascos de vidro contendo 5 ml de meios semi-sólidos, para os seguintes meios JMV, LGI e JNFb. Após essas diluições, os frascos de vidro foram incubados em estufa durante 7 dias em temperatura $30^{\circ}C$. Foi considerado positivo os meios com formação de uma película aerotóxica típica na superfície do meio. A contagem das bactérias diazotróficas nos meios semi-sólidos foi realizada por meio da técnica do número mais provável (NMP) (Döbereiner et al., 1995), utilizando à Tabela de McCrady para três repetições por diluição.

Análise estatística

Os resultados obtidos na tabela McCrady foram submetidos à transformação logarítmica, em seguida, foram calculadas as médias e o erro padrão da média para cada tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na contagem do número mais provável (NMP), foi possível verificar que bactérias diazotróficas permaneceram ao longo de todo cultivo da cultura (Figura 1), corroborando com trabalhos que inoculam bactérias diazotróficas no cultivo de milho (Novakowski et al., 2001; Costa et al., 2012).

Verificou-se também que as bactérias diazotróficas habitam naturalmente as raízes do milho, uma vez que o NMP do controle, com o uso dos meios semi-sólidos JMV, LGI e JNFb, não diferiu dos demais tratamentos inoculados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Segundo Döbereiner et al. (1995) e Baldani et al. (1996), os meios de cultura semi-sólidos JMV, LGI e JNFb permitiram o isolamento das bactérias dos gêneros *Herbaspirillum* spp, *Acetobacter* spp, *Burkholderia* spp., respectivamente.

CONCLUSÕES

As bactérias diazotróficas habitam naturalmente as raízes de milho.

O NMP de bactérias diazotróficas não diferiu entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, L. M. **Seleção e Caracterização de Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Milho Cultivas no Rio Grande do Sul.** Tese de Mestrado, Porto Alegre, 2012.

BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. **Meios de cultura específicos para o isolamento de bactérias endofíticas que fixam o N₂ atmosférico.** Comunicado Técnico, Embrapa Agrobiologia, n.12, 1996. 4p.

BALDOTTO, L. E.B.; BALDOTTO, M.A.; OLIVARES, F. L.; PIO VIANA, A.; BRESSAN-SMITH, R. **Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) cultivar vitória durante aclimatização.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 349-360, 2010.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** 8º ed. Brasília: Conab, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/boletim_graos_maior_pdf2016>. Acesso em 26 de maio de 2016.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K S. M. **Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v.47, n. 9, p. 1038-1047, 2012.

DÖBEREINER, J; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas.** Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 1995, 66p.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em 30 de maio de 2016.

NOVAKOWISKI, H.; SANDINI, E.; FALBO, K.; DE MORAIS, A.; NOVAKOWISKI, J.; CHENG, C. **Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho.** Ciências Agrárias, v.32, p.1687-1698, 2001.

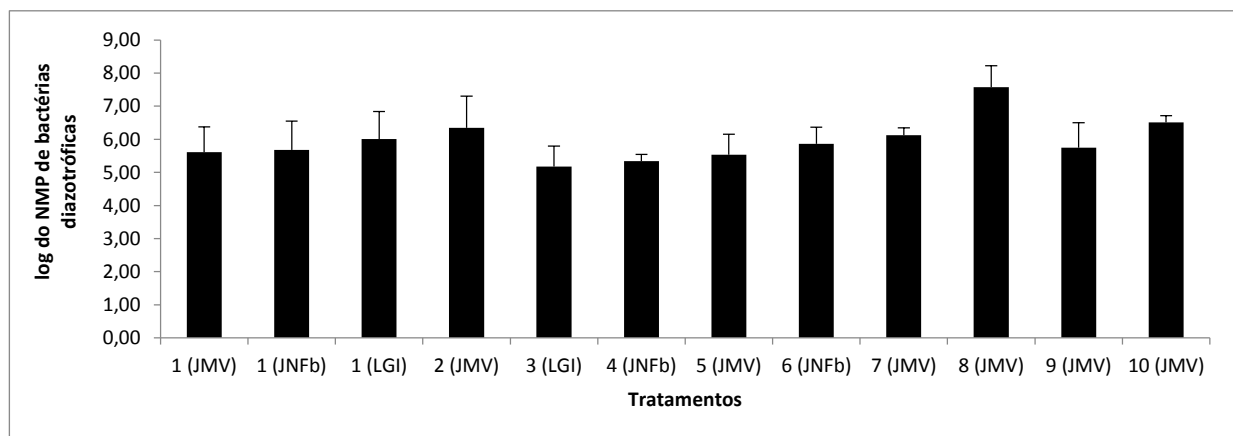


Figura 1 – Número Mais Provável (NMP) de bactérias diazotróficas associadas às raízes de milho nos diferentes meios de cultivo (log do número de células g⁻¹ de raízes). T1 (controle), T2 (UFV1214), T3 (UFV1154), T4 (UFV1141), T5 (UFV2212), T6 (UFV3143), T7 (UFVL-162), T8 (UFVL-163), T9 (UFVL-164), T10 (UFVLSOF7). Não houve diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resistência à penetração em área irrigada sob diferentes níveis de investimento, rotação e sucessão e culturas

Karina Mendes Bertolino⁽¹⁾; Bruno Montoani Silva⁽²⁾; Gabriela Soares Santos Araujo⁽³⁾; Aline Martineli Batista⁽⁴⁾; Marina Luciana Abreu de Melo⁽⁵⁾; Emerson Borghi⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; soaresgabriela038@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista PET Agronomia; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁶⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A Resistência a Penetração (RP) é uma propriedade que indica e quantifica a compactação do solo. Objetivou-se avaliar a RP em uma área irrigada sob diferentes níveis de investimento, rotação de culturas e consórcio. O experimento foi realizado em uma área de pivô da Embrapa Milho e Sorgo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com dez tratamentos e sete repetições que consistiam em faixas com diferentes níveis de investimento em adubação: Alto investimento em adubação e outros tratamentos rotação soja-milho-feijão (T1); Alto investimento + braquiária + leguminosa rotação soja-milho-feijão (T2); Alto investimento + braquiária rotação soja-milho-feijão (T3); Médio investimento + braquiária rotação soja-milho-feijão (T4); Médio investimento rotação soja-milho-feijão (T5) e Médio investimento sucessão milho-feijão (T6); Médio investimento monocultura de milho (T7). Para a análise em campo utilizou-se um Penetrômetro de impacto, e para umidade coletou-se em 5 camadas de 10 cm. A camada de 0-10 cm apresentou menores valores de RP comparadas a camada de 10-20 cm. Na camada de 20-30 cm, T4 e T5 obtiveram menores valores de RP. Na camada de 30-40 cm, T2, T3, T7 obtiveram maiores valores de RP, que diferiram de T1, T5, T6, T4. O mesmo ocorre para a camada de 40-50 cm, em que os tratamentos T2-(3.47 MPa), T3-(3.38 MPa), T7-(3.11 MPa) obtiveram valores RP, o que se apresenta uma maior restrição ao desenvolvimento do milho.

Termo de Indexação: Milho, Compactação.

INTRODUÇÃO

Atualmente o milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil (Cruz et al., 2010). Na safra 2014/2015 a produção média de 80 milhões de

toneladas, o país está posicionado dentre os maiores produtores mundiais (Conab, 2015).

A compactação do solo é um dos fatores capazes de limitar o desenvolvimento das culturas, uma vez que o sistema radicular das plantas se mostra sensível a essas modificações no solo (Foloni et al. 2013),

Segundo Collares et al., (2006) para que as plantas expressem um bom desenvolvimento são necessários solos com boas condições físicas, que determinaram os fluxos de água, calor e gases. A umidade controla a aeração, temperatura e resistência mecânica do solo à penetração de raízes, que são afetadas também pela densidade e distribuição do tamanho dos poros do solo. As interações desses fatores físicos regulam o crescimento e a funcionalidade das raízes refletindo no crescimento e produtividade dos cultivos.

A resistência à penetração (RP) é uma propriedade física que expressa o grau de compactação de um solo e a facilidade que as raízes penetram neste (Llanillo et al., 2006). Por ser um equipamento de baixo custo, fácil manuseio e tendo em vista que o resultado não depende do operador, o Penetrômetro de impacto tem sido muito utilizado na agricultura para caracterizar a compactação ocasionada pelo uso e manejo do solo (Tormena & Roloff 1996.).

Em um trabalho onde foi avaliada a RP na cultura do milho, Freddi et al., (2006), constataram que valores entre 0,9 e 2,0 MPa não afetaram a produtividade da cultura. Tavares filho et. al., (2001), concluíram por sua vez que, valores de RP entre 1 e 3.5 MPa, presentes na literatura como restritivos a cultura, não afetaram o desenvolvimento de raízes do milho. Entretanto é encontrado ainda na literatura que valores de RP de 1.3 MPa são capazes de reduzir o crescimento das raízes seminais adventícias do milho à metade (Rosolem et al., 1999).

Ao avaliar a RP é importante considerar que esta é uma variável sensível a textura, estrutura do solo, densidade e umidade do solo (Tavares et al., 2014, Paulucio et al., 2014, Llanillo et al., 2006).

A estrutura do solo pode sofrer alterações de acordo com o manejo empregado, tais alterações podem ser refletidas na densidade do solo e no aumento a dificuldade da penetração das raízes (Kiehl, 1979).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à penetração em uma área irrigada sob diferentes níveis de investimento em adubação e de intensificação de culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental com pivô central de aproximadamente de 3.64 ha, localizada na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (MG), (19°28'S e 44°15'W) e altitude de 732m. O clima da região e do tipo (Cwa) segundo Koppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no laboratório de Física do solo e conservação do solo e da água da Universidade Federal de São João del Rei, *campus Sete Lagoas*.

A área é composta por um sistema de plantio direto em processo de implantação (primeiro ano). De setembro a outubro 2014 foram realizadas em toda área, várias operações de mobilização do solo para a incorporação de insumos e preparo do solo, essas práticas não ultrapassaram 30 cm de profundidade. Em junho de 2015 foi realizada a semeadura do milho (Agroeste 1581 PRO) e em novembro foi semeada a soja (cultivar BRS 7380 RR – BRS RR 09-10051). A coleta das amostras foi realizada em março de 2015, período no qual a área era composta por soja em seu estágio de senescência.

O Delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com dez repetições e sete tratamentos que consistiram em faixas de plantio com diferentes níveis de investimento em adubação: Alto investimento em adubação e outros tratos rotação soja-milho-feijão (T1); Alto investimento + braquiária + leguminosa rotação soja-milho-feijão (T2); Alto investimento + braquiária rotação soja-milho-feijão (T3); Médio investimento + braquiária rotação soja-milho-feijão (T4); Médio investimento rotação soja-milho-feijão (T5) e Médio investimento sucessão milho-feijão (T6); Médio investimento monocultura de milho (T7).

Para a análise em campo, utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, no qual o funcionamento consiste na penetração de uma haste com ponteira através de

um êmbolo de massa conhecida e altura constante. A penetração é medida após cada impacto da haste no solo (Molin et al.2012).

Para determinação da umidade do solo, foram coletadas amostras em três pontos por faixa nas camadas de 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50 cm de profundidade com o auxílio de um trado holandês.

Os dados obtidos foram processados em planilha eletrônica desenvolvida por (Stolf, 2011). Posteriormente foram submetidos à análise de variância e quando significativo ao teste de medias Skott-knott a 5 % de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de RP nos tratamentos estudados encontram-se na **Figura 1**.

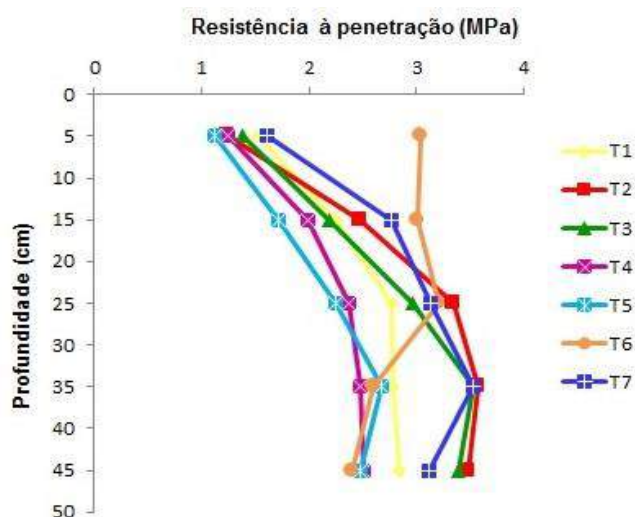


Figura 1: Resistencia a Penetração nos diferentes tratamentos estudados.

Observa-se que na camada de 0-10 cm, os tratamentos T1(1.51 MPa), T2(1.24 MPa), T3(1.38 MPa), T4(1.37 MPa), T5(1.12 MPa), T7(1.60 MPa), se diferiram estatisticamente do tratamento T6 (3.03MPa), que apresentou maior RP.

A camada de 0-10 cm. apresentou menores valores de RP se comparada à camada de 10-20 cm. Esse resultado pode estar relacionado aos tratos culturais realizados anteriormente na área, sendo eficientes para esta profundidade.

Para Resende et al., (2002), operações de preparo do solo como escarificação e subsolagem modificam a estrutura do solo, reduzem a RP, contribuem na melhoria da circulação do ar, água e

nutrientes e aumenta o volume de solo a ser explorado pelas raízes.

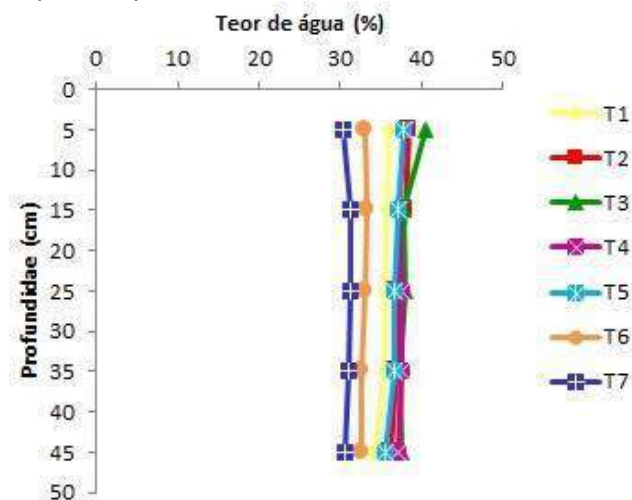


Figura 2: Teor de água presente nos tratamentos.

De acordo com Mercante et al., (2003) para um mesmo solo, quanto maior for a densidade, maior será a RP e menor será a macroporosidade do solo. Contudo deve ser levado em conta que a resistência do solo é mais afetada pela variação da umidade do solo no momento da amostragem do que pela densidade. No entanto, de forma geral, pode-se observar que T7 e T6 estavam menos úmidos (**Figura 2**), mas não repercutiu em maior RP em todo o perfil do solo para estes tratamentos.

Na camada subsequente (10 a 20 cm) há um aumento da RP para os tratamentos T1-(2.24 MPa), T3-(2.19 MPa), T4-(1.99 MPa), T5-(1.71 MPa). Tais tratamentos se diferem estatisticamente de T2-(2.47 MPa), T6-(3.01 MPa), T7-(2.76 MPa), que obtiveram valores maiores do que os do primeiro grupo. O aumento da RP em T6 e T7 pode ser explicado pelo fato dessas áreas estarem em pousio desde a safra anterior.

Voorhes e Lindstrom (1984) relataram trabalhos que o aumento da RP em uma área de pousio está relacionado à exposição do solo a ação direta da chuva acarretando em degradação deste solo. Embora ocorra o surgimento de plantas daninhas espontâneas, estas não são capazes de promover adequada cobertura do solo.

Já o maior valor da resistência à penetração no tratamento T2, pode ser explicado pela ineficiência dos tratamentos culturais realizados nessa faixa. Semelhante efeito tem sido observado por Prado et al., (2002), que relata que efeitos diferenciados dos sistemas de preparo ao longo do perfil do solo se devem a diferentes ações na camada mobilizada.

Na camada de 20-30 cm, T1-(2.79 MPa), T2-(3.33 MPa), T3-(2.96 MPa), T6-(3.19 MPa), T7-(3.13

MPa) se diferiram estatisticamente de T4-(2.36 MPa) e T5-(2.25 MPa). Apesar de operações de mobilização e preparo do solo tenham sido realizadas até 30 cm, estas práticas parecem não ter sido eficientes a esta camada já que para todos os tratamentos foram encontrados valores de RP maiores que 2 MPa. Segundo alguns autores como Tormena & Roloff (1996), valores de RP como 2 MPa tem sido restritivo ao crescimento radicular das plantas.

O hábito de crescimento do sistema radicular do milho é superficial, e a maior parte das raízes se encontram nos primeiros 30 cm de solo. No entanto as raízes desta cultura podem chegar a 3 m, alguns fatores como pH, umidade do solo e compactação podem influenciar na profundidade do sistema radicular (Magalhaes et al., 1996). Portanto, para todos tratamentos estudados a esta profundidade (20-30cm), os valores de RP sinalizaram restrições para o pleno crescimento do milho.

Já nas camadas de 30-40 cm valores superiores de RP foram encontrados para T2-(3.54 MPa), T3-(3.53 MPa), T7-(3.52 MPa) que se diferiram estatisticamente de T1-(2.78 MPa), T5-(2.67 MPa), T6-(2.59 MPa) e T4-(2.47 MPa). O mesmo ocorre para a profundidade de 40-50 cm, em que os tratamentos T2-(3.47 MPa), T3-(3.38 MPa), T7-(3.11 MPa) obtiveram valores superiores se comparados a T1-(2.83 MPa), T4-(2.51 MPa), T5-(2.47 MPa) e T6-(2.40 MPa). Essa maior RP em subsuperfície abaixo de 30 cm pode ser explicada pelo histórico da área ou mesmo em função das variações texturais presentes no solo. Tais variações texturais devem ser investigadas para atestar se há variabilidade espacial do solo na área experimental.

CONCLUSÃO

O milho possivelmente encontrará restrições ao pleno desenvolvimento do seu sistema radicular (>2.0 MPa), em todos os tratamentos estudados e em todas as profundidades, exceto para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T7 na camada de 0-10 cm.

REFERÊNCIAS

COLLARES, G. L., REINERT, D. J., REICHERT, J. M., & KAISER, D. R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1663-1674,2006.

CONAB. Companhia nacional do abastecimento. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/> > Acesso em: Maio.2016.

- CRUZ, J. C., ALVARENGA R. C., NOVOTNY, E. H., FILHO, I. A., SANTANA, D. P., PEREIRA, F. T. F., HERNANI, L. C., Cultivo do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**, 6 ed. 2010.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs pacake** (Portuguese), 2013.
- FOLONI, J. S. S., CALONEGO, J. C., & DE LIMA, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n8, p.947-953, 2003.
- FREDDI, O. S., CARVALHO, M. P., VERONESI JÚNIOR, V., & CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.113-121, 2006.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relação solo-planta**. São Paulo, Ceres, 262p.1979.
- LIANILLO, R. F., RICHART, A., TAVARES FILHO, J., DE FÁTIMA GUIMARÃES, M., & FERREIRA, R. R. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p.205-220, 2006.
- MAGALHÃES, P. C., DURÃES, F. O., GOMIDE, R. L. Fisiologia da cultura do milho. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. **Manual técnico para a cultura do milho no estado do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, p.15-33,1996.
- MERCANTE, E., URIBE-OPAZO, M. A., SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1149-1159,2003.
- MIRTA, C. J. M. R. C., PETRYIII, T., & Dalla SANTAI, V, G. D. D. C. (2007). Qualidade física de solos irrigados do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.37, n.5, 2007.
- MOLIN, J. P., DIAS, C. T. D. S., CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Piracicaba, v.16, n.5, p.584-590, 2012.
- PAULUCIO, F. F., PEREIRA, R. S., RIBEIRO, E. S., ZAMBRZYCKI, G. C., MELO, R. A. T. Avaliação da compactação do solo em área de cerrado sensu stricto através do mapeamento da resistência à penetração. **Biodiversidade**, v.13, n.1, p 51-65, 2014.
- PRADO, M., R., ROQUE, C. G., DE SOUZA, Z. M. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p.1795-1801,2002.
- REZENDE, J.O.; MAGALHÃES, A.F.J.; SHIBATA, R.J.C.; BRANDÃO, F.J.C. & REZENDE, V.J.R.P. Citricultura nos solos dos tabuleiros costeiros: Análise e sugestões. **SEAGRI/SPA**, Salvador, p.97 n. 03, 2002.
- ROSOLEM, C. A., FERNANDEZ, E. M., ANDREOTTI, M., & CRUSCIOL, C. A. C. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.821-828,1999
- STOLF, R. Penetrômetro de Impacto Stolf – programa de manipulação de dados em Excel – VBA. UFSCar, 2011.
- TAVARES FILHO, J., BARBOSA, G. M. C., GUIMARÃES, M. F., & FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v.25, n.3, p.725-730, 2001.
- TAVARES, U. E., DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO, A. A., ROLIM, M. M., DA SILVA, J. S., DA SILVA VICENTE, T. F., & DE ANDRADE, C. W. L. Variabilidade espacial da resistência à penetração e da umidade do solo em Neossolo Flúvico. **Water Resources and Irrigation Management**, v.3, n.2, p.79-89, 2014.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, n.2, p.333-339,1996.
- VOORHEES, W. B.; LINDSTROM, M. J. Soil compaction on conservation tillage in the northern corn belt. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 38, n. 5, p.307-311, 1984.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico em fase inicial de estabelecimento de sistemas intensivos de cultivo de grãos

Eduardo Vieira Guimarães ⁽¹⁾; **Bruno Montoani Silva** ⁽²⁾; **Aline Martineli Batista** ⁽³⁾; **Marina Luciana Abreu de Melo** ⁽⁴⁾; **Gabriela Soares Santos Araújo** ⁽⁵⁾; **Maise Soares de Moura** ⁽⁶⁾; **Paula Karen Mota** ⁽⁷⁾; **Emerson Borghi** ⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, MG; eduguimaraes.guimaraes@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma/Bolsista PET-Agronomia; UFSJ; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁶⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁷⁾ Engenheira Ambiental; ⁽⁸⁾ Pesquisador/Professor; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Dentre os atributos físicos do solo, a resistência do solo a penetração de raízes (RP) é um dos indicadores do nível de compactação de sua estrutura. O objetivo deste estudo foi comparar a RP em uma área de produção de grãos, com diferentes tratamentos, ao ambiente natural. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos, sendo eles: médio investimento em adubação, monocultura de soja (T1); médio investimento, monocultura de milho (T2); médio investimento, sucessão soja-milho (T3); médio investimento + braquiária, sucessão soja-milho (T4); alto investimento + braquiária, sucessão soja-milho (T5) e alto investimento, sucessão soja-milho (T6); e área de Cerrado nativo em regeneração (CN). Os resultados evidenciaram que, na camada de 0-10 cm, os tratamentos T1, T5, T6 e CN expressaram melhores valores de RP. Nos demais tratamentos e profundidades, os valores de RP foram restritivos ao crescimento radicular do milho. A partir de 30 cm de profundidade, todos os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento, apesar da existência de diferença significativa entre os valores de RP. Esses resultados ressaltam a importância da consolidação de sistemas de produção que promovam a redução da compactação do solo.

Termos de indexação: Milho, compactação, física do solo.

INTRODUÇÃO

No cenário mundial, a cultura do milho possui grande relevância. Seja na alimentação humana ou animal, na fabricação de óleos e na produção de

biocombustíveis (Silva et al., 2009). O Brasil possui uma área total cultivada com milho de 15,69 milhões de hectares, o que torna essa cultura uma das espécies mais cultivadas em solo brasileiro (Conab, 2016).

Segundo Lal e Pierce (1991), o uso intensivo dos solos na agricultura nas últimas décadas tem ocasionado uma rápida degradação. Essa problemática vem despertando uma consciência para o uso sustentável do solo.

O cultivo inadequado e não sustentável do solo altera os atributos físicos se comparado a um solo sob vegetação natural. Isso mostra uma necessidade de qualificar a estrutura do solo e, com base nessas informações, adequar o manejo, para favorecer as propriedades físicas do solo. O manejo convencional, o qual preconiza o uso de grade aradora e arado de disco, acarreta a pulverização do solo, deixando-o suscetível à erosão. Além disso, nas camadas de movimentação dos implementos, há o favorecimento da formação de impedimentos mecânicos (Baüer et al., 1981).

Como sugerido por Cubilla et al. (2002), uma rotação de culturas que inclui gramíneas com alta produção de biomassa e um sistema radicular abundante e agressivo, contribui para a recuperação e a manutenção das características físicas. Consequentemente, há a redução dos efeitos da compactação do solo.

A compactação, por sua vez, é um atributo físico do solo muito estudado e que impacta diretamente a produtividade agrícola, implicando alterações nas propriedades físicas e impedimentos ao crescimento e distribuição de raízes (Foloni et al., 2006; Schaffer et al., 2007; Taboada & Alvarez, 2008). O estudo da

compactação é realizado por meio de diferentes métodos, sendo frequentemente utilizado o método da penetrometria (Beutler et al., 2007).

Uma maneira eficiente de detectar em profundidade camadas naturalmente adensadas ou compactadas é através do uso de penetrômetro de impacto, instrumento que mede a resistência do solo à penetração. As vantagens mais relevantes do penetrômetro de impacto é o seu custo reduzido e sua viabilidade para o trabalho em solos de baixa umidade, alta resistência e elevados teores de argila (Pedro Vaz et al., 2002).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas de produção de grãos com diferentes níveis de investimento em adubação em uma área de sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental de produção de grãos, com 4,4 ha, está localizada na Embrapa Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas - MG, (19°28'S, 44°15'W) e altitude de 732 m. O clima da região se enquadra no tipo (Cwa), segundo a classificação de Köppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (Embrapa, 2013). As análises foram processadas no Laboratório Solos II da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*.

A área foi inicialmente subsolada a 25 cm, houve a aplicação de 4 t ha⁻¹ de calcário, dividida em duas vezes, com arado de aiveca após a primeira parcela e grade aradora após a segunda; 1100 kg ha⁻¹ de super fosfato simples em pó foram incorporado com grade aradora. O preparo do solo e o plantio foram realizados em 2014.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos que consistiram em faixas de plantio com diferentes níveis de intensificação ecológica (culturas consorciadas, sucessão e rotações de culturas) e diferentes níveis de investimento em adubação. Os tratamentos consistiram em cultivos com: médio investimento em adubação, monocultura de soja (T1); médio investimento, monocultura de milho (T2); médio investimento, sucessão soja-milho (T3); médio investimento + braquiária, sucessão soja-milho (T4); alto investimento + braquiária, sucessão soja-milho (T5) e alto investimento, sucessão soja-milho (T6); e área de Cerrado Nativo em regeneração (CN).

A resistência à penetração (RP) foi avaliada em novembro de 2015 e foi obtida utilizando-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/

PLANALSUCAR-STOLF de ponta fina (30°) (Stolf, 2014), cujo funcionamento consiste na penetração de uma haste com ponteira cônica, através do acionamento manual de um êmbolo de massa conhecida a uma altura constante.

Foi avaliado o número de impactos até a camada de 50 cm. Por meio da equação RP (Kgf cm⁻²) = 5,6 + 6,98 N, o número de impactos foi transformado para Kgf cm⁻². Em seguida, os dados foram transformados para MegaPascal (MPa) por meio de multiplicação pelo fator 0,098 (Stolf, 1991). Os resultados obtidos de resistência à penetração foram classificados de acordo com a **tabela 1**.

Com o uso de um trado holandês, foram coletadas, em três pontos por tratamento, amostras de solo nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm, para determinação da umidade.

Tabela 1 - Classes de resistência do solo à penetração (RP). Adaptadas de Soil Survey Staff (1993), citadas por (Arshad et al., 1996).

Classe	RP (MPa)
Extremamente baixa	<0,01
Muito baixa	0,01-0,1
Baixa	0,1-1,0
Moderada	1,0-2,0
Alta	2,0-4,0
Muito alta	4,0-8,0
Extremamente alta	> 8,0

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al. 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que, na camada superficial (0-10 cm), a qual é geralmente mais afetada pelos diferentes manejos do solo, os tratamentos T1, T5, T6 e CN expressaram menores valores de RP em comparação aos demais tratamentos (**Tabela 2**). Isso pode ser explicado pelo preparo do solo que foi conduzido para reduzir possível compactação superficial na área, para implantação do experimento. Dos tratamentos com emprego de braquiária, apenas T5 mostrou menor RP, provavelmente em função do baixo tempo de adoção dos manejos. Calonego et al. (2011) constataram que, quando a *Brachiaria* foi consorciada com o milho durante dois anos consecutivos, as condições estruturais do solo foram melhoradas, reduzindo sua resistência à penetração.

O menor valor de RP para T1 nessa mesma profundidade contraria os resultados esperados. No entanto, isso pode ser explicado pela umidade do solo na ocasião do teste de penetrometria, a qual foi superior aos demais tratamentos, exceto para T2 (Tabela 2). Neste sentido, Beutler et al. (2007) e Carbonera (2010) demonstraram que a RP é um atributo altamente dependente do teor de água no solo no momento da realização do teste de penetrometria.

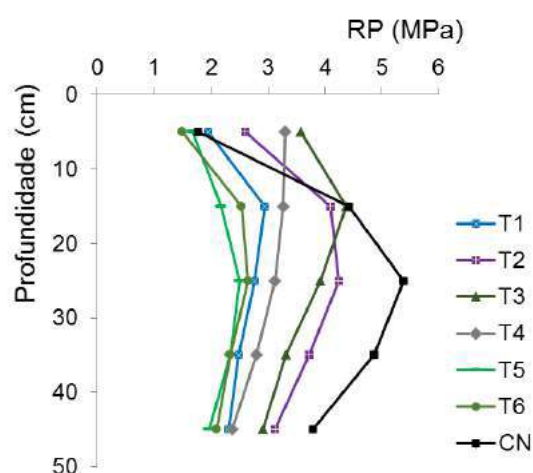
Segundo Arshad et al. (1996), valores de RP variando de 2,0 a 4,0 MPa podem impossibilitar ou limitar o crescimento de raízes. Entretanto, Tavares Filho et al. (2001) demonstraram que valores de RP acima de 3,5 MPa em sistemas de plantio direto bem conduzidos influenciaram apenas na morfologia da planta de milho, não limitando o crescimento radicular e a produtividade dos grãos.

Portanto, não existe um consenso sobre qual valor de RP acarreta restrições. Contudo, Beutler et al. (2003) consideraram valores de RP acima de 2 MPa muito restritivos ao crescimento das raízes das plantas em Latossolos. Considerando 2,0 MPa como o valor de referência, verificou-se que a maioria dos valores de RP obtidos para todos os tratamentos, em todas as profundidades avaliadas, foram restritivos ao crescimento radicular do milho (Tabela 2).

De acordo com a figura 1, percebe-se uma RP mais baixa na camada superficial (0-10 cm) e um aumento dos valores na camada de 10-15 cm, o que pode apontar formação inicial de pé-de-grade, causado pelo preparo restrito à camada superficial. De Maria et al. (1999) e Goedert et al. (2002) relataram resultados semelhantes.

Foi constatado um comportamento similar entre os tratamentos a partir da profundidade de 30 cm (Figura 1), com oscilação de 1,96 a 3,72 MPa para as áreas cultivadas (Tabela 2). Esses valores, conforme a tabela 1, enquadram-se nas classes de moderada a alta RP. Trabalhando com sistema convencional, sistema de plantio direto, pastagem e floresta, Ralisch et al. (2008) constataram que apenas a pastagem e a floresta proporcionaram menores valores de resistência à penetração em profundidades acima de 30 cm.

Figura 1: Resistência à penetração (RP) ao longo do perfil do solo de um LVd para os tratamentos avaliados.



CONCLUSÕES

A análise de resistência à penetração indicou que a camada superficial foi a mais afetada pelo preparo do solo. Em geral, os valores de RP obtidos foram restritivos ao crescimento radicular do milho, ressaltando a importância do estabelecimento e da consolidação de sistemas de produção que favoreçam a redução da compactação do solo.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG, ao CNPq e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**. 1996. p. 123-141 (SSSA Special publication 49).
- BAÜER, A.; BLACK, A. L. "Soil carbon, nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland." **Soil Science Society of America Journal**, v. 45. n. 6, p. 1166-1170, 1981
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. Comparação de penetrômetros na avaliação da compactação de Latossolos. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.146-151, 2007.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 849-856, 2003.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. Costa. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 2183-2190, 2011

- CARBONERA, L. **Estudos com penetrometria – novos equipamentos e amostragem correta**. Piracicaba: USP-ESALQ, 2010 (Relatório Final de Atividades/Projeto de Iniciação Científica / Processo FAPESP n°. 2008/10862-1).
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra de grãos 2012/13 – Décimo Segundo Levantamento-Setembro/2013**. Dados de safra. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 19 de nov. 2013.
- CUBILLA, M. et al. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 71, p. 29-32, 2002.
- DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; DIAS, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.703- 709, 1999.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package** (Portuguese), 2013.
- FOLLONI, J. S.; SIMONETI, S. L. L.; BULL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 30, n.1 p. 49-57, 2006.
- GOEDERT, W. J.; SCHERMACK, M. J.; DE FREITAS, Frederico Carneiro. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 223-227, 2002.
- PEDRO VAZ, C. M.; PRIMAVESI, O.; PATIZZI, V. C.; LOSSI, M. F. Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto. **Comunicado técnico**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP. n 51, 2002. 5 p.
- RALISCH, R; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência a penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.381-384, 2008.
- RATTAN, L. & PIERCE F. J. **Soil Management for sustainability**. n. 631.45/L193.1991.
- SCHÄFFER, B.; ATTINGER, W.; SCHULIN, R. Compaction of restored soil by heavy agricultural machinery: Soil physical and mechanical aspects. **Soil & Tillage Research**, v.93, p.28-43, 2007.
- SILVA, G. J.; GUIMARÃES, C. T.; PARENTONI, S. N.; RABEL, M.; LANA, U. G. P.; PAIVA, E. **Produção de haploides androgenéticos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 17p.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington, USDASCS. U.S. Gov. Print. Office, 1993. 437p. (Handbook, 18).
- STOLF, R. Penetrômetro de impacto Stolf – Programa computacional de dados em Excel-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Araras, v. 38, p. 774-782, 2014.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2,p.229-235, 1991.
- TABOADA, M. A.; ALVAREZ, C. R. Abundância de raízes de milho (*Zea mays* L.) em solos de Argentina sob preparo convencional e plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, p. 769-779, 2008.
- TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.3, p.725-730, 2001.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, p.29-38, 1934.

Tabela 2 – Resistência à penetração (MPa) e umidade (%) de um Latossolo Vermelho distrófico para os tratamentos avaliados em diferentes profundidades.

Tratamentos	Profundidade (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
	Resistência à penetração (MPa)				
T1	1,94 a	2,94 a	2,76 a	2,48 a	2,30 a
T2	2,59 b	4,10 b	4,25 b	3,72 b	3,12 b
T3	3,58 b	4,38 b	3,92 b	3,32 a	2,92 b
T4	3,31 b	3,26 a	3,12 a	2,80 a	2,37 a
T5	1,67 a	2,18 a	2,50 a	2,35 a	1,96 a

T6	1,49 a	2,54 a	2,66 a	2,34 a	2,09 a
CN	1,76 a	4,43 b	5,39 c	4,87 c	3,79 c
CV (%)	52,85	39,39	36,09	27,69	24,10
Umidade (%)					
T1	34,17 a	34,10 a	35,60 a	34,90 a	35,30 a
T2	34,27 a	34,37 a	34,67 a	34,97 a	35,33 a
T3	26,30 b	28,73 b	30,13 b	31,43 b	32,40 b
T4	26,07 b	27,40 b	27,37 b	28,80 c	29,30 b
T5	25,63 b	29,57 b	30,30 b	30,93 b	30,60 b
T6	24,23 b	28,73 b	30,20 b	30,80 b	31,43 b
CN	27,97 b	28,50 b	28,23 b	28,37 c	28,93 b
CV (%)	4,69	5,30	7,13	4,58	4,40

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Respostas de germinativa de sementes de milho submetidas à diferentes frequências de ondas mecânicas

Ana Júlia Ribeiro dos Santos⁽¹⁾; Leonardo Lucas Carnevali Dias⁽²⁾; Anderson Oliveira Latini⁽²⁾.

⁽¹⁾Mestranda em Ciências Agrárias; Universidade Federal de São João del Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; anaagronomia@hotmail.com ⁽²⁾ Professor; UFSJ.

RESUMO: A neurobiologia vegetal é uma área de estudo relativamente recente que busca propor soluções para compreensão da forma como os organismos vegetais percebem e respondem às alterações do meio. O som, assim como diversos fatores ambientais é um estímulo para organismos vegetais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o padrão germinativo e desenvolvimento inicial de sementes de um genótipo de milho submetidas à frequência de 200Hz e intensidade de 60dB durante 24 horas. Foi observado que as sementes tratadas sob frequência de 200Hz por 24 horas apresentaram maiores Índices de Velocidade de Germinação (IVG), porcentagem de plântulas normais, comprimento da maior raiz, comprimento de parte aérea em relação aos grupos controle. Conclui-se que a frequência testada altera padrões germinativos em sementes de testados afetando, de modo geral, o crescimento e desenvolvimento destas. Estas alterações são provocadas pela melhoria da indução da divisão celular pelo estímulo dos processos de quebra e deslocamento de reservas.

Termos de indexação: ondas sonoras; neurobiologia vegetal.

INTRODUÇÃO

Existem poucos trabalhos publicados que incluem o estudo de estímulos mecânicos em plantas como uma área de estudo da Neurobiologia Vegetal. As frequências mecânicas, dentre elas as frequências sonoras, também correspondem à componentes ambientais, contudo, por longo período de tempo têm sido ignoradas com relação ao seu impacto específico sobre o desenvolvimento vegetal.

Contudo, existem na literatura alguns trabalhos que já demonstram a respostas de organismos vegetais submetidos às ondas sonoras. De acordo com Cai et al. (2014) que concluíram que o tratamento com frequência de 2000Hz sob intensidade de 90dB

provocou aumento significativo no crescimento além de reduzirem o período de germinação do feijão chinês.

Bochu et al. (2004) testando o efeito de simulação sonora em calos maduros de crisântemo observou que a frequência de 1400Hz sob intensidade sonora de 95dB por 30 minutos diários, duas vezes ao dia aumentou significativamente o teor de ácido indolacético (AIA) e reduziu os teores de ácido abscísico (ABA) em relação ao controle. E esta alta relação AIA/ABA contribuiu para a diferenciação dos calos.

Os trabalhos que avaliam a resposta de sementes de milho submetidas às ondas sonoras ainda são escassos mesmo este sendo o cereal mais cultivado no mundo. Portanto é importante entender o comportamento diante de aplicação de ondas sonoras, de uma cultura tão importante comercialmente para futuramente descobrir novas formas de otimizar sua produção.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a resposta germinativa de sementes de milho submetidas ao tratamento com ondas mecânicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos consistiram em submeter as sementes às frequências de 0 (controle) e 200Hz intensidade de 60dB durante um período de vinte e quatro horas. Foram dispostas 60 sementes por bandeja e estas foram colocadas dentro de caixa de isopor com gerador acoplado em sua parte superior. O gerador estava ligado a um emissor de onda Victor - VC2002© A distância das sementes ao gerador foi de aproximadamente 50 centímetros e em cada caixa (que foi fechada antes do início do tratamento).

Após o tratamento as sementes foram dispostas em rolos feitos com papel próprio para testes de germinação. Cada rolo continha 20 sementes e

estes foram posteriormente umedecidos e dispostos em bandejas que foram mantidas em incubadora do tipo BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) Solab - SI200© por um período de sete dias sob temperatura de 25°C (BRASIL, 2009). Não houve necessidade de fornecimento de luz para as sementes.

Passado o tempo de incubação de sete dias como sugerido por Brasil (2009) as plântulas foram avaliadas quanto à porcentagem de plântulas normais, aquelas que, após o período de sete dias, são capazes de gerar plantas saudáveis, apresentando parte aérea e raízes bem desenvolvidas sendo admitido atrofia da raiz principal desde que as raízes secundárias se apresentem bem desenvolvidas (BRASIL, 2009). Durante o período de incubação foi contado o número de sementes germinadas a cada dia para o cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e também ao fim do período de incubação foram coletados dados de comprimento de maior raiz de parte aérea.

Os tratamentos foram realizados com 3 repetições seguindo esquema de Delineamento Inteiramente Casualizado e os dados obtidos ao fim dos testes foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) para verificar a existência de homogeneidade de porcentagem de plântulas normais, IVG, comprimento de maior raiz e comprimento de parte aérea em função das variáveis testadas (frequência e umidade de semente) e em função da interação destas. Verificada a existência ou não de homogeneidade, as médias foram dos resultados dos tratamentos foram analisadas através do teste Intervalo de Confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de plântulas normais variou de acordo com a frequência testada ($F_{(1, 8)}=193,140$, $p<0,001$) sendo observadas maior porcentagem de plântulas normais no grupo tratado com frequência de 200Hz em comparação ao grupo controle (Figura 1).

O Índice de Velocidade de Germinação variou em função da frequência testada ($F_{(1, 10)}=8,756$, $p=0,014$) sendo observada maior velocidade de germinação no grupos tratado com frequência de 200Hz (Figura 2)

Esta aceleração e otimização no desenvolvimento de plântulas tratadas pode ser explicado pela teoria de que a aplicação de ondas mecânicas poderia reduzir a temperatura de transição de lipídeos tornando-a um ambiente mais propício para os processos metabólicos de quebra e transporte de nutrientes (YANG et al. 2002).

O comprimento da maior raiz variou em função da frequência sendo observados maiores

comprimentos de raiz no grupo tratado com frequência de 200Hz (Figura 3).

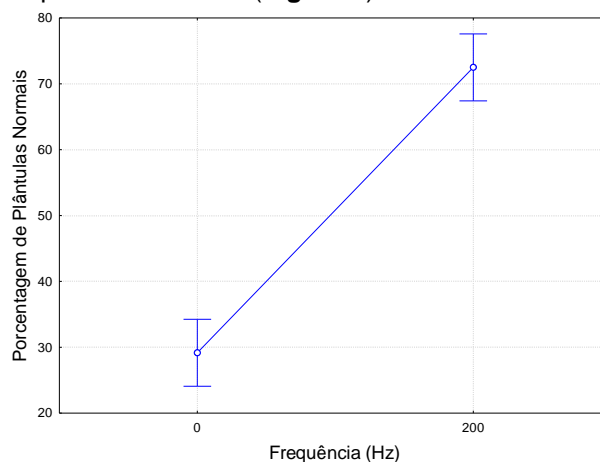


Figura 1. Efeito da frequência na Porcentagem de Plântulas Normais. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle

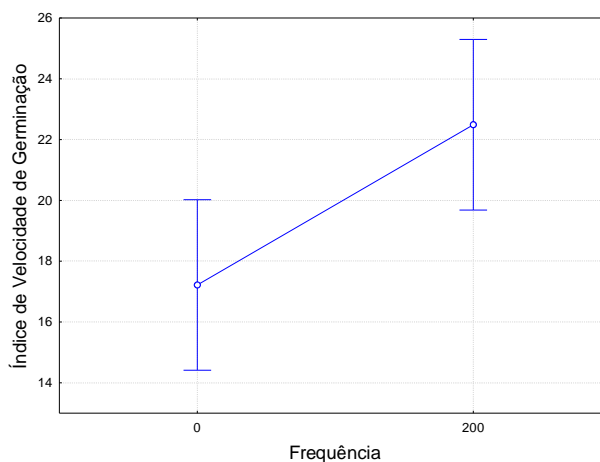


Figura 2. Efeito da frequência no Índice de Velocidade de Germinação. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle

Apesar da escassez de trabalhos com milho, podemos comparar nossos resultados com os encontrados por Bochu et al. (2003) que, trabalhando com arroz, também observou maiores comprimentos tanto de raízes quanto de parte aérea sob frequência de 200 Hz ao testar efeitos de tratamento com ondas mecânicas em germinação e desenvolvimento inicial. Os mesmos autores ainda

afirmam que a frequência adequada atua de forma a melhorar a fluidez de membrana celular, a construção secundária de proteínas de membrana e como resultado o crescimento é estimulado.

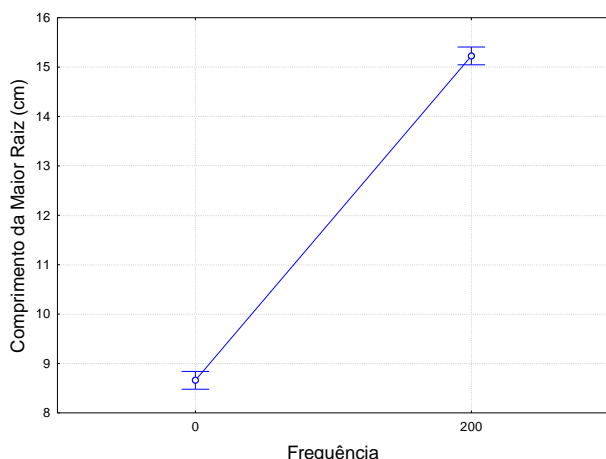


Figura 3. Efeito da frequência no Comprimento da Maior Raiz. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle. Cm= centímetros.

O comprimento da parte aérea variou em função da frequência testada ($F_{(1, 118)}=1412,800$, $p<0,001$) sendo que o tratamento com frequência de 200Hz resultou em plântulas com maiores comprimentos de parte aérea (**Figura 4**).

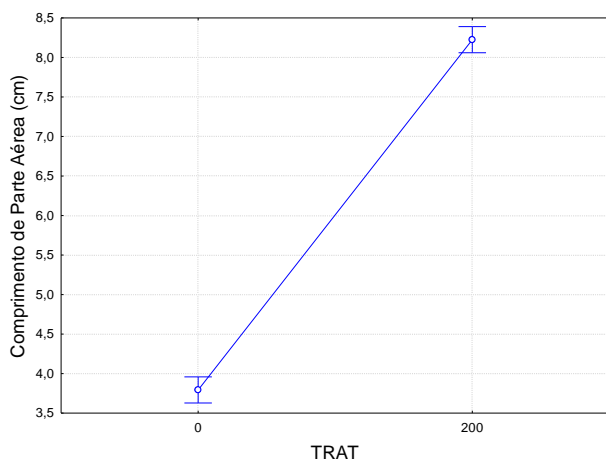


Figura 4. Efeito da frequência no Comprimento de Parte Aérea. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle. Cm= centímetros.

Em complemento a presente discussão dos resultados e tendo em vista o anteriormente citado a respeito dos efeitos desencadeados por ondas sonoras na contribuição ao crescimento e desenvolvimento Bochu et al. (2003) infere que quando a frequência mecânica aplicada coincide com a frequência biológica de células em si, haverá resultados benéficos para as plantas a partir de estímulos mecânicos.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos conclui-se que o tratamento de sementes de milho com frequência de 200Hz altera padrões germinativos acelerando a germinação e proporcionando plântulas melhores desenvolvidas. Entretanto ainda são necessários experimentos que realizem a condução das plantas oriundas de sementes tratadas até o fim de seu ciclo para se obter informações a respeito de alterações na produtividade e se estas alterações são benéficas e economicamente vantajosas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São João de rei e a todos os colaboradores do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias.

REFERÊNCIAS

- BOCHU, W.; JIPING, S.; BIAO, L.; JIE, L.; CHUANREN, D. Soundwave stimulation triggers the content change of the endogenous hormone of the Chrysanthemum mature callus. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Amsterdam, v.37, n. 3-4, p. 107-112, 2004.
- BOCHU, W.; XIN, C.; ZHEN, W.; QIZHONG, F.; HAO, Z.; LIANG, R. Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 29-34, 2003
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. 1 ed. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.
- CAI, W.; HE, H.; ZHU, S.; WANG, N. Biological Effect of Audible Sound Control on Mung Bean (*Vigna radiate*) Sprout. **BioMed Research Internacional**, New York v. 2014, p. 1-6, 2014.
- YANG, X. C.; WANG, B.C.; LIU, Y.Y.; DUAN, C.R.; DAI, C.Y. Biological effects of *Actinidia chinensis* callus on mechanical vibration. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 197-203, 2002.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Ação de extratos de sorgo na germinação de sementes de milho, soja e picão preto

Talita Camargos Gomes⁽¹⁾; Décio Karam⁽²⁾; Isabela Goulart Custódio⁽³⁾, Wilton Tavares da Silva⁽³⁾, Maria Lúcia Ferreira Simeone⁽²⁾, Fabiano Okumura⁽²⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Ciências Agrárias; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; talitacamargos21@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Graduandos Engenharia Agroômica Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: A busca por uma agricultura sustentável no controle de plantas daninhas se faz necessário uma vez que os herbicidas são hoje uma das maiores causas de contaminação do homem e do ambiente. O objetivo deste estudo foi a extração, purificação e quantificação de extratos de sorgo a partir de três genótipos e a avaliação da ação desses extratos na germinação de sementes de milho, soja e picão-preto. Os experimentos foram desenvolvidos em laboratórios e para a extração, foram utilizadas 150 raízes genótipo⁻¹, em solução extratora. A % de germinação (%G) e o IVG foram avaliados e seus resultados submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diferença do teor de sorgoleone entre os extratos, sendo CMSXS 206 B 96,7% mais concentrado que o extrato da cultivar BR 007 B. O menor teor de sorgoleone por grama de extrato foi observado para a cultivar BR 007 B.. BR 007 B e CMSXS 206 B reduziram a %G e o IVG de sementes de milho, soja e picão preto, atuando como supressoras desta daninha e das duas culturas.

Termos de indexação: sorgoleone, *Bidens pilosa*, alelopatia.

INTRODUÇÃO

A busca por uma agricultura sustentável com produtos mais saudáveis que proporcionem uma saúde melhor, implica na redução do uso de pesticidas que é uma ação de extrema importância e urgência. Entretanto, os problemas fitossanitários estão presentes nas lavouras e precisam ser gerenciados. Como exemplo, temos a interferência causada pelas plantas invasoras, as quais causam perdas consideráveis na condução das grandes culturas (Karam et al., 2006; Gazziero et al., 2011)

promovendo o alto consumo de herbicidas (IEA, 2013), os quais muitas vezes são aplicados da forma incorreta contaminando o meio ambiente (Queiroz et al., 2011). Por esse motivo, torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para o controle eficaz destas, com o menor impacto possível no ambiente.

Este estudo teve como objetivo a extração, purificação e quantificação de sorgoleone, a partir de três genótipos de sorgo, bem como a realização da avaliação da ação do sorgoleone sobre a germinação de sementes de milho, soja e picão-preto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo, e foram usados três acessos de sorgo: CMSXS 206 B, BR 007 B, BRS 716.

Obtenção dos extratos

Para a obtenção dos extratos um grupo de 150 raízes de cada genótipo em duas repetições, foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 2,5% por 10 minutos e lavadas com água destilada. As sementes foram colocadas para germinar em caixas gerbox de acrílico forradas com papel-filtro umedecido com água destilada durante 7 dias no escuro em temperatura média de 30°C. Passados os 7 dias, as raízes foram destacadas e mergulhadas em solução de ácido acético glacial em diclorometano 0,0025% v/v por 5 minutos, para a extração do aleloquímico. Após este procedimento, a solução foi filtrada em algodão e levado para evaporador rotatório a 100°C.

Obtenção do padrão de sorgoleone

Foram utilizadas 1.300 sementes da cultivar BR 007 B, e o procedimento de extração foi o mesmo para a obtenção dos extratos já citados. A técnica

utilizada foi de cromatografia camada delgada em uma placa de vidro de 20x20 cm, recoberta com uma camada de 1 mm de espessura de sílica em gel (Sigma-Aldrich- 60) com indicador fluorescente de 254 nm, e pré-condicionada em estufa a 100°C por 12 horas. O extrato foi dissolvido previamente em diclorometano e submetido ao desenvolvimento ascendente. A solução de 100 ml contida na fase móvel da cuba foi de clorofórmio: metanol (95:5). A banda da extremidade superior da placa, de cor rosácea, foi removida com espátula e os compostos aderidos (fator de retenção) à sílica foram extraídos com diclorometano (10ml) e filtrados em papel de filtro comum e postas em balão. O solvente foi posteriormente evaporado em evaporador rotatório. A curva padrão de sorgoleone foi construída pela injeção do padrão de sorgoleone em metanol na concentração de 1,0 µg mL⁻¹ em diferentes volumes de injeção: 1,3, 2,5, 5,0, 10,0 e 20,0 µL.

Quantificação dos extratos

Após a obtenção do padrão, foi realizada a quantificação dos outros acessos de sorgos (CNSXS 206 B e BRS 716 BR 007 B). A metodologia de extração foi a mesma utilizada para a obtenção dos extratos. A solução com o sorgoleone é apresentada em termos de pureza relativa, a qual representa a quantidade de sorgoleone em relação às substâncias que absorvem apenas na frequência ultravioleta de 254 nm (BRAITHWAITE; SMITH, 1999) e foi calculada integrando a área correspondente ao pico de sorgoleone no cromatograma.

Testes de germinação

Foram testadas sementes de milho (BRS Cipotânea), soja (Riber M6210 1 PRO), e sementes de picão-preto da área de coleta de sementes da Embrapa Milho e Sorgo.

Foram testadas a porcentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) pela fórmula proposta por Wardle et al. (1991). Os testes ocorreram em sala de germinação 25°C e umidade relativa de 60% no escuro por sete dias após a semeadura. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental constou de uma caixa de gerbox com papel de germinação e 25 sementes de cada espécie. Uma alíquota de 50 mg de cada extrato, foi diluída em 10 ml de etanol comum e completados com água deionizada para um volume de 50 ml. A solução (4 ml) foi aplicada nas placas com as sementes exceto para as parcelas controle onde apenas água foi adicionado. Posteriormente, as placas foram umedecidas com

água deionizada, conforme a necessidade de cada espécie.

Delineamento e análise estatística

As variáveis de germinação e IVG foram submetidas à análise de variância e os tratamentos comparados por teste de comparação de médias (teste de Tukey) a 5% de probabilidade utilizando o software SYSTAT 13.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtenção do padrão

Na Figura 1 pode ser observado a curva de calibração (A) e o cromatograma da sorgoleone do genótipo BR 007 B (B).

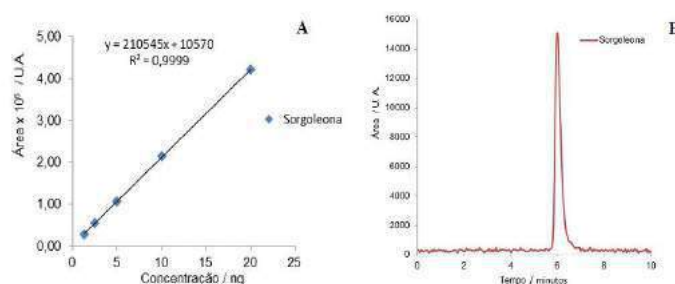


Figura 1: Curva de calibração (A) e cromatograma da sorgoleone na concentração de 1,3 ng (B).

Quantificação dos extratos

O cromatograma com os picos de sorgoleone encontrada nos três genótipos testados pode ser visto na figura 2. A área do pico do cromatograma do genótipo CMSXS 206 B, ficou fora o intervalo linear da curva padrão, portanto realizou-se diluição em 10 vezes para comparação com os outros dois genótipos. As concentrações obtidas para cada extrato estão apresentadas na Tabela 1.

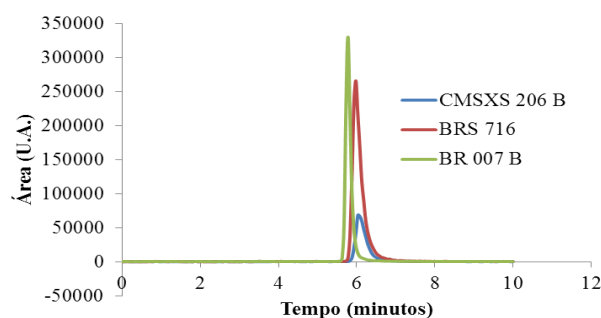


Figura 2: Cromatograma de sorgoleone dos genótipos testados.

Tabela 1: Quantidade de sorgoleone (SGL) encontrada a partir de análise cromatográfica.

Genótipo	Extrato bruto / MS de raiz (g g ⁻¹)	SGL/extrato (µg g ⁻¹)	SGL/MS raiz (µg g ⁻¹)
CMSXS 206 B	0,014	382,2	82,6
BRS 716	0,1	98	41,5
BR 007B	0,032	12,6	3,6

O genótipo CMSXS 206 B apresentou uma concentração de sorgoleone por grama de extrato 30 vezes a mais que a cultivar BR 007 B, que obteve menor teor de sorgoleone por grama de extrato e a cultivar BRS 716 obteve a concentração cerca de 7 vezes menor que a mais concentrada (Tabela 1). Os dados obtidos estão de acordo com os dados apresentados por Franco (2009), que também notou diferenças entre os teores de sorgoleone, dos genótipos CMSXS 206 B e BR 007 B, similares aos detectados neste trabalho.

Testes de germinação

A germinação das sementes das três espécies estudadas foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) em função das testemunhas e dos genótipos. As doses testadas em ppm de sorgoleone de solução foram: 0,38 (CMSXS 206 B), 0,98 (BRS 716) e 0,0126 (BR 007 B). Para a variável % de germinação, para o milho, apenas BR 007 B foi diferente e houve inibição de 90% relação média das outras duas cultivares, revelando uma sensibilidade do milho em relação a esse genótipo (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de germinação de sementes de milho, soja e picão-preto, aos 6 dias

Espécie	GENÓTIPOS DE SORGO					
	BR 007 B		BR 716		CMSXS 206 B	
% GERMINAÇÃO						
<i>Zea mays</i>	5	Bc	67	Ab	41	Ab
<i>Bidens pilosa</i>	17	Abc	27	Accd	1	Ac
<i>Glycine max</i>	0	Ac	5	Ad	5	Ac
TM	100	Aa	100	Aa	99	Aa
TP	33	Ab	36	Ac	35	Ab
TS	100	Aa	99	Aa	98	Aa

após adição do extrato de sorgoleone (50 mg) de diferentes cultivares de sorgo. Testemunha milho (TM), Testemunha soja (TS), Testemunha picão-preto (TP). Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para IVG, verificou-se diferenças significativas entre os três genótipos analisados para as espécies de milho e picão preto, mostrando que a velocidade de germinação destas espécies foi afetada pelos extratos com sorgoleone estudados e a cultivar BR 007 B afetou o IVG de sementes de milho em 11 vezes (4,5 dias) a menos que CMSXS 206 B (Tabela 3). Esse comportamento se inverte para sementes de picão-preto, em que a cultivar CMSXS 206 B inibiu a velocidade de germinação em cerca de 23 vezes (1 dia) a menos que BR 007 B (Tabela 3).

Tabela 3: Índice de velocidade de germinação de sementes de milho, soja e picão-preto, aos 6 dias após adição do extrato de sorgoleone (50 mg) de diferentes cultivares de sorgo.

Espécie	GENÓTIPOS DE SORGO					
	BR 007 B		BR 716		CMSXS 206 B	
I bVG						
<i>Zea mays</i>	0,208	Cc	4,37	Ab	2,488	Bb
<i>Bidens pilosa</i>	1,154	Bc	1,733	Ac	0,05	Cbc
<i>Glycine max</i>	0	Ac	0,342	Ac	0,32	Ab
TM	12,21	Aa	11,85	Aa	11,8	Aa
TP	2,55	Ab	2,59	Abc	2,89	Ab

(TM), Testemunha soja (TS), Testemunha picão-preto (TP). Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apenas para a espécie de soja, não foi verificada diferença entre os três genótipos, mas houve redução do IVG quando comparados as testemunhas e os tratamentos com extratos. Essa variação foi de 100 (2 dias), 38 (2 dias) e 36 (2 dias e meio) vezes para os genótipos BR 007 B, BR 716 e CMSXS 206 B respectivamente.

CONCLUSÕES

Existe diferença entre genótipos, nos teores de sorgoleone em extratos de sorgo.

Portanto, não se recomenda a utilização desses genótipos para o controle de picão-preto em cultivos de milho e soja, ou dessas culturas em sucessão a esses genótipos de sorgo.

AGRADECIMENTOS

À coordenação da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

BRAITHWAITE, A.; SMITH, F. J. Chromatographic methods. 5 ed. Kluwer Academic Publishers, 1999.

FRANCO, F. H. S. Quantificação de sorgoleona produzida em raízes de diferentes acessos de sorgo. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2009.

GAZZIERO, D. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas: situação atual e manejo. **Boletim de pesquisa da soja**, 2011.

IEA, Instituto de Economia Agrícola, Defensivos Agrícolas: vendas batem novo recorde em 2012 e segue em ritmo forte em 2013. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12700>>. Acesso em 25 de maio de 2015.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, SETE LAGOAS, 2006.

QUEIROZ, G. M. P.; SILVA, M. R.; BIANCO, R. J. F.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 190-195, 2011.

WARDLE, D. A.; AHMED, M.; NICHOLSON, K. S. Allelopathy influence os nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and growth of pasture plants. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 34, n.2, p. 185-191, 1991.

Capacidade Competitiva de Plantas de Sorgo Sacarino em Relação à Corda-de-viola.

Talita Camargos Gomes⁽¹⁾; Juliana de Souza Rodrigues⁽²⁾; Leonara Rezende Anastácio Duarte⁽³⁾; Isabela Custódio Goulart⁽²⁾; Wilton Tavares da Silva⁽²⁾; Décio Karam⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Ciências Agrárias; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; talitacamargos21@gmail.com; ⁽²⁾ Graduandos em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Engenheira Agrônoma; ⁽⁴⁾ Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Como alternativa na produção de biocombustível, o sorgo sacarino vem se destacando por sua elevada aptidão agrônômica. No entanto, assim como toda cultura, a competição do sorgo com plantas invasoras acaba prejudicando a produtividade desejada. Este estudo teve por objetivo avaliar a habilidade competitiva relativa das plantas de sorgo sacarino e de *Ipomoea triloba* (corda-de-viola) por meio do método experimental de séries substitutivas. Aos 42 dias após transplante, avaliações destrutivas foram realizadas para obtenção de massa seca acumulada da parte aérea de ambas as espécies. Os dados foram analisados por meio do método de análise gráfica convencional para experimentos substitutivos. As plantas de sorgo se mostraram mais agressivas que plantas de *I. triloba*.

Termos de indexação: competição, série de substituição, *Ipomoea triloba*.

INTRODUÇÃO

Uma vez que o petróleo é uma matriz de energia esgotável, os estudos para uma fonte alternativa, renovável e de alto valor bioenergético (Silva et al., 2014) faz-se necessário para o cenário atual brasileiro. O sorgo sacarino (*Sorghum* sp.), vem sendo apontado como opção para a produção de bioetanol, e tem sido alvo de estudos nas mais diversas áreas da agricultura por conter boas aptidões agrônômicas como ciclo anual curto, propagação via sementes, porte alto, colmos suculentos e com altos teores de açúcares fermentáveis (Almodares & Hadi, 2009; Silva et al., 2014).

Um dos grandes problemas em qualquer cultura e, não diferente na cultura do sorgo sacarino é a competição deste com as plantas daninhas. Assim é importante a determinação de períodos de interferência em conjunto com o estágio fenológico da cultura para um controle mais eficiente da comunidade infestante (Silva et al., 2014) para não prejudicar a produtividade da cultura. No estudo do potencial competitivo entre plantas daninhas e cultivadas, estudos em série substitutivas são uma grande alternativa no manejo integrado de plantas daninhas (Wandscheer et al., 2013)

O objetivo desse trabalho foi de avaliar a habilidade competitiva relativa das plantas de sorgo sacarino e de *Ipomoea triloba* (corda-de-viola) por meio do método experimental de séries substitutivas (RADOSEVICH 1987).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de ripado na unidade da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG no período de agosto a outubro de 2014. Para a realização dos experimentos foram utilizados vasos de plásticos de 22 l preenchidos com solo da área experimental classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, escuro e amarelo (Embrapa, 2006) corrigido com calagem e adubação conforme análise físico-química. O delineamento usado foi o de blocos casualizados com três repetições.

O estudo foi baseado no método em série de substituição, cujo os tratamentos consistiram de 6 combinações, de plantas de sorgo sacarino (BRS 506), e da planta daninha *I. triloba* (corda-de-viola), nas respectivas proporções: 0-10, 2-8, 4-6, 6-8 e 10-0 (sorgo daninha⁻¹) sempre totalizando 10 plantas por vaso. Para o estabelecimento de plântulas de mesmo estágio fenológico, ambas espécies, foram postas para germinar em caixas gerbox em sala climatizada em laboratório. Após a emissão de radícula (2 mm), as plântulas foram transplantadas para os vasos. Aos 42 DAT, avaliações destrutivas foram realizadas para obtenção de massa seca acumulada da parte aérea de ambas as espécies que foram levadas à estufa de circulação constante a 65°C por 72 horas até obter peso constante, e pesadas em balança analítica. Os dados foram analisados por meio do método de análise gráfica convencional para experimentos substitutivos através da construção de diagramas baseados na produtividade relativa (PR) e total (PRT) (ROUSH et al., 1989; COUSENS, 1991; HOFFMAN & BUHLER 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a interpretação do diagrama, considera-se que se a linha de PR for uma linha reta, as habilidades das espécies são equivalentes. Se linha côncava, existe perda no crescimento em uma ou ambas espécies, se contrário (linha convexa), há benefício. Para a PRT, se igual a 1, há competição pelos mesmos recursos; se superior, a competição é evitada e se inferior ocorre prejuízo mutuo ao crescimento (COUSENS 1991).

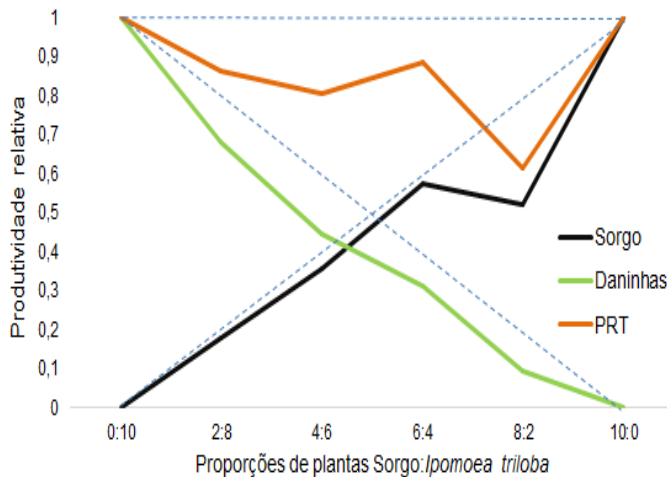


Figura 1. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca da parte aérea de sorgo e *I. triloba*, em função da proporção de plantas aos 42 DAT. Linhas tracejadas representam as produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre interferência de uma espécie sobre a outra.

Para a análise gráfica (Figura 1) pode-se observar que houve desvios das restas de produtividade relativa (PR), em relação às retas esperadas para a variável massa seca da parte aérea (MSPA). A PR do sorgo não foi atingida até a proporção de 6:4, indicando que houve competição pelos mesmos recursos ambientais (COUSENS, 1981), já para a proporção 8:2 a linha houve benefício em relação à daninha (Figura 1). Já para a *I. triloba*, houve prejuízo no acúmulo de MSPA em todas as proporções. Já para a PRT, houve prejuízo mutuo na variável MSPA. Esses resultados corroboram com os encontrados por Fraga et al. (2013), Wandscheer et al. (2013) e Piccinini et al. (2014), onde foi comparado a capacidade competitiva entre plantas de soja e *I. triloba*, sendo a soja foi mais competitiva que *I. triloba*.

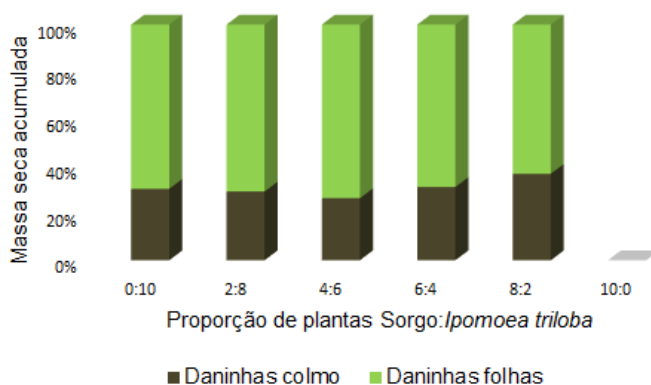


Figura 2: Massa seca da parte aérea das plantas de *Ipomoea triloba* em competição com plantas de sorgo sacarino (BRS 506) aos 42 DAT.

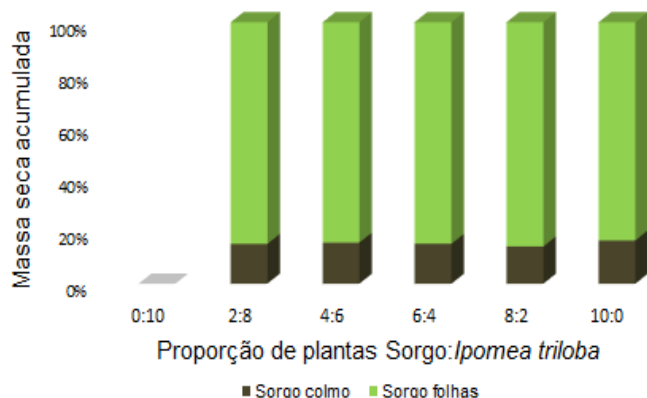


Figura 3: Massa seca da parte aérea das plantas de sorgo sacarino (BRS 506) em competição com plantas de *Ipomoea triloba* aos 42 DAT.

As figuras 2 e 3, referem-se às massas secas acumuladas pelas partes aéreas das plantas de *I. triloba* e sorgo respectivamente. Houve uma diferença de acúmulo médio de 10% de massa seca de folhas de plantas de sorgo a mais que de *I. triloba*. Já para o acúmulo de massa seca dos colmos, essa diferença foi de 33% a mais para *I. triloba* em relação ao sorgo.

CONCLUSÕES

Plantas de sorgo sacarino (BRS 506) são mais competitivas que *Ipomoea triloba*

AGRADECIMENTOS

À coordenação da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Petrobrás pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 9, p. 772 – 780, 2009.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v. 5, n. 3, p. 664 – 673, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, p. 306, 2006.
- FRAGA, D. S.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; NOHATTO, M. A.; THURMER, L.; HOLZ, M. T. Adaptive value of ryegrass biotypes with low-level resistance and susceptible to the herbicide fluazifop and competitive ability with the wheat culture. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 875 – 885, 2013.
- HOFFMAN, M. L.; BUHLER, D. D. Utilizing *Sorghum* as functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v. 50, p. 466 – 472, 2002.
- RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technology**, v. 1, n. 3, p. 190 – 198, 1987.



ROUSH, M. L.; RADOSEVICH, S. R.; WAGNER, R. G.; MAXWELL, B. D.; PETERSEN, T. D. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Science**, v. 37, n. 2, p. 268 – 275, 1989.

SILVA, C.; SILVA, A. F.; VALE, W. G.; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 438-445, 2014.

WANDSCHEER, A. C. D.; RIZZARDI, M. A.; REICHERT, M. Competitive ability of corn in coexistence with goosegrass. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 281 – 289, 2013.

Correlação entre diferentes doses de nicosulfuron e adubação com NPK na fitotoxicidade de plantas de milho *Zea mays* L.

Edvaldo Luiz Bizinoto⁽¹⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽²⁾; Damião Inácio Clemente⁽³⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽⁴⁾; Rogério Silva Ferreira⁽⁵⁾; Taline Nunes campos das Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; Itumbiara, Goiás, edlbz@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; ⁽⁴⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁶⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior.

RESUMO: A aplicação de nicosulfuron no controle de plantas daninhas no milho é uma prática comum e de grande eficiência. Porém esta prática requer restrições, quando se trata de manejo de adubações e inseticidas na lavoura. O nicosulfuron aplicado uma semana antes ou depois de adubações com nitrogênio, provoca grandes danos nas plantas de milho, além disso, aplicações de inseticidas organofosforados, misturas de adjuvante a calda e mistura de outros produtos também não é seguro. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi estudar a correlação entre diferentes doses de nicosulfuron a diferentes formulações de adubo NPK na cultura do milho. O experimento foi conduzido na cidade de Itumbiara, Goiás, no ano de 2013/14. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4 sendo, quatro doses de nicosulfuron (0,0; 20; 40 e 60 g ha⁻¹) e quatro formulações de adubação (NPK 40-80-80; 40-00-80; 40-80-00 e 00-80-80), com três repetições. O híbrido utilizado foi o P3646H. Foi utilizado sulfato de amônio (N, 21%), o supersimples (P₂O₅, 18%) e cloreto de potássio (K₂O, 60%) como fontes de NPK. A aplicação do herbicida foi realizada quando as plantas se encontravam em estágio V4. As avaliações de dano foram realizadas por escala diagramática, aos 14 e 21 DAA. A interação entre doses do herbicida e formulações de NPK mostrou-se significativa. Doses crescentes de nicosulfuron aumenta a severidade dos danos. A associação de nitrogênio e potássio em adubações de milho potencializa o efeito de fitotoxicidade causado pelas aplicações com nicosulfuron.

Palavras chave: severidade de dano, nitrogênio e potássio, herbicida.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a cultura do milho, no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade. Melhorias na qualidade dos solos o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto e o manejo da fertilidade, através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos vem implementando ganhos significativos (Coelho et al., 2006).

Além das qualidades do solo outro fator que requer atenção durante o manejo da lavoura são as plantas daninhas, que para seu desenvolvimento requerem os mesmos fatores exigidos pela cultura do milho, ou seja, água, luz, nutriente e espaço físico, estabelecendo um processo competitivo quando desenvolvem conjuntamente (Karam et al., 2006).

Para que as plantas de milho possam expressar todo seu potencial produtivo e se obter bons rendimentos é necessário que se faça um bom manejo nutricional e que se controle de forma eficiente as plantas daninhas. Para isso a tomada de decisão para controle de plantas daninhas deve ser baseada em fatores biológicos e econômicos (Padre & Vidal, 2001).

Entre os principais herbicidas pós-emergentes utilizados atualmente na cultura do milho destaca-se o nicosulfuron, do grupo químico das sulfoniluréias. Os herbicidas deste grupo inibem a acetolactato sintase (ALS), a primeira enzima comum à rota de

biossíntese dos aminoácidos de cadeia ramificada, valina, leucina e isoleucina, em plantas e microrganismos (Ashton & Monaco, 1991; Anderson et al., 1998).

A aplicação de nicosulfuron no controle de plantas daninhas no milho deve seguir algumas restrições, quanto ao intervalo de aplicação. Como a seletividade do produto está em função da metabolização do nitrogênio, alguns fatores poderão interferir de forma significativa na ocorrência de fitotoxicidade em plantas de milho. Visando amenizar este efeito, recomenda-se a antecipação ou atraso na adubação de cobertura em uma semana com relação à aplicação do herbicida nicosulfuron (Peixoto & Ramos, 2002; López-Ovejero et al., 2003).

As fontes de nitrogênio utilizadas na adubação também apresentam forte relação com a ocorrência de fitotoxicidade. A uréia, por exemplo, se solubiliza rápido enquanto que o sulfato de amônio e nitrato de amônio possui uma solubilização mais lenta, proporcionando uma absorção mais demorada pela planta. Este fator pode propiciar um agravamento dos danos causados pelo herbicida, necessitando, neste caso, de períodos maiores de espera para aplicação do mesmo. (Ramos, 2001).

Neste sentido o objetivo com este trabalho foi avaliar a correlação entre a aplicação de diferentes doses de nicosulfuron associado a diferentes formulações de adubo NPK na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2013/14 no município de Itumbiara/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 440 m. O município apresenta clima quente e úmido e a precipitação varia de 1.400 mm a 1.800 mm com chuvas regulares nos meses de Outubro a Março e uma estação seca de Abril a Setembro (Soares & Costa, 1994).

Área experimental

O experimento foi conduzido em área irrigada por sistema de aspersão. O solo é caracterizado como latossolo vermelho escuro distrófico (oxissolos vermelho escuro) com histórico de plantio direto a mais de dez anos, em sucessão de culturas, sendo milho no verão e *Mucuna cinereum* no inverno. Segundo resultado da análise de solo, os valores nutricionais apresentaram: pH-5,0, 42% argila, 11% silte, 47% areia e 33,0g/dm³ de matéria orgânica (MO). Níveis de potássio (K) adequado e fosforo (P)

baixo, sendo 63,0 mg/dm³ e 10,4 mg/dm³, respectivamente, CTC 6,69 e SB 49,25%.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4 sendo, quatro doses de nicosulfuron (0,0; 20; 40 e 60 g ha⁻¹) e quatro formulações do adubo (NPK 40-80-80; 40-00-80; 40-80-00 e 00-80-80, incorporados no sulco de plantio no momento da semeadura), com três repetições. Para formulação foram usados as seguintes fontes: sulfato de amônio (N, 21%), o supersimples (P₂O₅, 18%) e cloreto de potássio (K₂O, 60%). Não houve adubação de cobertura para este experimento. O híbrido de milho utilizado no experimento foi o P3646H da empresa DuPont Pioneer.

Amostragem

As parcelas foram constituídas de quatro linhas de plantio, espaçadas de 0,75 metros, com uma densidade de cinco plantas por metro linear, perfazendo população de 66.000 plantas ha⁻¹. Para avaliação foram consideradas as duas linhas centrais como área útil da parcela.

O herbicida utilizado no experimento foi o nicosulfuron[®] 40sc da empresa Nortox.

A aplicação foi realizada no estádio V4, obedecendo às recomendações do fabricante. Foi usado pulverizador costal pressurizado, mantendo pressão constante e volume de calda de 220 L ha⁻¹.

As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 14 e 21 dias após aplicação (DAA), utilizando como base a escala diagramática EWRC (FRANS, 1972), onde correspondem as seguintes notas de fitotoxicidade: 1 – nula; 2 – muito leve; 3 – leve; 4 – media; 5 – forte; 6 – muito forte; 7 – severa.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Aplicou-se análise de regressão para testar a correlação entre as doses de nicosulfuron e as formulações do adubo NPK.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fitotoxicidade provocada pelo nicosulfuron ocorre lentamente. As plantas sensíveis tornam-se cloróticas, definham e morrem no prazo de sete a quatorze dias após o tratamento. Segundo Christoffoleti & Lopez-Ovejero (2003) a tolerância observada em cultivares de milho é variada e se intensifica com o avanço do estádio fenológico, com

Tabela 2: Medias de injuria aos 14 dias após a aplicação (DAA) das doses de nicosulfuron (0; 20; 40; 60 g ha⁻¹) do ingrediente ativo, frente às formulações de NPK (40-00-80; 40-80-00; 40-80-80 e 00-80-80).

Doses Nicosf.	Formulado NPK			
	40-00-80	40-80-00	40-80-80	00-80-80
0	1,00 aC	1,00 aC	1,00 aB	1,00 aB
20	3,00 aB	2,33 aB	1,66 bB	1,66 bB
40	3,33 aB	2,33 bB	3,33 aA	2,00 bA
60	4,66 aA	3,33 bA	3,33 bA	2,33 cA

Medias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

aplicações de organofosforado e interação com nitrogênio.

A interação entre as doses de nicosulfuron e as formulações do adubo NPK demonstrou-se significativo ($P < 0,01$) para os 14 e 21 dias após a aplicação. Rodrigues et al. (2012), obteve um nível de dano moderado quando as plantas de milho foram avaliadas aos dez dias após a aplicação do herbicida (DAA). Neste mesmo experimento os autores observaram redução dos efeitos fitotóxicos após 20 DAA. Resultados opostos ao citado anteriormente foram observados neste experimento, onde os efeitos fitotóxicos do nicosulfuron se intensificaram aos 21 DAA (**Figura 2**).

A metabolização das moléculas do herbicida depende de diversos fatores ligados ao ambiente. Segundo Bruce et al. (2003) em condições de déficit hídrico, as plantas reduzem a degradação do herbicida e mantêm o produto absorvido na forma ativa, afetando a enzima ALS, com conseqüente injúria nos tecidos. Em condições de alta temperatura do ar, aumenta a absorção, a translocação e a acumulação de nicosulfuron em plantas de *Restrिंगia repensa*, mas também aumenta a inativação metabólica do herbicida em plantas de milho (Fali & Carelli, 1997).

De acordo com Padre & Vidal (2001) a intensa atividade fotossintética nos estádios de aplicação contribuiu para a elevada translocação do herbicida das folhas aos meristemas. Segundo os autores, Galanear (1999) observou maior absorção e translocação do nicosulfuron com o aumento da luminosidade, acentuando a injúria no milho.

A fitotoxidez foi mais intensa, para 14 e 21 DAA, quando havia disponível no solo a combinação de nitrogênio e potássio (NK), conforme **figura 1a e 1b**. O nitrogênio é indiscutivelmente o principal carreador da molécula do herbicida, mas aparentemente uma interação significativa entre nitrogênio e potássio potencializa os efeitos de dano do nicosulfuron às plantas de milho.

De acordo com Caram et al. (2010) adjuvantes, nutrientes ou inseticidas acrescidos à calda contendo o herbicida nicosulfuron podem modificar a capacidade da planta em tolerá-lo, tendo por conseqüência a perda da seletividade.

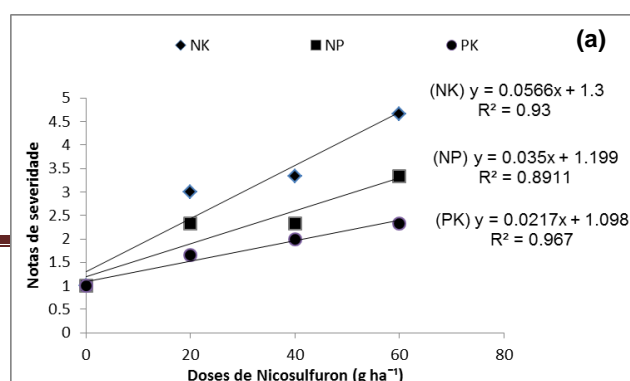
Em comparação de medias realizadas neste experimento (**Tabela 2**), observou-se que a dose de 40 g ha⁻¹ de nicosulfuron não apresentou diferença significativa, quando se aplicou formulações do adubo NPK contendo associado nitrogênio e potássio na formulação (NPK, 40-00-80 e 40-80-80), Estes tratamentos resultaram nas maiores notas de severidade.

Adubações contendo a associação de apenas fosforo e potássio ou fosforo e nitrogênio na formulação (NPK, 00-80-80 e 40-80-00) apresentaram as menores notas de severidade, para 20, 40 e 60 g ha⁻¹ do ingrediente ativo, reforçando a hipótese de que o potássio interage com nitrogênio na intensificação dos efeitos fitotóxicos, independentemente das doses de aplicação e do período de restrição.

Segundo Taiz & Zeiger (2013) o potássio presente nos tecidos vegetais, na forma de K⁺, desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células, além de atuar como ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese. De acordo com Silva et al. (2011) o potássio ainda está envolvido na no processo metabólico do nitrogênio, como regulação da absorção de nitrato pelas raízes da planta e ativação da enzima redutase do nitrato.

O dano fitotóxico causado pela interação entre nitrogênio e potássio pode estar relacionado à indução de uma maior atividade da enzima redutase do nitrato e do aumento das concentrações de N nos tecidos vegetais. Silva et al. (2011) em um de seus experimentos observou que o potássio contribuiu com 10% no aumento da atividade enzimática, com a aplicação de 100 kg de nitrogênio ha⁻¹.

Os efeitos fitotóxicos potencializados pela interação ente nitrogênio e potássio, podem estar sendo repetidos em outros experimentos, de forma aleatória e involuntária, influenciando assim de forma significativa em seus resultados.



CONCLUSÕES

A severidade da fitotoxidez em plantas de milho aumenta com doses crescentes de nicosulfuron.

Adubações realizadas com a associação de potássio e nitrogênio potencializam o efeito do nicosulfuron sobre as plantas de milho, aumentado à severidade das injúrias.

Ha necessidade de mais estudos sobre o efeito da interação entre potássio e nitrogênio na seletividade de plantas de milho ao nicosulfuron.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. D.; NISSEN, S. J.; MARTIN, A. R.; Mechanism of primisulfuron resistance in a shattercane (*Sorghum bicolor*) biotype. **Weed Science**, Lawrence, v.46, n.1, p.158-162, 1998.

ASHTON, F. M.; MONACO, T. D. **Weed science: principles and practices**. 3 ed. New York : J. Wiley, 1991. 272p.

BRUCE, J. A.; CAREY, J. B.; PENNER, D. Effect of growth stage and environment on foliar absorption, translocation, metabolism, and activity of nicosulfuron in quackgrass (*Elytrigia repensa*). **Weed Science**, Champaign, v.44, n.3, p.447-454, 1996

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. D.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERMANI, L. C. **Nutrição e adubação do milho**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 28 de maio de 2016.

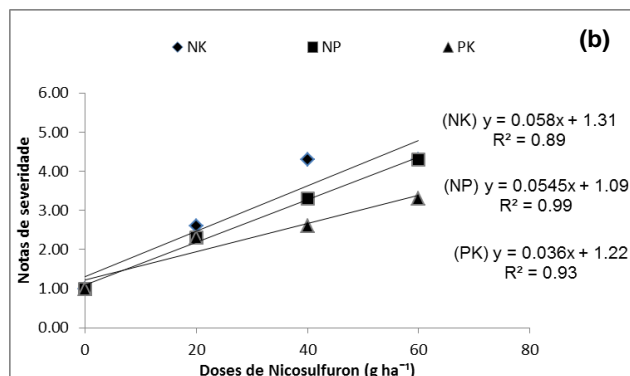
CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; Carvalho, J. C. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Londrina: **Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas**. 2003.

FAHL, J. L., CARELLI, M. L. Eficiência do nicosulfuron no controle de capim massambará na cultura do milho. **Planta Daninha**, Londrina, v.15, n.1, p.46-52, 1997.

FRANS, R. W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E. Research methods in weed science. Australian: **Southern Weed Science Society**, 1972. p.28-41.

GALLAHER, K. Absorption, translocation, and metabolism of primisulfuron and nicosulfuron in broadleaf signalgrass (*Brachiaria platyphylla*) and corn. **Weed Science**, Lawrence, v.47, n.1, p.8-12, 1999.

KARAM, D.; MENDONÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. **Plantas Daninhas na Cultura do Milho**. Circular Técnica 79. Embrapa Milho e Sorgo. 2006.



Outro fator que deve ser estudado é a relação destas condições aos níveis de tolerância em genótipos de milho, quando cultivados em ambientes salinos e ou sob altos níveis de adubação.

Figura 1: Notas de severidade do dano fitotóxico por quatro doses de nicosulfuron (0; 20, 40, 60 g ha⁻¹) aplicado às plantas em estágio V4, frente a três diferentes formulações de adubo NPK, sendo: NK (40-00-80); NP (40-80-00) e PK (00-80-80). Aos 14 DAA (a) e 21 DAA (b).

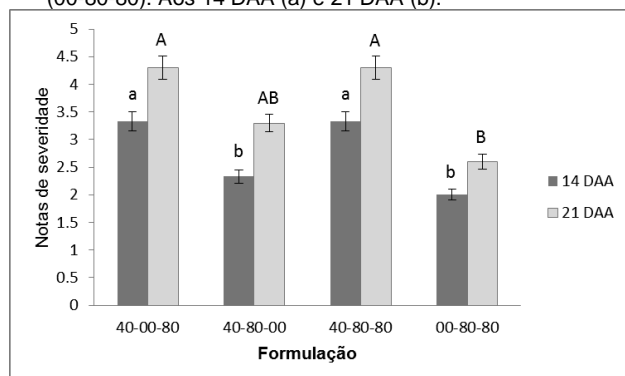


Figura 2: Notas de severidade, para, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) de 40 g ha⁻¹, de nicosulfuron, frente a quatro formulações do adubo NPK (40-00-80; 40-80-00; 40-80-80 e 00-80-80). (Medias seguidas das mesmas letras minúsculas para 14 DAA e maiúsculas para 21 DAA não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA Y GARCÍA, A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, 21(3), 413-419. 2003.

PEIXOTO, C. M.; RAMOS, A. A. **Milho: manejo de herbicida**. caderno técnico, Pelotas: Cultivar, 2002. 10p. (Cultivar Grandes Culturas, 42).

RAMOS, A. A. **COM O CORRETO USO DE HERBICIDAS, PODE-SE AUMENTAR A PRODUTIVIDADE DA LAVOURA**. Pioneer. 2001. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br>. Acesso em 28 de maio 2016.

RODRIGUES, M. J.; TUROZI, T. A.; NETTO, A. P. C.; & TIMOSSI, P. C. Épocas da adubação nitrogenada relacionada à aplicação de nicosulfuron na cultura do milho. **Global science and technology**. issn 1984-3801. 2012.

SILVA S. M.; OLIVEIRA L. J.; FARIA F. P.; REIS E. F.; CARNEIRO M. A. C.; SILVA S. M. Atividade da enzima nitrato redutase em milho cultivado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, Santa Maria, 41, 11, 1931–1937. 2011.

SOARES, M. C.; COSTA, J. Dados históricos e geográficos do município de Itumbiara- GO. **Secretaria Municipal de Educação**, Itumbiara-GO, 1994. 27p.

SPADER, V.; VIDAL, R. A. Seletividade e dose de injúria econômica de nicosulfuron aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 3, n. 6, p. 929-934, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

Efeito alelopático de Mamona (*Ricinus communis*) sobre germinação de sementes de Milho

Jéssica Letícia Abreu Martins⁽¹⁾; Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos⁽²⁾; Amilton Ferreira da Silva⁽³⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁴⁾ Vinícius Tadeu da Veiga Correia⁽⁵⁾; Ítalo dos Santos Faria Marcossi.⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil. E-mail: jessicaabreu_lam@hotmail.com. ⁽²⁾ Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil. ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil. ⁽⁴⁾ Professora da, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil. ⁽⁵⁾ Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil. ⁽⁶⁾ Estudante do Curso de Engenharia de Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Rodovia MG 424, km 45 – CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG-Brasil.

RESUMO: O experimento foi realizado no laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de São João Del Rei - Campus Sete Lagoas no período de Março/2016 a Abril/2016. O objetivo das análises foi avaliar o efeito alelopático dos extratos de folhas secas e verdes de Mamona (*Ricinus communis*) em diferentes concentrações (10%,20%,30% e 40%) sobre a germinação do Milho (*Zea mays*). Os efeitos alelopáticos foram avaliados levando-se em consideração a 1ª contagem de germinação, a germinação e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Pelos resultados obtidos, conclui-se que os extratos de folha seca e folha verde influenciam na germinação do milho, influenciando diretamente na qualidade do mesmo em campo.

Termos de indexação: Plantas Daninhas, Competição, Alelopatia.

INTRODUÇÃO

A alelopatia pode ser definida como a interação bioquímica estabelecida entre plantas, que resultam em benefícios ou malefícios para o desenvolvimento das mesmas (Rice,1979) podendo ser observada entre inúmeras espécies vegetais. Essa interação realizada pelas plantas é responsável por evitar o crescimento de espécies vegetais distintas nos arredores das mesmas, como forma de diminuir a disputa por recursos e favorecer seu desenvolvimento individual, atuando sobre todos os órgãos da planta (Souza, 1988). Assim sendo, as plantas direcionam grande parte de sua energia

para a produção de aleloquímicos, o que é característico de um processo evolutivo pelo qual passaram durante os anos.

Os estudos acerca da alelopatia são de suma importância não só para conhecimento das plantas que apresentam essa característica, mas também para escolher quais as espécies ideais para se iniciar uma rotação de culturas ou até mesmo se conhecer os efeitos de um cultivo sobre cobertura. Dessa forma, pode-se dizer que conhecer o efeito alelopático entre espécies vegetais é importante não só para aqueles que planejam iniciar cultivos convencionais, mas também é interessante para os que consideram o plantio direto e a agricultura consorciada uma opção (Guenzi et al., 1967).

A Mamona é uma planta perene, que possui hábito arbustivo podendo atingir até 3 metros de altura (Lorenzi, 2008) e possui origem Asiática. A família botânica a qual pertence é a *Euphorbiaceae*, classifica da como dicotiledônea e com cerca de 48% de sua composição de suas sementes baseada em óleo, as quais possuem alto valor energético se comparado às suas folhas (Guenzi et al., 1967).

No Brasil, ela é encontrada em todo o território e caso não tenha seu crescimento controlado, pode causar prejuízos significativos e danos a culturas próximas, principalmente pelo sombreamento promovido por ela.

Durante muito tempo, a mamona (*Ricinus comunis*) foi considerada uma planta responsável por gerar somente prejuízos econômicos a produtores, devido a sua rápida disseminação e difícil controle. No entanto, no início do século 21,

iniciaram-se estudos mais aprofundados sobre seu potencial para a produção de Biodiesel no Brasil e utilização como base para inseticidas alternativos em decorrência, principalmente, da quantidade de óleo extraída de suas sementes e da alta adaptabilidade da planta a solos pobres e climas áridos.

A ricinocultura atualmente é explorada não só como uma monocultura, mas também é vista em cultivos consorciados, de modo a se aproveitar terras não utilizadas no momento e gerar renda extra ao produtor. Levando em consideração seu potencial econômico e os baixos gastos com mão de obra, a implementação da mamona no campo vem gerando dúvidas acerca da utilização das áreas durante o plantio e na pós colheita, uma vez que possivelmente existem efeitos alelopáticos exercidos pela cultura ou pelos seus restos sobre as plantas de interesse (Ferreira & Aquila, 2000).

Devido a sua grande popularidade, grande utilização para fabricação de alimento e rações e significativa presença em território brasileiro, o milho é uma das principais monoculturas exploradas no país. Levando-se em consideração esse fator, o estudo visando conhecer quais as plantas podem prejudicar seu desenvolvimento é importante, uma vez que torna-se necessário conhecer o histórico de cultivos e as espécies localizadas nas proximidades antes de se investir na produção do grão.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito alelopático da Mamona sobre a germinação do Milho (*Zea mays*).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de análise de Sementes, do campus Sete Lagoas da UFSJ. Durante o experimento, buscou-se analisar o efeito dos extratos de folhas secas e verdes de Mamona sobre a germinação de sementes de milho. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo extrato de folha seca e folha verde nas concentrações: 0%, 10%, 20%, 30% e 40%, com 4 repetições

Dessa forma, foram coletadas cerca de 2,4Kg de folhas de Mamona, as quais estavam plantadas no Campus de Sete Lagoas, da UFSJ, em seu ambiente natural em bioma de Cerrado. As plantas foram colhidas com auxílio de luvas e estiletes, e armazenadas em sacos plásticos até chegarem ao laboratório. Posteriormente, 12 pacotes contendo 200gr e folhas de mamona foram alojados em uma estufa a 65°C, durante 48h com intuito de retirar a água presente nos tecidos da planta.

Os extratos provenientes das folhas secas de Mamona foram obtidos com a trituração das mesmas em uma proporção fixa de 2,4 Kg para 2,4L de água destilada com auxílio de um liquidificador industrial. A mistura foi batida por aproximadamente 3 minutos e o extrato obtido a partir desse processo foi diluído para as concentrações de 10%, 20%, 30% e 40% além da testemunha que só recebeu água destilada para fins de comparação. A cultivar de milho utilizada foi a BRS 1060, da qual foram escolhidas as sementes. Posteriormente, essas sementes foram dispostas em 5 fileiras com 5 sementes em cada sobre folhas de papel Germitest, as quais foram molhadas com os extratos citados com 4 repetições de cada. Após montados os testes, estes foram mantidos em BOD durante um período de 10 dias.

Durante uma segunda coleta, realizada no mesmo local da anterior, foram recolhidas mais folhas de Mamona para formulação dos extratos a partir de folhas verdes. Os extratos provenientes das folhas verdes de Mamona foram obtidos com a trituração das mesmas em uma proporção fixa de 2,4 Kg para 2,4L de água destilada com auxílio de um liquidificador industrial. A mistura foi batida por aproximadamente 3 minutos e o extrato obtido a partir desse processo foi diluído para as concentrações de 10%, 20%, 30% e 40% além da testemunha que só recebeu água destilada para fins de comparação.

Ao longo dos 10 dias, foram contadas as sementes germinadas em cada teste, e ao final deste período foi possível a avaliação dos resultados. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância com o auxílio do programa SISVAR, sendo as médias do tipo de extrato comparadas pelo teste de Tukey, ao passo que para as concentrações realizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados observou-se que houve interação entre extratos e doses, sendo que o aumento das concentrações reduziram o IVG e a germinação total, quando comparados à testemunha. (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação e germinação, obtidas de sementes de milho submetidas dois tipos de extratos (seca e verde) de cinco concentrações do extrato de mamona.

	Primeira Contagem	Germinação	IVG
Tratamento	3459,6**	10,0 ^{ns}	260,30**

Dose	11298,6**	855,4**	1387,56**
TxD	666,6**	365,0**	58,13**
Resíduo	23,06	35,33	0,74
CV%=	8,78	6,98	2,87

**: significativo a 5%, pelo teste Tukey.

As sementes de milho sob os 4 tratamentos além da testemunha (0%,10%,20%,30%, 40%) apresentaram vigor diferenciado, uma vez que à medida que se aumentou a concentração dos extratos, sejam eles de folhas verdes ou secas, ocorreu a inibição da germinação e, por consequência, da velocidade de germinação também diminuiu. Esse fato sugere que a mamona exerce influência direta no processo germinativo, por meio de aleloquímicos presentes nas folhas da planta.

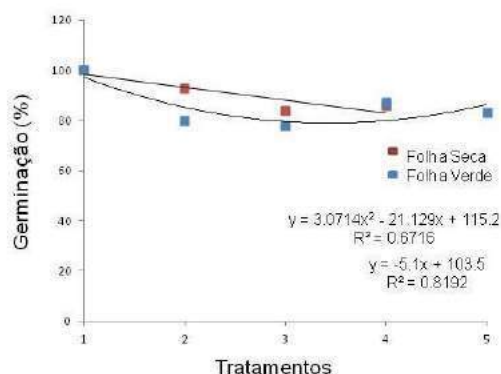


Figura 2: Germinação de sementes de milho submetidas à ação de extratos de folhas de mamona em quatro diferentes concentrações além da testemunha.

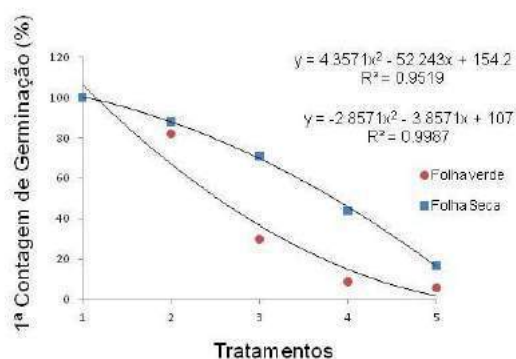


Figura 1: Primeira Contagem de Germinação de sementes de Milho submetidas à ação de extratos de folhas de mamona em quatro diferentes concentrações além da testemunha.

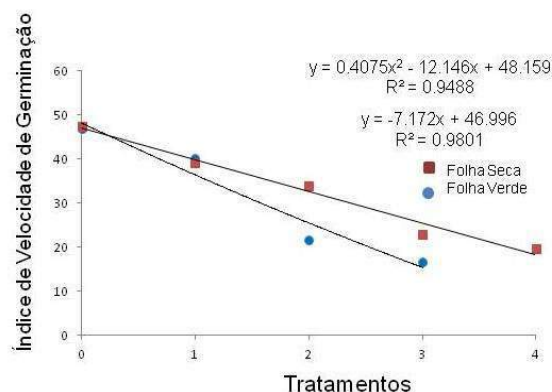


Figura 3: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de milho submetidas à ação de extratos de folhas de mamona em quatro diferentes concentrações além da testemunha.

Os gráficos para análise da 1ª Contagem de Germinação a Germinação e do IVG possuem em seu eixo X os tratamentos utilizados no experimento, os quais representam, respectivamente, as concentrações de 0%,10%, 20%,30% e 40%.

Analisando-se os gráficos, é possível concluir que a porcentagem de sementes de milho germinadas na 1ª contagem de germinação diminuiu progressivamente, à medida que se aumentou a concentração dos extratos de folha seca e folha verde (**Figura 1**).

Considerando-se a germinação total, por sua vez,

observou-se um decréscimo da germinação das sementes de milho quando estas foram expostas aos extratos com concentrações continuamente aumentadas de folha verde e folha seca (**Figura 2**).

Já em relação ao IVG, foi possível perceber que a velocidade de germinação das sementes também apresentou-se decrescente quando a concentração dos extratos aumentou, o que reforça a teoria de que os aleloquímicos presentes nas folhas de mamona apresentam efeito deletério sobre o vigor das sementes do milho (**Figura 3**).

Em todos os parâmetros analisadas foi constatado um efeito maior da alelopatia sobre o milho naqueles extratos feitos à partir de folhas secas, quando comparados aos compostos de folhas verdes de mamona.

que existe efeito alelopático negativo da mamona sobre as sementes de milho e, além disso, a formulação de extratos à base de folhas secas apresentou resultados mais expressivos quando comparados aos formulados com folhas verdes de mamona.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores Amilton Ferreira e Nádia Nardely, a UFSJ, a FAPEMIG e a Embrapa Milho e Sorgo por todo o apoio.

CONCLUSÃO

Ao se analisar os dados obtidos após realização do experimento, pode-se concluir que os extratos formulados a partir de matéria seca e matéria verde alteraram a germinação e o IVG, das sementes de milho. O efeito dos extratos sobre o milho sugerem

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p.175-204, 2000. Edição Especial.

GUENZI, W. D.; McCALLA, T. M.; NORSTAD, F. A. **Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues**. *Agron. J.*, v. 59, p. 163-166, 1967.

LORENZI, H. Euphorbiaceae. In: LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2008, p.302.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2ª edição, Academic Press, Orlando, 1974, p.352.

SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, p. 75-78, 1988.

Eficiência e seletividade de herbicidas aplicados em sorgo sacarino

Carlos Orestes Santin⁽¹⁾; Gismael Francisco Perin⁽²⁾; César Tiago Forte⁽¹⁾; Renan Carlos Fiabane⁽¹⁾; André Andres⁽³⁾; Alexandre Ferreira da Silva⁽⁴⁾, Leandro Galon⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante da Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul; Erechim, Rio Grande do Sul; carlosorestessantin@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul; ⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado. ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo sacarino é utilizado na produção de biocombustíveis, alimentação animal e humana. Os problemas enfrentados na cultura estão relacionados as práticas de manejo, principalmente de plantas daninhas, devido à falta de herbicidas seletivos e registrados. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência e a seletividade de herbicidas associados ou não a atrazine, para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do sorgo sacarino. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições. A cultivar semeada foi a BRS 509, em sistema de plantio direto, com prévia dessecação da vegetação com glyphosate (1080 g ha⁻¹). Os tratamentos utilizados foram; atrazine-1250; atrazine+simazine-1250+1250; atrazine+simazine+s-metolachlor-1250+1480+920; atrazine+s-metolachlor-1250+1440 e atrazine+flumioxazin-1250+40 g ha⁻¹ e em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas: atrazine-1250; atrazine+2,4-D-1250+1209; 2,4-D-1209; atrazine+bentazon-1250+720; bentazon-720 g ha⁻¹, mais duas testemunhas uma capinada e outra infestada. As variáveis avaliadas foram fitotoxicidade a cultura e controle de papuã aos 07, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Determinou-se ainda o diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), massa verde de colmos (MVC) e massa verde total (MVT) do sorgo sacarino. A aplicação de a atrazine (1250 g ha⁻¹) em pré-emergência ocasionou maior fitotoxicidade a cultura se comparada ao uso desse herbicida em pós-emergência. Os herbicidas que melhor controlaram o papuã foram a atrazine – 1250 g ha⁻¹ (aplicação em pré-emergência), atrazine + simazine (1250+1250 g ha⁻¹), atrazine + s-metolachlor (1250+1440 g ha⁻¹) e atrazine + flumioxazin (1250+40 g ha⁻¹). A competição de plantas daninhas com o sorgo diminui o DC, AP e MVC, bem como a aplicação dos herbicidas estudados. A mistura de atrazine + bentazon (1250+720 g ha⁻¹) aliou baixa fitotoxicidade, controle mediano de papuã e excelente produção de MVT.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*; *Urochloa plantaginea*; Controle químico.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino está presente no mercado brasileiro como uma alternativa para a entressafra da cana-de-açúcar, com objetivo de minimizar a instabilidade do preço do etanol no Brasil, apresentando boa adaptação ao setor sucroalcooleiro. Essa cultura pode oferecer as vantagens de rapidez no ciclo; ser totalmente mecanizável, produção de grãos que podem ser utilizados para alimentação humana, animal ou para a produção de biocombustível; utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização, cogeração de eletricidade ou forragem para animais, contribuindo para um balanço energético favorável (Parrella, 2011).

A falta de recursos tecnológicos para o cultivo do sorgo sacarino vem sendo o empecilho para sua expansão. A cultura apresenta crescimento lento entre os estádios de desenvolvimento V3 e V11, com isso há um estabelecimento maior de plantas daninhas nas entrelinhas de cultivo, sendo que a competição imposta pelas plantas daninhas pode diminuir consideravelmente seu potencial produtivo (Cabral et al., 2013; Silva et al., 2014).

O principal método de controle de plantas daninhas é o químico, através do uso de herbicidas, porém eles podem ocasionar fitotoxicidade a cultura do sorgo sacarino, devido a baixa seletividade para a mesma (Martins et al., 2006; Geier et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência e a seletividade de herbicidas associados ou não a atrazine, para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na área

experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Câmpus Erechim/RS, nos meses de novembro de 2015 a março de 2016. A semeadura do sorgo sacarino foi efetuada em sistema de plantio direto na palha, sendo que 30 dias antes dessa operação efetuou-se a dessecação da vegetação com o herbicida glyphosate + 2,4-D (3,0 + 1,5 L ha⁻¹). A cultivar de sorgo sacarino semeada foi a BRS 509.

Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 15 m² (5 x 3 m) semeadas com 6 linhas de sorgo em espaçamento de 0,5 m com uma população de 11 plantas m⁻¹. A densidade média de papuã era de 169 plantas m⁻². A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida. As condições no momento da aplicação em pré-emergência eram: céu parcialmente nublado, temperatura do ar de 35 °C, umidade relativa do ar de 43,5%, solo úmido e ventos de 6 km h⁻¹, já na aplicação em pós-emergência o céu apresentava-se nublado, temperatura do ar de 24 °C, umidade relativa do ar de 67%, solo úmido e ventos de 1,5 a 3,5 km h⁻¹. A aplicação dos herbicidas pré-emergentes foi realizada logo após a semeadura da cultura, já a aplicação em pós-emergência a cultura apresentava 4 folhas completamente desenvolvidas (estádio V4) e as plantas daninhas de 1 a 4 folhas.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos utilizados no experimento estão dispostos na **Tabela 1**.

As avaliações de fitotoxicidade ao sorgo sacarino e o controle da planta daninha (papuã) foram realizadas visualmente aos 07, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Para isso atribui-se a nota de zero (0%) aos tratamentos com ausência de fitotoxicidade e/ou controle do papuã e a nota de cem (100%) para morte total da planta daninha e da cultura (SBCPD, 1995).

Tabela 1. Tratamentos utilizados e respectivas doses. UFFS, Erechim/RS, safra 2015/16.

Tratamentos	Doses (g ha ⁻¹)
Testemunha infestada	...
Testemunha capinada	...
Atrazine ¹	1250
Atrazine + simazine ¹	1250 + 1250
Atrazine ²	1250
Atrazine + 2,4-D ²	1250 + 1209
Atrazine + bentazon ²	1250 + 720
Atrazine + simazine + s-metolachlor ¹	1250 + (1480 + 920)

Atrazine + s-metolachlor ¹	1250 + 1440
Atrazine + flumioxazin ¹	1250 + 40
2,4 - D ²	1209
Bentazon ²	720

¹Aplicação dos herbicidas em pré-emergência. ²Aplicação em pós-emergência.

As variáveis avaliadas no sorgo foram: diâmetro de colmo (DC) em mm determinando-se com paquímetro digital no primeiro entrenó da planta. A altura de plantas (AP) em cm foi aferida com auxílio de régua graduada desde rente ao solo até o final da panícula. A massa verde total (MVT) foi determinada seccionando-se as plantas rente ao solo no centro de cada unidade experimental (4,5 m²), sendo posteriormente realizada a pesagem e os resultados extrapolados para kg ha⁻¹, após isso foi realizada a desfolha e retirada de panícula para estimar a massa verde de colmos (MVC), foi realizada novamente a determinação da massa do material extrapolando-se os dados para kg ha⁻¹.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi instalado em delineamento de bloco casualizados, com 12 tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em sendo significativos as médias foram submetidas ao teste de Tukey a p≤0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se menor fitotoxicidade nos tratamentos contendo o herbicida bentazon e atrazine aplicados em pós-emergência, sendo esse último é o único herbicida registrado para a cultura do sorgo no Brasil (Agrofit, 2016). As maiores injúrias foram constatadas nos estádios iniciais das plantas de sorgo sacarino pelos herbicidas atrazine (pré), atrazine + simazine (pré), atrazine + simazine + s-metolachlor, atrazine + s-metolachlor e atrazine + flumioxazin. Aos 28 DAT de modo geral os maiores sintomas foram observados pela aplicação em pré-emergência de atrazine + s-metolachlor e atrazine + simazine + s-metolachlor, ambos não diferiram estatisticamente entre si. Para o sorgo granífero a aplicação em pré-emergência dos herbicidas metolachlor, alachlor, simazine, atrazine + metolachlor, atrazine + simazine apresentaram fitotoxicidade a cultura, a qual resultou em perdas de produtividade de grãos, em relação a testemunha mantida no limpo (Martins et al., 2006).

Para todas as épocas de avaliação de controle do papuã a atrazine aplicada em pré-emergência apresentou os melhores resultados quando comparado com a aplicação em pós-emergência. As

misturas desse herbicida com simazine, s-metolachlor e flumioxazin na avaliação dos 28 dias após a aplicação (DAT) não diferiram estatisticamente entre si, apresentando os melhores controles, depois da testemunha capinada (**Tabela 3**). A associação de atrazine com outros herbicidas é uma importante forma de controle de plantas daninhas (Geier et al., 2009).

Por serem herbicidas que controlam principalmente dicotiledôneas o 2,4-D e o bentazon não apresentaram controle de papuã, porém nas avaliações dos 14 e 21 DAT o 2,4-D apresentou fitotoxicidade ao sorgo de 33 e 23%, respectivamente (**Tabela 2 e 3**). De acordo com Dan et al. (2010), a aplicação de 2,4-D em estádios mais avançados do sorgo granífero apresentam efeitos negativos relacionados ao rendimento e ao acamamento das plantas.

Tanto na testemunha infestada como nos tratamentos com herbicidas o DC foi influenciado pela competição e pelos herbicidas, sendo que a testemunha mantida no limpo (capinada) apresentou o maior valor dessa variável. Do mesmo modo que para o DC a AP também foi influenciada negativamente pela competição com as plantas daninhas e pelos herbicidas atrazine + 2,4-D, atrazine + bentazon, atrazine + flumioxazin e 2,4-D os quais diferiram da testemunha capinada (**Tabela 4**). Segundo Silva et al. (2014), a ausência de controle da comunidade infestante no sorgo sacarino, ocasionou aumento no teor de sólidos solúveis totais e redução de, respectivamente, 9 e 25% na altura de planta e diâmetro de colmo, ao se comparar com uma testemunha mantida no limpo. O grau de interferência das plantas daninhas na cultura do sorgo foi maior com o aumento do período de convivência da comunidade de plantas daninhas com a cultura (Cabral et al., 2013).

Os resultados demonstram que todos os herbicidas aplicados tanto em pré como em pós-emergência apresentaram redução na MVC, sendo atrazine (Pós), atrazine + 2,4-D, atrazine + simazine + s-metolachlor, 2,4-D e bentazon os que foram mais prejudiciais, inclusive piores que a testemunha infestada (**Tabela 4**). A competição das plantas daninhas nas condições do experimento, ocasionaram perdas de aproximadamente 26 e 16%, respectivamente para MVC e MVT. Mesmo reduzindo cerca de 9.689 kg ha⁻¹ a testemunha infestada não diferiu da capinada para a variável MVT, diferentemente da MVC a aplicação em pós-emergência das misturas de atrazine + bentazon não apresentou diferença estatística da testemunha capinada (**Tabela 4**). A mistura de atrazine + bentazon aliou baixa fitotoxicidade, controle mediano de papuã e excelente produção de MVT.

CONCLUSÕES

Aplicações em pré-emergência de atrazine apresentam maior eficiência de controle, porém maior fitotoxicidade a cultura do sorgo sacarino.

A competição de plantas daninhas e a aplicação dos herbicidas foram prejudiciais ao desenvolvimento do sorgo sacarino.

Estudos que avaliem misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas se tornam importantes para a cultura do sorgo sacarino.

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsas e auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

AGROFIT – Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons_estudo_safras.pdf>. Acesso em 23 maio 2016.

CABRAL, P. H. R.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; ARAÚJO, V. T.; PEDRINI, E. C. F. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.3, p.308-314, 2013.

DAN, H. A.; DAN, L. G. M., BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA JR. R. S.; GUERRA, N.; FELDKIRCHER, C. Tolerância do sorgo granífero ao 2,4-D aplicado em pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.4, p.785-792, 2010.

GEIER, P. W.; STAHLMAN, P. W. REGEHR, D. L.; OLSON, L. B. Preemergence Herbicide Efficacy and Phytotoxicity in Grain Sorghum. **Weed Technology**, v.23, n.2, p.197-201, 2009.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; MARTINS, D. Seletividade de herbicidas sobre a produtividade e a qualidade de sementes de sorgo granífero. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.27, n.1, p.37-42, 2006.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Revista agroenergia**, Brasília, ano 2, n.3, p. 8-9, 2011.

SILVA, C.; SILVA, A. F.; VALE, W. G.; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.4, p.438-445, 2014.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e**



análise de experimentos com herbicidas. Londrina:
1995. 42 p.

Tabela 2. Fitotoxicidade (%) a cultivar de sorgo sacarino BRS 509, em função da aplicação de herbicidas em pré ou pós-emergência. UFFS/Erechim/RS, 2015/16.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			
	07 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha infestada	0 ² b	0 d	0 e	0 e
Testemunha capinada	0 b	0 d	0 e	0 e
Atrazine	40 a	22 bc	7 de	4 d
Atrazine + simazine	47 a	42 a	5 e	5 cd
Atrazine	8 b	6 cd	0 e	0 e
Atrazine + 2,4-D	9 b	15 cd	5 e	4 d
Atrazine + bentazon	8 b	10 cd	0 e	0 e
Atrazine + simazine + s-metolachlor	49 a	46 a	17 cd	10 ab
Atrazine + s-metolachlor	46 a	43 a	33 a	12 a
Atrazine + flumioxazin	49 a	41 a	30 ab	7 bc
2,4 - D	7 b	33 ab	23 bc	6 cd
Bentazon	5 b	4 d	0 bc	0 e
CV (%)	30,39	32,30	42,21	29,60

¹DAT: dias após a aplicação dos tratamentos. ²Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, em cada época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a ps5.

Tabela 3. Controle (%) de papuã (*Urochloa plantaginea*) na cultivar de sorgo sacarino BRS 509, em função da aplicação de herbicidas em pré ou pós-emergência. UFFS/Erechim/RS, 2015/16.

Tratamentos	Controle (%)			
	07 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha infestada	0 ² e	0 f	0 e	0 f
Testemunha capinada	100 a	100 a	100 a	100 a
Atrazine	76 bc	46 cd	50 b	66 bc
Atrazine + simazine	76 bc	59 bc	45 bc	73 b
Atrazine	18 d	20 ef	0 e	29 e
Atrazine + 2,4-D	27 d	50 bcd	35 bcd	39 de
Atrazine + bentazon	23 d	33 de	23 d	51 cd
Atrazine + simazine + s-metolachlor	87 ab	67 bc	25 d	51 cd
Atrazine + s-metolachlor	81 bc	64 bc	35 bcd	53 bcd
Atrazine + flumioxazin	70 c	70 b	33 cd	59 bcd
2,4 - D	0 e	0 f	0 e	0 f
Bentazon	0 e	0 f	0 e	0 f
CV (%)	14,33	20,31	21,85	19,53

¹DAT: dias após a aplicação dos tratamentos. ²Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, em cada época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a ps5.

Tabela 4. Diâmetro de colmo (DC) em mm, altura de plantas (AP) em m, massa verde de colmos (MVC) em kg ha⁻¹ e massa verde total (MVT) em kg ha⁻¹ da cultivar de sorgo sacarino BRS 509, em função da aplicação de herbicidas em pré ou pós-emergência. UFFS/Erechim/RS, 2015/16.

Tratamentos	DC	AP	MVC	MVT
Testemunha infestada	14,6 ¹ bcd	2,46 cd	33800 b	49244 ab
Testemunha capinada	19,3 a	2,79 a	45644 a	58933 a
Atrazine	14,6 bcd	2,52 abcd	28800 bcde	37000 bcde
Atrazine + simazine	16,2 b	2,71 abc	25778 bcdef	33956 de
Atrazine	15,1 bc	2,67 abc	20800 ef	32400 de
Atrazine + 2,4-D	12,9 d	2,45 cd	23600 cdef	41378 bcd
Atrazine + bentazon	14,6 bcd	2,49 bcd	31333 bc	47733 abc
Atrazine + simazine + s-metolachlor	14,4 bcd	2,58 abcd	20933 ef	35111 cde
Atrazine + s-metolachlor	14,8 bcd	2,77 ab	30267 bcd	39000 bcde
Atrazine + flumioxazin	16,3 b	2,36 d	28933 bcde	39267 bcde
2,4 - D	13,8 cd	2,47 bcd	19867 f	27800 e
Bentazon	14,2 bcd	2,58 abcd	21733 def	33000 de
CV (%)	5,58	4,61	12,56	13,02

¹Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a ps5.

ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Décio Karam¹; Wilton Tavares da Silva²; Alexandre Ferreira da Silva¹; Leandro Vargas³; Dionísio Luís Pisa Gazziero⁴,

⁽¹⁾Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas/MG. decio.karam@embrapa.br; ⁽²⁾Universidade Federal São João Del Rei – Sete Lagoas-MG. (wilton_tavares@yahoo.com); ⁽³⁾Embrapa Trigo - Passo Fundo-, RS. leandro.vargas@embrapa.br; ⁽⁴⁾Embrapa Soja – Londrina-PR. dionisio.gazziero@embrapa.br.

RESUMO: A caracterização e o levantamento de espécies de plantas daninhas permitem a identificação e, quantificação, além de auxiliar na tomada de decisão do controle. Com objetivo de fazer o levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas com sistemas de produção de milho e soja, foi conduzido no ano agrícola 2013/14 amostragens em oito regiões do estado de Minas Gerais (Araxá, Ibia, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba, Uberlândia e Unai). As amostragens foram feitas usando um quadro, lançado aleatoriamente. Após a identificação e contagem das plantas daninhas foi realizado o estudo fitossociológico das espécies e famílias anotadas. Neste levantamento foram identificadas 48 espécies classificadas em 14 famílias. *Ageratum conyzoides*, *Cenchrus echinatus*, *Bidens spp.* e *Digitaria spp.* foram as espécies registradas com maior valor de importância.

Termos de indexação: *Ageratum conyzoides*, *Cenchrus echinatus*, *Bidens spp.* e *Digitaria spp.*

INTRODUÇÃO

A ocorrência de plantas daninhas é um dos fatores prejudiciais, mais importante nas culturas de grãos. As perdas, por causa dos efeitos indiretos das plantas daninhas, podem ser estimadas, no Brasil, a partir dos gastos com herbicidas que na safra de 2015 foi na ordem de aproximadamente 3,07 bilhões de dólares (Sindiveg, 2016). Outro prejuízo a ser considerado são as perdas impostas em consequência do efeito direto da interferência das plantas daninhas com a cultura, que atinge um percentual de aproximadamente 13,2% (Oerke et al., 1994). O que pode ter correspondido a uma perda aproximada de 27,8 milhões de toneladas de grãos, de acordo com a produção brasileira de grãos que alcançou 210,5 milhões de toneladas na safra 2015/16 (Conab, 2016).

Para a seleção dos métodos mais adequados de controle de plantas daninhas é importante identificar corretamente as espécies infestantes, bem como o

conhecimento de sua frequência na área. Cada espécie apresenta um potencial em se estabelecer e como consequência interferir de forma negativa na produção das culturas (Albuquerque et al., 2008). A falta de conhecimento das espécies e uso ineficientes dos métodos de controle pode contribuir para o uso indiscriminado de herbicidas e aumento significativo da probabilidade de contaminação ambiental (Karam, 2007). Nesse sentido, o levantamento florístico tem sido amplamente utilizado no reconhecimento do padrão de infestação de áreas agrícolas (Erasmio et al., 2004; Fialho et al., 2011; Karam et al. 2014). Este tipo de estudo caracteriza a estrutura da comunidade de uma determinada área, acrescentando dados quantitativos ou qualitativos a respeito da estrutura da vegetação (Silva et al., 2002), e variações populacionais em função das práticas agrícolas adotadas (Concenço et al., 2013).

O presente estudo objetivou caracterizar a composição das espécies através do levantamento florístico de plantas daninhas em sistemas de produção de milho e soja no estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram feitas em três microrregiões (Central, Noroeste e Triângulo Mineiro) concentradas em oito municípios (Araxá, Ibiá, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba, Uberlândia e Unai) do estado de Minas Gerais (**Figura 1**) durante a safra 2013/2014. O levantamento priorizou sistemas de produção de milho e soja em diferentes estágios de crescimento das culturas. A identificação e contagem das plantas foram realizadas usando o método do quadrado-inventário de 0,25 (m²), lançado em 356 pontos amostrais georreferenciados. Após a identificação e contagem das plantas daninhas foi realizada análise da estrutura da comunidade das espécies por meio dos parâmetros fitossociológicos: Índice de Valor de Importância, frequências absoluta e relativa, densidades absoluta e relativa, abundância absoluta

e relativa (Mueller et. al, 1974; Braun-Blanquet, 1979). Os dados apresentados para as espécies de plantas daninhas foram selecionados em função dos maiores índices de importância.

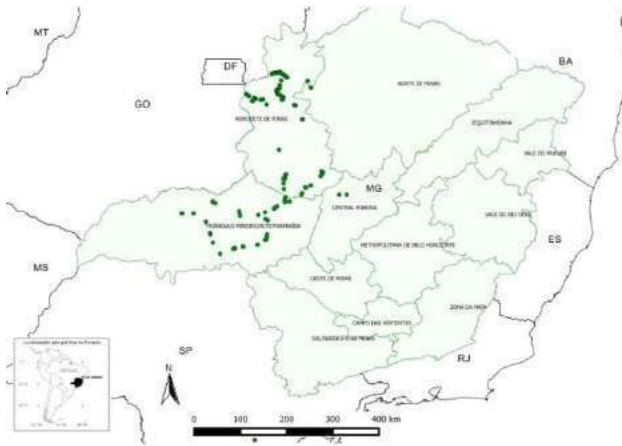


Figura 1. Pontos amostrais realizados em áreas produtoras de milho e soja no estado de Minas Gerais – Brasil 2013/2014

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste levantamento, foram identificadas 48 espécies classificadas em 14 famílias, sendo que **Asteraceae** e **Poaceae** foram as que apresentaram as maiores representatividades destacado pela Frequência relativa (Fr) de 34,3% e 30,9% (**Figura 2**) e Densidade relativa (Dr) 39,6 e 33,5% respectivamente (**Figura 3**).

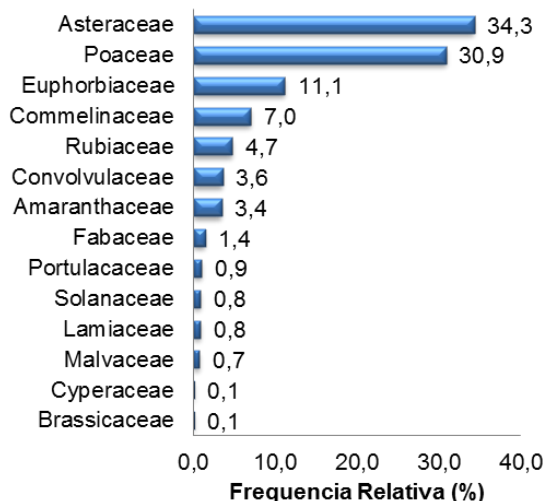


Figura 2. Frequência relativa (Fr), para todas as famílias anotadas em sistemas de produção de milho e soja de Minas Gerais. Brasil 2014.

A família de maior abundância relativa observada foi **Brassicaceae** (13,8%), enquanto que o menor índice calculado foi para a família **Amaranthaceae** (0,7%) indicando assim a maior e menor representação percentual das famílias que as espécies ocorrem concentradas em determinados pontos (**Figura 4**). Contudo os maiores índices de valor de importância foram observados para as famílias **Euphorbiaceae**, **Poaceae** e **Asteraceae** com os respectivos valores de 31,3%, 74,0% e 84,2% respectivamente (**Figura 5**).

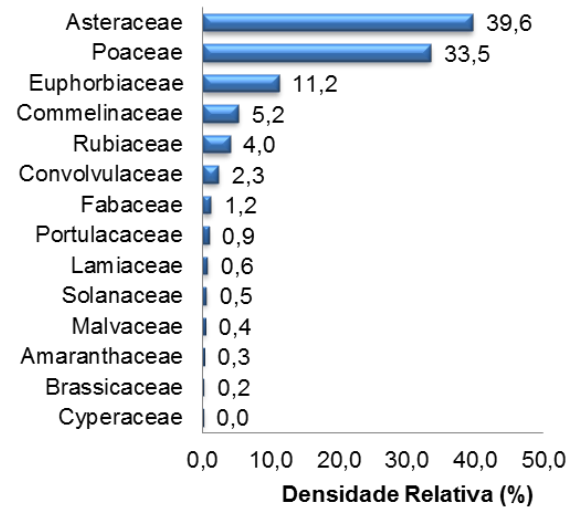


Figura 3. Densidade relativa (Dr), das famílias anotadas em sistemas de produção de milho e soja de Minas Gerais. Brasil 2014.

As famílias **Poaceae** e **Asteraceae** abrangem mais de 50% das espécies de plantas existentes no mundo (Holm et. Al., 1997), o que pode explicar os maiores índices de importância observados (acima de 74%).

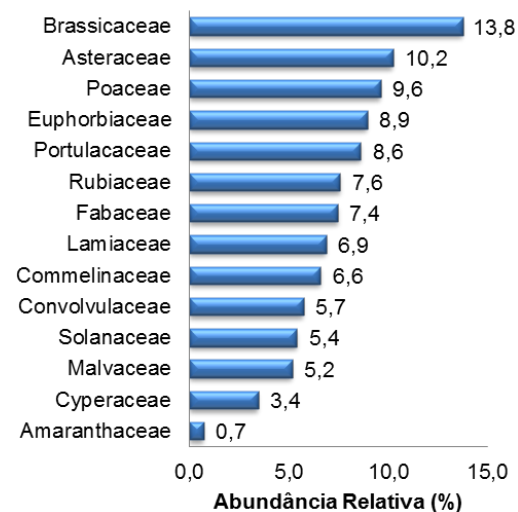


Figura 4. Abundância relativa (Abur) para todas as famílias anotadas em sistemas de produção de milho e soja de Minas Gerais. Brasil 2014.

Os parâmetros fitossociológicos por espécies de plantas daninhas são apresentados na **Tabela 1**. As espécies que apresentaram as maiores representatividades detectadas através da inferência do valor do IVI foram: *Cenchrus echinatus*, *Bidens* spp. e *Digitaria* spp. com 18,0%, 31,3 e 37,1% respectivamente. As plantas infestantes do gênero *Digitaria* avaliadas foram *D. insularis* e *D. horizontalis*, e segundo Dias et al. (2007), as plantas desse gênero são agressivas, constituindo problemas em culturas anuais por apresentarem alto grau de competição. *Euphorbia heterophylla* e *Conyza* spp. embora com valores de importância intermediário de 12,9 e 13,8% (**Tabela 1**), devem ser destacadas por serem relatadas, em diversas regiões do estado, com presença de populações resistente a herbicidas inibidores da PROTOX e ALS para *E. heterophylla* e da EPSPs para *Conyza* spp. (Heap, 2016). Do gênero *Conyza*, foram contabilizadas todas espécies, *C. Boraniensis*, *C. sumatrensis* e *C. canadensis*.

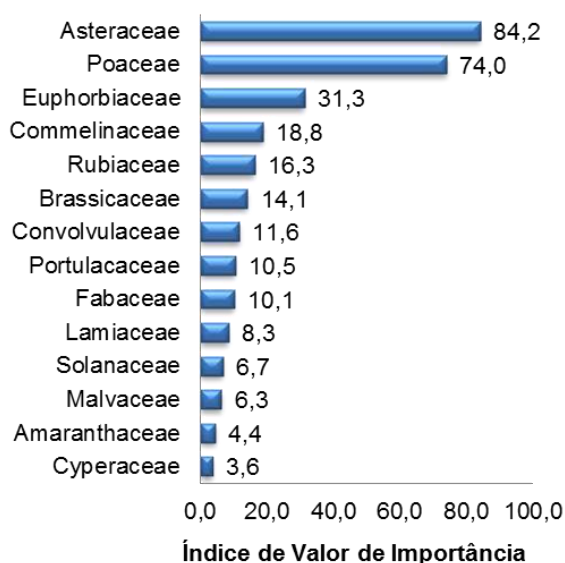


Figura 5. Índice de Valor de Importância (IVI) para todas as famílias anotadas em sistemas de produção de milho e soja de Minas Gerais. Brasil 2014.

CONCLUSÃO

Os produtores devem ficar atentos às espécies *Urochloa plantaginea*, *Digitaria* horizontales e *Cenchrus echinatus*, de importância considerável no

levantamento e que são hospedeiras do mosaico-comum-do-milho (*polyvirus*).

Cuidados devem ser tomados para *Conyza* spp., e *Digitaria insularis*, com representatividade entre as maiores calculadas e por já terem relatos de populações com resistência aos herbicidas inibidores da enzima EPSPs.

Commelina benghalensis e *Euphorbia heterophylla* devem sempre ser consideradas pelos produtores no manejo de plantas daninhas.

Tabela 1. Frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr), abundância relativa (Abur) e índice de valor de importância (IVI), das principais plantas daninhas observadas em sistemas de produção de milho e soja do estado de Minas Gerais. Brasil 2014.

Nome científico	Fr	Dr	A(bu)r	IVI
<i>Portulaca oleracea</i>	0,9	0,9	2,3	4,1
<i>Senna obtusifolia</i> (L.)	1,2	1,0	2,1	4,3
<i>Urochloa</i> spp.	1,8	1,2	1,7	4,6
<i>Spermacoce latifolia</i>	0,5	0,7	3,7	4,9
<i>Rhynchelytrum repens</i>	1,5	1,3	2,1	5,0
<i>Alternanthera tenella</i>	2,0	1,4	1,7	5,1
<i>Sonchus oleraceus</i>	2,0	1,6	1,9	5,5
<i>Eleusine indica</i>	2,6	1,6	1,5	5,6
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,7	2,1	3,0	6,7
<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	0,8	1,6	4,7	7,2
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,2	0,6	6,4	7,3
<i>Ipomoea</i> spp.	3,6	2,2	1,5	7,3
<i>Tridax procumbens</i>	3,9	3,1	1,9	8,9
<i>Richardia brasiliensis</i>	4,3	3,2	1,8	9,3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	4,5	5,5	3,0	12,9
<i>Conyza</i> spp.	4,9	6,0	3,0	13,8
<i>Commelina benghalensis</i>	7,0	5,1	1,8	13,8
<i>Chamaesyce hirta</i>	6,5	5,4	2,0	14,0
<i>Ageratum conyzoides</i>	7,5	7,1	2,3	16,9
<i>Cenchrus echinatus</i>	6,2	8,5	3,3	18,0
<i>Bidens</i> spp.	12,1	16,0	3,2	31,3
<i>Digitaria</i> spp.	16,0	18,4	2,8	37,1

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e realização da pesquisa. Convênio Embrapa-Monsanto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARNEIRO, J.E.S.; CECON, P.R.; ALVES, J.M.A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, 820 p. 1979.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento – ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS, v. 4- Safra 2015/16 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-154, janeiro 2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf> Acesso em 11 de julho de 2016.

CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.; GALON, L.. Phytosociological surveys: Tools for weed science? **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p. 489-499, 2007.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v. 22, n.2, p.195-201, 2004.

FIALHO C. M. T.; SANTOS J. B.; FREITAS M. A. M.; FRANÇA A. C.; SILVA A. A.; SANTOS E. .A.. Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja transgênica sob dois sistemas de preparo do solo. *Scientia Agraria*. v. 12, n. 1, p. 9-17, 2011.

HEAP, I. The international survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em 08 de junho de 2016.

HOLM, L., DOLL, J., HOLM, E., PANCHO, J., HERBERGER, J. **World weeds, Natural Histories and Distribution**. New York: Wiley, 1109p. 1997.

KARAM, D. Novas e futuras alternativas de controle de plantas daninhas. In: Simpósio Internacional Amazônico sobre Plantas Daninhas, 2007, Embrapa Amazônia Oriental p.195-205.

KARAM, D.; SILVA, W. T.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P. (Ed.). Levantamento de plantas daninhas em regiões produtoras de milho e soja nos Estados de Goiás e Minas Gerais. Embrapa Milho e Sorgo, 2014. p. 1-28 (Embrapa Milho e Sorgo. **Documentos**, 175). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125440/1/doc-175.pdf>>. Acesso em 29 de junho de 2016.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG. H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 547 p.

OERKE E. C.; Dehne H. W.; Schönbeck F.; Weber A. Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. **Elsevier Science**. 808p 1994.

SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. Registra crescimento no setor de defensivos em balanço 2015. SINDVEG News, n. 13, abril. 2016. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/balanco-2015-setor-de-agroquimicos-confirma-queda-de-vendas/>>. Acesso em: 29 de junho de 2016.

SILVA, L.O.; COSTA, D.A.; FILHO, K.E.S.; FERREIRA, H.D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no parque estadual da serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n.1, p. 43-53, 2002.

Habilidade competitiva de milho em convivência com plantas daninhas

Renan Carlos Fiabane⁽¹⁾; Gismael Francisco Perin⁽²⁾; Carlos Orestes Santin⁽¹⁾; César Tiago Forte⁽¹⁾; Felipe Nonemacher⁽¹⁾; Leandro Galon⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul; Erechim, Rio Grande do Sul; renanfiabane@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul;

RESUMO: Estudos que avaliam a habilidade competitiva de culturas com plantas daninhas permitem desenvolver estratégias mais sustentáveis de manejo. Sendo assim objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva de milho com o papuã e/ou leiteiro. Os experimentos foram instalados em casa de vegetação em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as unidades experimentais constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³. Os tratamentos foram arranjados em série de substituição, constituídos de proporções de plantas de milho e dos competidores: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% o que equivaleu a 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso⁻¹ das espécies, determinada essa população final em ensaios preliminares. A análise da competitividade foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos, de proporções de plantas associadas e de índices de competitividade relativa. As variáveis estudadas foram área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) do milho e dos competidores, papuã e/ou leiteiro. Os resultados demonstram haver competição pelos mesmos recursos com perdas tanto para o híbrido de milho quanto para os competidores, sendo a competição interespecífica mais prejudicial que a intraespecífica. Apesar dos competidores reduzirem as variáveis morfológica AF e MS do híbrido, o milho demonstrou superioridade nos índices de competitividade relativa.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Euphorbia heterophylla*, *Urochloa plantaginea*.

INTRODUÇÃO

A produtividade do milho varia de acordo com o manejo adotado no seu cultivo, sendo um dos desafios encontrados pelos produtores o controle de plantas daninhas, em função da

resistências de espécies aos herbicidas e da alta capacidade competitiva das mesmas com a cultura.

Uma das maneiras de se conhecer as perdas causadas pela competição entre plantas é avaliando-se a habilidade competitiva das culturas com os competidores e assim adotar o melhor manejo das mesmas de modo que as culturas possam expressar todo o seu potencial produtivo. Os experimentos conduzidos em série substitutiva (BIANCHI et al., 2006) buscam determinar em uma comunidade qual espécie é mais competitiva. Estes experimentos estabelecem a competitividade entre as espécies, cultura e planta daninha, sendo que a resposta é dada pela variação na proporção das plantas associadas (BIANCHI et al., 2006).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a habilidade competitiva de milho em convivência com o papuã e/ou leiteiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em casa de vegetação, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³. A correção do pH e a adubação do solo foram realizadas de acordo com a análise físico-química e seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do milho (ROLAS, 2004). Os tratamentos foram arranjados em série de substituição, constituídos de proporções de plantas de milho e dos competidores: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 o que equivaleu a 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso⁻¹ das espécies, sendo isso determinado em experimentos preliminares. O milho foi representado pelo híbrido AS 1551 PRO2 e os competidores pelo papuã (*Urochloa plantaginea*) e/ou leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). As variáveis avaliadas foram área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) do híbrido de milho, do papuã e/ou do leiteiro aos 50

dias após a emergência das espécies. Para a determinação da AF utilizou-se medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience, quantificando-se a variável em todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até o material atingir massa constante para aferir-se a MS das espécies.

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa conforme proposta de Cousens (1991). Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) das espécies. A CR representa o crescimento comparativo do híbrido de milho (X) em relação aos competidores papuã e/ou leiteiro (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra, e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam qual a espécie se manifesta mais competitiva e sua interpretação conjunta determina com maior segurança a competitividade das espécies (Cousens, 1991). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 ou 10:10 plantas vaso⁻¹ das espécies envolvidas nos experimentos (milho, papuã e/ou leiteiro) de acordo com Cousens e O'Neill (1993).

O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR), obtidos nas proporções 25, 50 e 75%, em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções, quais sejam, 0,25; 0,50 e 0,75 para PR (BIANCHI et al., 2006). Utilizou-se o teste "T", para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A (Bianchi et al., 2006). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, quando as médias forem iguais a zero ($H_0 = 0$); para PRT e CR, quando as médias forem iguais a um ($H_0 = 1$); e, para K, se as médias das diferenças entre K_x e K_y forem iguais a zero [$H_0 = (K_x - K_y) = 0$]. O critério para se considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas foi que, no mínimo em duas proporções, ocorrem diferenças significativas pelo teste "T" (BIANCHI et al., 2006). Do mesmo modo, para os índices CR, K e A, foi considerado a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houve diferença significativa pelo teste "T".

Os resultados obtidos para AF e MS, expressos em valores médios por tratamento, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e em sendo significativos as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho apresenta habilidade competitiva semelhante aos competidores, papuã e leiteiro, sendo que, de modo geral, houve perdas de AF e MS tanto para a cultura quanto para as plantas daninhas. Isto porque a PR das plantas daninhas e da cultura formam uma linha côncava em relação ao esperado, e também porque a PRT de modo geral formou uma linha côncava, ficando abaixo de 1, indicando assim haver competição mútua, ou seja, as espécies competiram pelos mesmos recursos do meio (**Figuras 1 e 2**). Galon et al. (2015), ao avaliarem a habilidade competitiva da canola convivendo com o nabo e azevém também constataram que de modo geral ocorreu competição entre as cultivares com os competidores, ambos afetados negativamente, sendo que a linha da PR também foi representada por linha côncava, tanto para a cultura como para as plantas daninhas.

Quanto mais elevada for a proporção dos competidores, papuã e/ou leiteiro maiores foram os danos as variáveis morfológicas do milho, sendo que o aumento da população de papuã e/ou de leiteiro ocasionou as maiores perdas da AF e MS do milho. Sendo assim constatou-se que a competição interespecífica é mais prejudicial que a intraespecífica. Segundo Wandscheer et al. (2013), o capim pé-de-galinha competindo com o milho em mesma densidade apresentou maior habilidade competitiva que a cultura para estatura de plantas, já o milho demonstrou maior competitividade em relação a MS da raiz e MS total.

De modo geral o milho convivendo com o papuã e/ou leiteiro em mesmas proporções, apresentou perdas acima de 25 e de 63% de AF e de 52 e 68% de MS quando em competição com as duas plantas daninhas, respectivamente (**Tabela 1**). Se as plantas daninhas não forem controladas adequadamente podem provocar perdas chegando até 70% na produtividade de grãos do milho (MORAES et al., 2013).

Utilizando-se os índices de competitividade relativa (CR, K e A) o híbrido de milho, em geral, demonstrou superioridade em relação às plantas daninhas. O milho destaca-se na capacidade de competição por AF, pois a CR do milho ficou acima

de 1 quando o milho competiu com o papuã e/ou com o leiteiro (**Tabela 2**). O milho apresentou ainda maior agressividade em relação aos competidores, fato esse atribuído ao maior porte o que ocasiona maior supressão aos competidores, ou seja, o milho torna-se mais competitivo principalmente pelo recurso luz. Resultados semelhantes foram encontrados por Meschede et al. (2007), que ao trabalharem com plantas de cobertura por apresentarem maior estatura ocasionaram maior inibição dos competidores.

Em relação a MS a CR do milho ficou abaixo de um demonstrando que os competidores de modo geral apresentaram maior capacidade de competição, destacando que somente o milho competindo com o leiteiro apresentou significância, além da agressividade do híbrido ser negativa, proporcionando facilidade de estabelecimento por parte do competidor e assim aumentando a competição por recursos do meio (**Tabela 2**).

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que houve competição pelos mesmos recursos entre o híbrido de milho e os competidores papuã e/ou leiteiro havendo prejuízo mútuo entre as espécies.

Mesmo que de modo geral o híbrido de milho demonstre ser mais competitivo que o papuã e/ou leiteiro é justificado o controle dessas espécies, pois estas afetam principalmente a massa seca da cultura e se não controladas poderão comprometer a produtividade do milho.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

REFERÊNCIAS

- BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; LAMEGO, F.P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1380-1387, 2006.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-673, 1991.
- COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v.66, n.2, p.347-352, 1993.
- GALON, L.; AGAZZI, L. R.; VARGAS, L.; NONEMACHER, F.; BASSO, F. J. M.; PERIN, G. F.; FERNANDES, F. F.; FORTE, C. T.; ROCHA, A. A.; TREVISOL, R.; WINTER, F. L.; Habilidade Competitiva de Híbridos de Canola com Plantas Daninhas. **Planta daninha**, v.33, n.3, p.413-423, 2015.
- MESCHEDE, D.K.; FERREIRA, A.B.; RIBEIRO JR., C.C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.465-471, 2007.
- MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, E.L.; OLIVEIRA, C.; VIGNOLO, G.K.; MARKUS, C. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenho produtivo da cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.2, p.497-508, 2013.
- WANDSCHEER, A.C.D.; RIZZARDI, M.A.; REICHERT, M. Competitive ability of corn in coexistence with goosegrass. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.281-289, 2013.

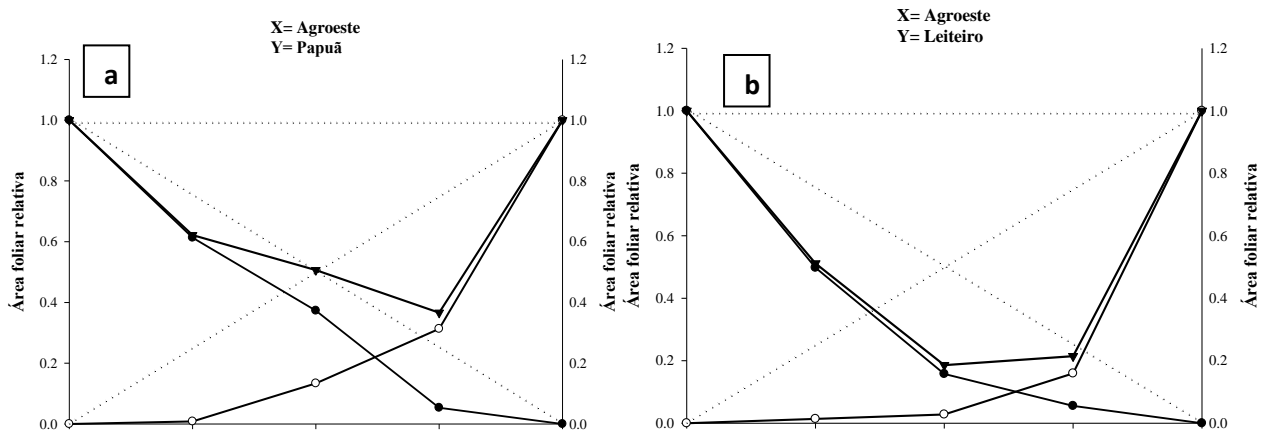


Figura 1. Produtividade relativa (PR) para área foliar das plantas de milho (●), papuã e/ou leiteiro (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (milho: papuã (Figura 1a) e/ou leiteiro (Figura 1b)). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

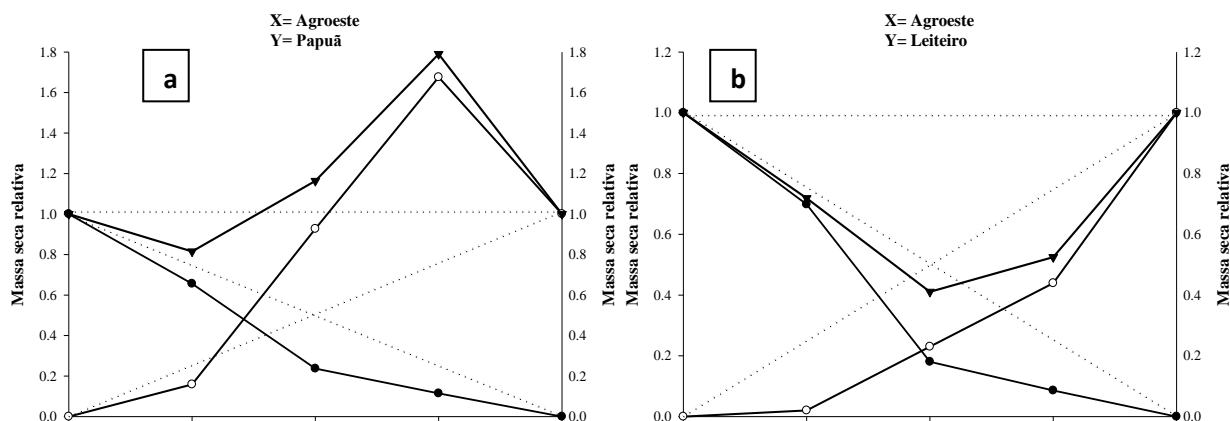


Figura 2. Produtividade relativa (PR) para massa seca da parte aérea das plantas de milho (●), papuã e/ou leiteiro (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (milho: papuã (Figura 2a) e/ou leiteiro (Figura 2b)). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

Tabela 1. Diferenças entre plantas associadas ou não do híbrido de milho AS 1551 PRO 2, de papuã e/ou leiteiro para as variáveis área foliar e massa seca da parte aérea, aos 50 dias após a emergência. UFFS, Erechim/RS, 2014.

Proporção Milho: papuã e ou leiteiro	Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)		Massa seca (g vaso ⁻¹)	
	Milho versus Papuã			
	Milho	Papuã	Milho	Papuã
100:0 e 0:100(T)	2272,74	4347,39	29,46	4,85
75:25	1858,51	144,77*	25,77	3,08
50:50	1695,50*	1160,46*	13,95*	8,99
25:75	473,78*	1814,91	13,50*	10,83
CV (%)	12,77	59,81	18,18	46,62
Milho versus Leiteiro				
	Milho	leiteiro	Milho	Leiteiro
100:0 e 0:100 (T)	2583,51	503,58	23,97	4,75
75:25	1713,91*	27,38*	22,33	0,38*
50:50	814,38*	28,24*	8,65*	2,19*
25:75	571,41*	107,00*	7,58*	2,78*
CV (%)	16,33	20,66	16,21	24,40

* Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Índices de competitividade do híbrido de milho AS 1551 PRO 2, com papuã e/ou leiteiro, expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 50 dias após a emergência. UFFS, Erechim/RS, 2014.

Variável	CR	K _x	K _y	A
Área foliar				
Milho x papuã	2,97 (±0,46)*	0,60 (±0,05)*	0,16 (±0,03)*	0,24 (±0,01)*
Milho x leiteiro	5,62 (±0,44)*	0,19 (±0,02)*	0,03 (±0,0001)*	0,13 (±0,01)*
Massa seca da parte área				
Milho x papuã	0,31 (±0,15)*	0,33 (±0,10)	3,20 (±0,5)	-0,69 (±0,25)
Milho x leiteiro	0,71 (±0,04)*	0,22 (±0,03)	0,30 (±0,02)	-0,005 (±0,01)*

* Diferença significativa pelo teste “t” ($p \leq 0,05$). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média. K_x e K_y são os coeficientes de agrupamentos relativos do híbrido de milho e dos competidores papuã e/ou leiteiro, respectivamente.

Interferência de plantas daninhas em sorgo sacarino em diferentes espaçamentos no semiárido mineiro

Renato Mendes de Oliveira⁽¹⁾; Ignacio Aspiazú⁽²⁾; Arley Figueiredo Portugal⁽³⁾; Karen Marcelle de Jesus Silva⁽⁴⁾; Alexandre Ferreira da Silva⁽⁵⁾; Abner José de Carvalho⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Montes Claros; Janaúba, Minas Gerais; renatoagronomo@hotmail.com; ^(2; 6) Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; ^(3; 5) Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Objetivou-se com o trabalho determinar o período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI) das plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino, cultivar BRS 506. O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Nova Porteirinha, MG. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois espaçamentos entre linhas do sorgo (0,50 e 0,70 m) e dez períodos de controle ou de convivência das plantas daninhas com a cultura (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 120 dias após a emergência). O PAI foi de 19 e 24 DAE para o espaçamento 0,5 m e 0,7 m respectivamente. O PTPI para produtividade de massa verde total foi, 17 e 10 DAE para os espaçamentos de 0,5 m e 0,7 m respectivamente. Não houve PTPI para os demais parâmetros. Não houve PCPI para nenhum dos parâmetros avaliados (PAI > PTPI).

Termos de indexação: Sorghum bicolor, competição, períodos de interferência.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino vem sendo considerado uma ótima opção, sob os pontos de vista agrônomo e industrial, para a produção de etanol. A cultura tem sido alvo de interesse, pois se aproxima dos níveis de produção de cana-de-açúcar em áreas de menor pluviosidade e, possivelmente, com menos fertilização. O potencial de utilização do sorgo sacarino na produção de etanol foi verificado por Durães (2011), que obteve de 50 a 77 litros de etanol por tonelada de massa verde da planta, com ATR (açúcares totais recuperáveis) de 80 a 127 kg de açúcar extraídos por tonelada de massa verde.

Estudos mais aprofundados para a cultura do sorgo sacarino ainda são incipientes. Um ponto importante a ser pesquisado é a questão da competição que ocorre entre a cultura e as plantas

daninhas. Sabe-se que a presença de plantas daninhas na área de cultivo acarreta efeitos diretos na cultura, como a ocorrência de competição, efeitos alelopáticos, depreciação do produto, dentre outros, justificando assim a importância do estudo dos períodos de interferência das plantas daninhas sob a cultura.

Outro fator importante no manejo da cultura do sorgo sacarino que deve ser mais bem estudado e que afeta o grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura é o espaçamento entre plantas, visto que o mesmo pode ser manejado a fim de favorecer o desenvolvimento da cultura em detrimento das plantas daninhas. Para o sorgo forrageiro e o sorgo granífero, diversos autores reportaram a importância do arranjo de plantas na obtenção de maiores rendimentos (Albuquerque et al., 2011; Baumhardt e Howell, 2006; Jones e Johnson, 1997). Esses autores demonstraram aumento na produtividade de grãos e, ou, matéria seca em função do arranjo de plantas na área, entretanto, para o sorgo sacarino, experimentos com essas informações são incipientes.

De maneira geral, todo manejo empregado na área irá influenciar tanto plantas cultivadas quanto plantas daninhas.

Dessa forma, objetivou-se com o trabalho determinar o período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) das plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino, cultivar BRS 506, em dois espaçamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da EMBRAPA MILHO E SORGO, localizada em Nova Porteirinha, Norte de Minas Gerais. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois espaçamentos entre linhas do sorgo (0,50 e 0,70 m) e 10 períodos de controle ou

de convivência das plantas daninhas com a cultura (0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 120 dias após a emergência), em que para os períodos de controle a cultura foi mantida livre de plantas daninhas até o período considerado, e para os períodos de convivência, a cultura foi mantida na presença das plantas daninhas até os mesmos períodos, sendo mantida sem plantas daninhas até a colheita. O controle das plantas daninhas foi realizado sempre por meio de capina manual. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 10.

O preparo do solo foi convencional, tendo sido realizada uma aração e duas gradagens em pré-plantio. O sorgo, da cultivar BRS 506, foi semeado manualmente, com posterior desbaste para ajuste do estande para cerca de 100.000 plantas ha⁻¹.

Foram avaliadas altura de plantas, diâmetro de colmo, peso da parcela, peso de 10 plantas, massa de caldo, volume de caldo e sólidos solúveis. Os dados foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade e submetidos à análise de variância pelo teste F. No caso de significância, os dados foram submetidos à análise de regressão. Os dados das variáveis analisadas de cada tratamento (períodos de controle e convivência) foram ajustados ao modelo de regressão não linear, utilizando-se a equação proposta por Kozlowski et al. (2002), determinando-se o período de interferência das plantas daninhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis sólidos solúveis, massa do caldo e peso de 10 plantas não foram estatisticamente afetadas pelos espaçamentos utilizados ou pelos períodos de controle ou convivência com as plantas daninhas.

A produtividade total de massa verde foi afetada tanto pelo espaçamento quanto pelos períodos de controle e convivência. Para ambos os espaçamentos estudados, a resposta da característica em função dos períodos de interferência se ajustou a modelos de regressão não lineares. Para o espaçamento de 0,5 m, foram encontrados os valores 17 e 21 dias após a emergência (DAE) para o PTPI e o PAI, respectivamente (Figura 1).

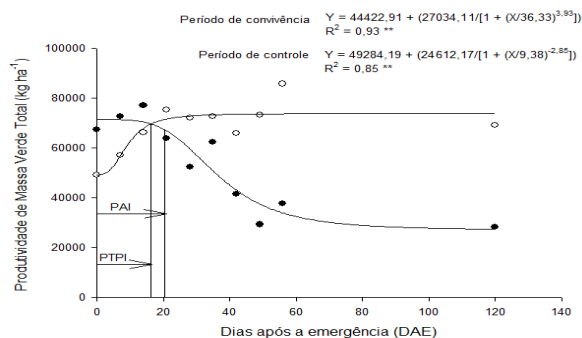


Figura 1. Produtividade de massa verde total na cultura do sorgo sacarino em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas no espaçamento 0,5 m. Nova Porteirinha-MG, 2012/13.

Para o espaçamento de 0,7 m, os valores de PTPI e PAI encontrados foram de 10 e 19 DAE, respectivamente (Figura 2). Esses resultados sugerem que a cultura do sorgo sacarino (BR 506) pode conviver com a comunidade infestante de plantas daninhas, sem perdas significativas na produtividade de massa verde total por 21 dias após a emergência utilizando-se o espaçamento de 0,5 m, e por 19 dias no espaçamento de 0,7 m.

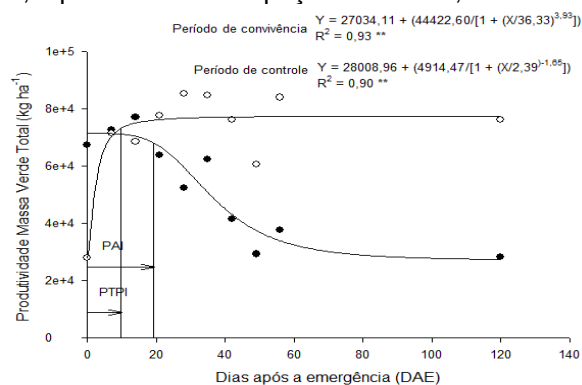


Figura 2. Produtividade de massa verde total na cultura do sorgo sacarino em função dos períodos de controle e de convivência com as plantas daninhas no espaçamento 0,7 m. Nova Porteirinha-MG, 2012/13.

Para ambos os espaçamentos, os valores de PAI foram maiores que os de PTPI, não sendo possível se estimar o PCPI. Rodrigues et al. (2010), em trabalho com o sorgo granífero BRS 310 também não encontraram o PCPI.

De acordo com Pitelli & Durigan (1984), quando o PCPI não é encontrado, o controle das plantas daninhas em uma época é suficiente, desde que este controle seja feito entre o término do PAI e o término do PTPI, possibilitando que a cultura expresse seu potencial produtivo. Este controle

pode ser feito por meio de capina manual ou utilizando-se herbicidas pós-emergentes sem efeito residual. Há também a possibilidade de se usar um herbicida pré-emergente com um efeito residual que ultrapasse o PTPI (Carvalho & Velini, 2001).

O aumento do período de convivência com as plantas daninhas causou redução linear na altura de plantas de sorgo (Figura 3). Esse resultado sugere que a competição promovida pelas plantas daninhas por recursos como luz, água e nutrientes cresceu com o aumento do período de convivência delas com a cultura, provocando prejuízos ao crescimento das plantas de sorgo. Koslowsky et al. (2002) observaram o mesmo comportamento ao avaliar a produtividade do milho na ausência e presença das plantas daninhas. Melo et al. (2001), ao analisar a interferência das daninhas na cultura da soja, constataram redução na produtividade da soja em todos os períodos de convivência soja-planta daninha.

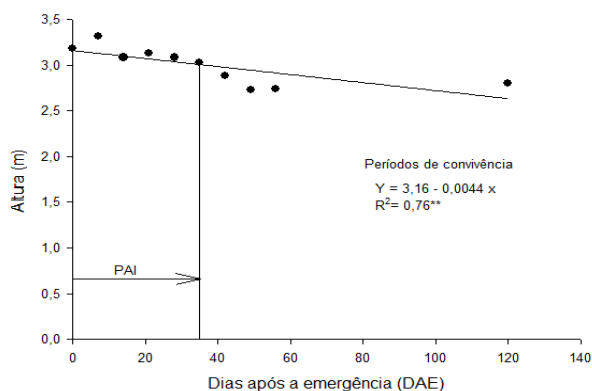


Figura 3. Altura de planta na cultura do sorgo sacarino em função dos períodos de convivência com as plantas daninhas. Nova Porteirinha-MG, 2012/13.

Considerando a altura de plantas, foi encontrado um PAI de 35 DAE (Figura 3), o que significa que a cultura pode permanecer na presença das plantas daninhas até os 35 DAE sem que sua altura seja afetada significativamente. Rossi et al. (1996), em experimento com a cultura do milho, verificaram que a interferência da comunidade infestante sobre a altura das plantas de milho manifestou-se aos 35 dias após a sementeira sendo que a partir dos 42 dias esta interferência reduziu, em média, 10 % a altura das plantas. É válido salientar que esses períodos podem variar em função do potencial competitivo das espécies daninhas presentes, da densidade em que estas se encontram e das condições ambientais predominantes, que podem ou não ser favoráveis às plantas daninhas.

O espaçamento entre linhas e os períodos de controle de plantas daninhas não afetaram a altura das plantas. Snider et al. (2012) avaliaram cultivares

de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades dos Estados Unidos e observaram que o espaçamento também não afetou a altura das plantas. Todavia, Albuquerque et al. (2012), em experimentos conduzidos em Leme do Prado e em Jaíba-MG, constataram que o aumento do espaçamento favoreceu o incremento da altura das plantas.

Para a característica diâmetro de colmo, o período de controle não causou efeito significativo na cultura. Entretanto, houve resultados significativos para os espaçamentos e período de convivência (Figura 4). Os dados ajustaram-se à equação de regressão não linear.

Os valores de PAI encontrados foram 21 e 37 DAE, para os espaçamentos 0,5 e 0,7 m, respectivamente. Nestes períodos a cultura pode permanecer na presença da comunidade infestante de plantas daninhas sem que haja alterações significativas no diâmetro dos colmos, desde que os espaçamentos sejam respeitados.

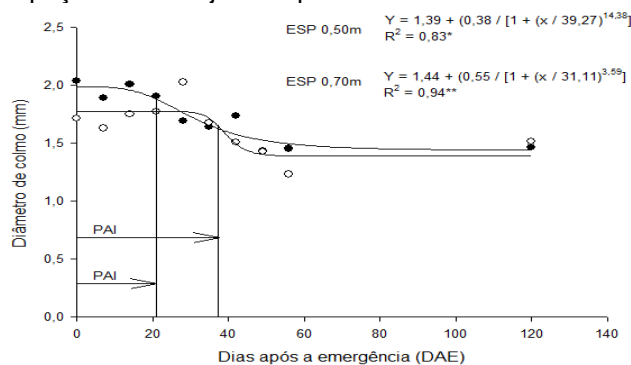


Figura 4. Diâmetro de colmo na cultura do sorgo sacarino em função dos períodos de convivência com as plantas daninhas. Nova Porteirinha-MG, 2012/13.

O diâmetro do colmo tende a diminuir com o aumento do período de convivência e, assim como citado anteriormente para a altura de plantas, esse comportamento pode ser explicado pela competição interespecífica da cultura com as plantas daninhas. Cabral et al. (2012) observaram em seu trabalho que, com o aumento dos períodos de convivência das plantas daninhas com o sorgo e redução dos períodos de controle, houve redução nas variáveis altura de plantas, diâmetro do colmo, massa de mil grãos do sorgo e do rendimento de grãos.

A produtividade de caldo, assim como o diâmetro de colmo e altura de plantas, não foi afetada significativamente pelo período de competição. Obtiveram-se, entretanto, resultados significativos para os espaçamentos em função dos períodos de convivência (Figura 5). Os dados foram ajustados a uma equação de regressão linear.

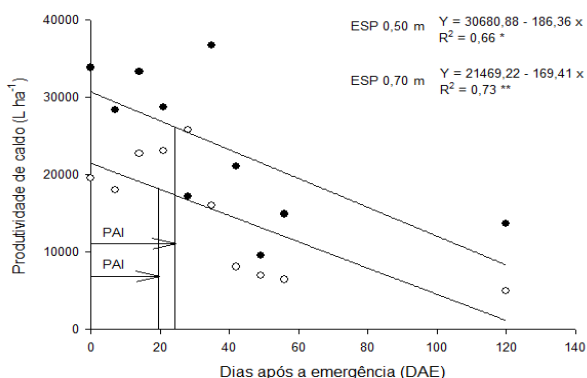


Figura 5. Produtividade de caldo na cultura do sorgo sacarino em função dos períodos de convivência com as plantas daninhas. Nova Porteirinha-MG, 2012/13.

Os valores de PAI encontrados foram de 19 e 24 DAE para os espaçamentos 0,5 e 0,7 m, respectivamente. Infere-se, portanto, que a cultura pode permanecer na presença das plantas daninhas até os 19 e 24 DAE, nos seus respectivos espaçamentos, sem que a produtividade de caldo seja afetada significativamente.

A competição interespecífica entre a cultura e as plantas daninhas, assim como mencionado anteriormente para outras características, influenciou significativamente a produtividade de caldo, sendo possível observar a diminuição da produtividade de caldo com o aumento do período de competição.

CONCLUSÕES

O PAI é 19 e 24 DAE para o espaçamento 0,5 m e 0,7 m, respectivamente.

O PTPI para produtividade de massa verde total é 17 e 10 DAE para os espaçamentos de 0,5 m e 0,7 m, respectivamente. Não há PTPI para os demais parâmetros.

Não há PCPI para nenhum dos parâmetros avaliados (PAI > PTPI).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. et al. Espaçamento entre fileiras e Densidade de sementeira do Sorgo forrageiro

para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, 2011.

ALBUQUERQUE, C. J. B. et al. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n.1, p. 69-85, 2012.

BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T. A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 2, p. 462-470. 2006.

CABRAL, P. H. R. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em Rio Verde, GO. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CAMPUS RIO VERDE DO IF GOIANO. 1, 2012. Rio Verde. **Anais...**2012. p. 3.

CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I – Cultivar IAC-11. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 19, n. 3, p. 317-322, 2001.

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônoma. In.: **Agroenergia em Revista**. Ano 2, n. 3, 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56043/1/BolfeAgroeRevis.pdf>. Acesso em: 22 agos. 2013.

JONES, O. R.; JOHNSON, G. L. **Evaluation of a short season, high density production strategy for dryland sorghum**. Texas: USDA-ARS, p. 97-101, 1997.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

MELO, H. B. et al. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 19, n. 2, p. 187-191, 2001.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHDE, 1984. p. 37.

ROSSI, I. H. et al. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agrônomicas e a produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, 1996.

SNIDER, J. L.; RAPER, R. L.; SCHWAB. The effect of row spacing and seeding rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum. **Industrial Crops and Products**, Tucson, v. 37, p. 527-535, 2012.

Manejo Químico De Plantas Daninhas Infestantes Do Sorgo Sacarino

Franciele Fátima Fernandes ⁽¹⁾; **Leandro Galon** ⁽²⁾; **André Andres** ⁽³⁾; **Alexandre Ferreira da Silva** ⁽⁴⁾; **Luan Junior Kuhn** ⁽⁵⁾; **Carlos Orestes Santin** ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Erechim, RS, fran_ffernandes@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor do curso de Agronomia da UFFS, leandro.galon@uffs.edu.br; ⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, andre.andres@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, alexandre.ferreira@embrapa.br; ⁽⁵⁾ Estudantes de Agronomia da UFFS, luankuhn@hotmail.com; carlosorestessantin@yahoo.com.br.

RESUMO: A escassez de herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas em sorgo sacarino representa um fator limitante para o sistema de produção. Sendo assim objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade de herbicidas sobre o sorgo sacarino e a eficiência de controle das plantas daninhas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 3 x 10, com quatro repetições. No fator A foram alocadas as cultivares de sorgo sacarino (BRS 506, BRS 509 e BRS 511) e no B os herbicidas (atrazine – 1500; atrazine+s-metolachlor – 1665+1035; flumioxazin – 50; s-metolachlor – 1440; tembotrione – 100,8; atrazine+s-metolachlor+tembotrione – 1665+1035+100,8; atrazine+tembotrione – 1500+100,8; flumioxazin+tembotrione – 50+100,8 g ha⁻¹) aplicados em pré e/ou pós-emergência da cultura, mais duas testemunhas, uma capinada e outra sem capina. Aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas foram avaliados os sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas de sorgo e de controle das plantas daninhas. Os herbicidas tembotrione, flumioxazin+tembotrione, atrazine+s-metolachlor+tembotrione e atrazine+tembotrione ocasionaram severos sintomas de fitotoxicidade às cultivares de sorgo sacarino. O s-metolachlor apresentou elevada fitotoxicidade às cultivares BRS 506 e BRS 511 e reduzida na BRS 509. Os herbicidas tembotrione, flumioxazin + tembotrione, atrazine+s-metolachlor+tembotrione, atrazine + tembotrione apresentaram elevado controle de *Ipomoea indivisa* e *Urochloa plantaginea*, porém não apresentaram seletividade às cultivares de sorgo sacarino.

Termos de indexação: seletividade; *Sorghum bicolor*; herbicida.

INTRODUÇÃO

O cultivo do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] se destaca como uma interessante alternativa para produção de etanol em áreas de reforma de canavial ou em locais não preferenciais para o cultivo da cana-de-açúcar. No entanto, para que a cultura possa se consolidar no cenário nacional torna-se importante que as práticas culturais sejam realizadas de maneira adequada. Dentre elas, o manejo de plantas daninhas se destaca como um dos fatores limitantes da produção, devido ao lento crescimento inicial do sorgo sacarino e a escassez de herbicidas registrados para uso na cultura (Silva et al., 2014a). A ausência de controle da comunidade infestante pode acarretar em perdas de produtividade na cultura.

Silva et al. (2014b), observaram redução de, aproximadamente 50% na massa de colmos na ausência de controle das plantas daninhas durante o ciclo da cultura. Este fato demonstra a susceptibilidade do sorgo sacarino à interferência das plantas daninhas e a necessidade de um bom manejo da comunidade infestante para que a cultura possa expressar todo o seu potencial produtivo. No entanto, a escassez de herbicidas registrados para a cultura torna o manejo de plantas daninhas um dos grandes desafios para o produtor e também para os técnicos atuantes nessa cadeia produtiva.

Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade de herbicidas sobre o sorgo sacarino e a eficiência de controle das plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim, na safra 2014/15. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, Unidade de mapeamento Erechim (Streck et al., 2008). A correção do pH e a adubação do solo foram realizadas de acordo com a análise físico-química e seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do sorgo (Rolas, 2004). Como adubação em cobertura usou-se 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia direcionada na linha de semeadura, quando as cultivares de sorgo apresentavam entre quatro a seis folhas completamente expandidas.

Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 12,5 m² (5,0 x 2,5 m), semeadas com cinco linhas de sorgo sacarino em espaçamento de 0,50 m na densidade de 200 mil plantas ha⁻¹. A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se pressão constante de 2,8 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 200 L ha⁻¹ de calda de herbicida.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram arranjados de forma fatorial, onde no fator A alocou-se as cultivares de sorgo sacarino (BRS 509, BRS 506 e BRS 511) e no B os herbicidas, aplicados de forma única em pré-emergência: atrazine - 1500 g ha⁻¹; atrazine+s-metolachlor - 1665+1035 g ha⁻¹; flumioxazin - 50 g ha⁻¹; s-metolachlor - 1440 g ha⁻¹ e pós-emergência: tembotrione - 100,8 g ha⁻¹ e de forma sequencial pré e pós-emergência: atrazine+s-metolachlor+tembotrione - 1665+1035+100,8 g ha⁻¹; atrazine+tembotrione - 1500+100,8 g ha⁻¹ e flumioxazin+tembotrione - 50+100,8 g ha⁻¹, mais testemunhas, uma capinada e outra sem capina.

No momento da aplicação dos herbicidas em pós-emergência as plantas daninhas: *Urochloa plantaginea* (papuã) e *Ipomoea indivisa* (corda-de-violão) estavam nos estádios de duas folhas a dois perfilhos e de duas a quatro folhas na população de 136 e 32 plantas m⁻², respectivamente. As plantas de sorgo sacarino estavam no estádio de três a seis folhas completamente desenvolvida.

Aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas foi avaliado, de forma visual em escala percentual, o controle de *U. plantaginea* e *I. indivisa* e a fitotoxicidade à cultura. Para isso atribuiu-se a nota zero (0%) aos tratamentos com ausência de controle das plantas daninhas e a fitotoxicidade para a cultura, e a nota de cem (100%) para controle total das plantas daninhas ou morte das plantas de sorgo sacarino (SBCPD, 1995).

Delineamento e análise estatística

O experimento foi instalado em delineamento de bloco casualizados, arranjados em esquema fatorial 3 x 10, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em sendo significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de fitotoxicidade da cultura pelos herbicidas (**Tabela 1**) demonstra que o tembotrione (100,8 g ha⁻¹), aplicado em isolado ou em mistura ocasionou a morte das plantas das cultivares BRS 506, BRS 509 e BRS 511. Os menores níveis de fitotoxicidade foram proporcionados pelos herbicidas flumioxazin (50 g ha⁻¹) e atrazine (1500 g ha⁻¹) aplicados de forma única em pré-emergência. O herbicida s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) aplicado de forma única em pré-emergência ou em mistura pronta com a atrazine (1500 g ha⁻¹) promoveu o entumescimento dos tecidos e enrolamento do caulículo de algumas plantas, ocasionando redução no crescimento e falhas no estande da cultura em decorrência da morte das plântulas que não conseguiram se desenvolver. Em geral, as cultivares apresentaram níveis de fitotoxicidade semelhante entre si para as moléculas testadas, exceção a BRS 509 que demonstrou menor fitotoxicidade ao s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) aplicado isolado ou em associação com a atrazine (1500 g ha⁻¹).

A susceptibilidade das cultivares de sorgo sacarino ao tembotrione (100,8 g ha⁻¹), diverge dos resultados encontrados por Dan et al. (2010), que verificaram maior seletividade desse herbicida quando aplicado em baixas doses (42 até 88 g ha⁻¹) e nos estádios mais avançados de desenvolvimento (8 folhas) para a cultivar de sorgo granífero, AG-1040, que difere das estudadas no presente trabalho. Já o herbicida s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) possui registro de uso em alguns países para a cultura do sorgo, porém sempre associado ao uso de um safener que auxilie a cultura na degradação dessa molécula herbicida (Silva et al., 2014b).

Pesquisas que abordem a seletividade de flumioxazin (50 g ha⁻¹) a cultivares de sorgo são inexistentes na literatura, já a seletividade de atrazine (1500 g ha⁻¹) a cultivares de sorgo foi observada em trabalhos de Martins et al. (2006) e Archangelo et al. (2002), respectivamente. No presente trabalho o flumioxazin (50 g ha⁻¹) apresentou seletividade a cultivares de sorgo sacarino, porém demonstrou controle insatisfatório das plantas daninhas (**Tabela 2**).

Os resultados demonstram que tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$) aplicado isolado ou associado a outras moléculas herbicidas proporcionou melhor nível de controle, acima de 99,7% para as plantas daninhas *I. indivisa* e *U. plantaginea* (Tabela 2). Porém mesmo que esse herbicida tenha apresentando bom controle das plantas daninhas ele ocasionou severos sintomas de fitotoxicidade, acima de 98%, não se recomendando sua aplicação para as cultivares BRS 506, BRS 509 e BRS 511.

Para o controle da *I. indivisa* o herbicida atrazine (1500 g ha^{-1}) aplicado de forma isolada ou sequencial com o s-metolachlor + tembotrione ($1440+100,8 \text{ g ha}^{-1}$) proporcionou níveis de controle similares ao tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$) aplicado isoladamente. Já a mistura de atrazine+s-metolachlor ($1665+1035 \text{ g ha}^{-1}$), e o flumioxazin (50 g ha^{-1}) e s-metolachlor (1440 g ha^{-1}) aplicados de forma única não promoveram controle dessa espécie infestante (Tabela 2).

A ausência de controle de *I. indivisa* pelo flumioxazin (50 g ha^{-1}) pode estar associado ao fato desse herbicida não ser registrado para o controle dessa espécie, porém ele está registrado para o controle de *I. grandifolia*, *I. nil* e *I. purpurea*. Para o s-metolachlor (1440 g ha^{-1}) não era esperado o controle de *I. indivisa*, tendo em vista que o herbicida não possui registro para o controle dessa espécie (Rodrigues & Almeida 2011). A aplicação de atrazine+s-metolachlor ($1665+1035 \text{ g ha}^{-1}$), não ocasionou controle algum de *I. indivisa*, essa mistura comercial também não apresenta registro para o controle da referida planta daninha (Rodrigues & Almeida, 2011).

No tratamento com a mistura de atrazine+s-metolachlor ($1665+1035 \text{ g ha}^{-1}$) constatou-se melhor índice de controle de *U. plantaginea* quando esse herbicida foi aplicado sobre a cultivar BRS 509, sugerindo que esse resultado esteja associado com o maior número de plantas de sorgo sacarino observado nessa cultivar em comparação com as demais, já que a mesma ocasionou maior sombreamento das plantas daninhas.

No presente estudo observou-se que o flumioxazin (50 g ha^{-1}) apresenta potencial de uso na cultura do sorgo para o controle de folhas largas, por ter apresentando baixos sintomas de fitotoxicidade; a não recomendação do tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$) por ter ocasionado a morte de plantas das três cultivares e a diferença na tolerância entre as cultivares ao atrazine (1500 g ha^{-1}) que apresenta registro à cultura do sorgo.

CONCLUSÕES

Houve severos sintomas de fitotoxicidade à cultura, sendo de 98,0; 98,0 e 100% ao se aplicar

tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$), 100; 98,7 e 100% para o flumioxazin+tembotrione ($50+100,8 \text{ g ha}^{-1}$), 100; 100 e 100% de atrazine+s-metolachlor+tembotrione ($1665+1035+100,8 \text{ g ha}^{-1}$) e 98,7; 98,7 e 99,7% de atrazine+tembotrione ($1500+100,8 \text{ g ha}^{-1}$) às cultivares de sorgo sacarino BRS 509, BRS 506 e BRS 511, respectivamente, não se recomendando a aplicação dos mesmos.

O herbicida s-metolachlor (1440 g ha^{-1}) apresentou porcentagens de fitotoxicidade de 60 e de 87,7% às cultivares BRS 506 e BRS 511 e de 12,3% a BRS 509 e baixo controle das plantas daninhas, exceto para *U. plantaginea* onde obteve-se controle acima de 84%. Os herbicidas tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$), flumioxazin+tembotrione ($50+100,8 \text{ g ha}^{-1}$), atrazine+s-metolachlor+tembotrione ($1665+1035+100,8 \text{ g ha}^{-1}$), atrazine+tembotrione ($1500+100,8 \text{ g ha}^{-1}$) demonstraram elevado controle sobre *I. indivisa* e *U. plantaginea* porém não apresentaram seletividade às cultivares de sorgo.

REFERÊNCIAS

ARCHANGELO, E. R.; DA SILVA, A. A.; DA SILVA, J. B.; KARAM, D.; CARDOSO, A. A. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 107-115, 2002.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; PROCÓPIO, S. O.; FERREIRA FILHO, W. C.; MENEZES, C.C. E. Tolerância de sorgo granífero ao herbicida tembotrione. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 615-620, 2010.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; MARTINS, D. Seletividade de herbicidas sobre a produtividade e qualidade de sementes de sorgo granífero. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 1, p. 37-42, 2006.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. **Guia de herbicidas**. Editora UEL, Londrina, PR, 2011. 697p.

ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. **Manual de adubação e calagem para os est ados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.

SILVA, A.F.; D' ANTONINO; L.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A. et al. (ed). **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa, MG. UFV, 2014a, 275p.



SILVA, C.; DA SILVA, A. F.; DO VALE, W. G.; GALON, L.;
PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de
plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino.
Bragantia, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 438-445, 2014b.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.;
KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.;
GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do
Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008.
222p.

Tabela 1 - Fitotoxicidade (%) de cultivares de sorgo sacarino aos 35 dias após a aplicação de herbicidas. UFFS, Câmpus Erechim, 2014/15.

Tratamentos	Dose g ha ⁻¹	Modo de aplicação	Cultivares		
			BRS 509	BRS 506	BRS 511
			Fitotoxicidade (%)		
Atrazine	1500	Pré ¹	8,0cdA ³	9,0 dA	5,0 dB
Atrazine + s-metolachlor	1665+1035	Pré	10,0 bcC	77,5 bA	50,0 cB
Flumioxazin	50	Pré	5,5 dA	0,0 eB	0,0 eB
S-metolachlor	1440	Pré	12,3 bC	60,0 cB	87,7 bA
Tembotrione	100,8	Pós	98,0 aA	98,0 aA	100,0 aA
Atrazine + s-metolachlor + tembotrione	1665+1035+100,8	Pré+Pós ²	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
Atrazine + tembotrione	1500+100,8	Pré+Pós	98,7 aA	98,7 aA	99,7 aA
Flumioxazin + tembotrione	50+100,8	Pré+Pós	100,0 aA	98,7 aA	100,0 aA
Testemunha capinada	---	---	0,0 eA	0,0 eA	0,0 eA
Média Geral	---	---	56,15		
C.V. %	---	---	2,54		

¹ Aplicação de forma única. ² Aplicação de forma sequencial. ³ Médias seguidas de letras minúsculas idênticas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Controle (%) de *Ipomoea indivisa* e *Urochloa plantaginea* na cultura do sorgo sacarino aos 35 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas. UFFS, Câmpus Erechim, 2014/15.

Tratamentos	Dose g ha ⁻¹	Modo de aplicação	Cultivares		
			BRS 509	BRS 506	BRS 511
			% Controle de <i>Ipomoea indivisa</i>		
Atrazine	1500	Pré ¹	100,0 aA ³	99,7 aA	100,0 aA
Atrazine + S-metolachlor	1665+1035	Pré	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
Flumioxazin	50	Pré	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
S-metolachlor	1440	Pré	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
Tembotrione	100,8	Pós	99,7 aA	99,7 aA	99,7 aA
Atrazine + S-metolachlor+tembotrione	1665+1035+100,8	Pré+Pós ²	99,7 aA	99,7 aA	99,7 aA
Atrazine + tembotrione	1500+100,8	Pré+Pós	99,7 aA	99,7 aA	99,7 aA
Flumioxazin + tembotrione	50+100,8	Pré+Pós	99,7 aA	99,7 aA	99,7 aA
Testemunha sem capina	---	---	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
Testemunha capinada	---	---	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Média Geral	---	---	56,64		
C.V. %	---	---	0,26		
			% Controle de <i>Urochloa plantaginea</i>		
Atrazine	1500	Pré ¹	70,0 bA ³	37,5 cB	27,5 dC
Atrazine + S-metolachlor	1665+1035	Pré	70,0 bA	53,3 bB	48,3 bB
Flumioxazin	50	Pré	0,0 dA	0,0 dA	0,0 eA
S-metolachlor	1440	Pré	40,0 cA	33,3 cA	37,5 cA
Tembotrione	100,8	Pós	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Atrazine + S-metolachlor+tembotrione	1665+1035+100,8	Pré+Pós ²	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Atrazine + tembotrione	1500+100,8	Pré+Pós	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Flumioxazin + tembotrione	50+100,8	Pré+Pós	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Testemunha sem capina	---	---	0,0 dA	0,0 dA	0,0 eA
Testemunha capinada	---	---	100,0aA	100,0aA	100,0 aA
Média Geral	---	---	63,92		
C.V.%	---	---	5,64		

¹ Aplicação de forma única. ² Aplicação de forma sequencial. ³ Médias seguidas de letras minúsculas idênticas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Parâmetros fitossociológicos de plantas daninhas em milho solteiro e no consórcio milho-braquiária.

Ericksson Martins Leite⁽¹⁾; Priscila Akemi Makino⁽²⁾; Valquiria Krolikowski⁽³⁾; Ricardo Fachinelli⁽⁴⁾; Anna Luiza Farias dos Santos⁽⁴⁾; Gessi Ceccon⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS, eml_eftal@hotmail.com;

⁽²⁾Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; ⁽⁴⁾Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados;

⁽⁵⁾Pesquisador Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: O milho é a segunda maior cultura de grãos, atrás da soja, porém seu potencial total não é alcançado devido a vários fatores, incluindo a interferência causada pelas plantas daninhas. Com este trabalho objetivou-se avaliar a dinâmica populacional das plantas daninhas em milho solteiro e consorciado com braquiária. Desenvolvido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados, MS. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Como parcelas considerou-se o milho solteiro e o consorciado com braquiária e para as subparcelas, as populações de 45 mil plantas ha⁻¹ e 85 mil plantas ha⁻¹. As unidades experimentais tinham 7 linhas de 7m, com espaçamento de 0,45m entre linhas. A semeadura do milho foi realizada em 19 de outubro de 2015, utilizando-se o híbrido DKB390 VTPRO. Na mesma data realizou-se a semeadura a lanço de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, com população de 20 plantas m⁻². A adubação foi de 200 kg ha⁻¹ do formulado de NPK 8-20-20. As avaliações foram realizadas no estágio de maturação fisiológica do milho. Foram obtidos os índices de densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, importância relativa e os índices de diversidade de Shannon e Simpson. Os tratamentos no consórcio milho-braquiária apresentaram menor número de plantas daninhas. A trapoeraba apresentou maiores valores de interferência relativa, independente do tratamento. A braquiária suprimiu de forma eficiente as plantas daninhas no consórcio.

Termos de indexação: *Zea mays*, interferência, competição interespecífica.

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás somente dos Estados Unidos e da China, com uma área total plantada de 15,48 milhões de hectares e uma produção total estimada em 79,95 milhões de toneladas (Acompanhamento..., 2016). Entretanto o Brasil ainda possui um alto potencial produtivo, porém existem alguns fatores que impedem esse aumento; dentre eles destaca-se a interferência gerada pelas plantas daninhas (Vargas et al., 2006).

A interferência gerada pelas plantas daninhas é avaliada, em geral, de acordo com os decréscimos da produção ou por alterações nas plantas, ocasionados pela competição por CO₂, água, luz e nutrientes, podendo haver, também, a liberação de substâncias alelopáticas. De forma mais indireta, as plantas daninhas podem servir como hospedeiras de pragas e doenças que atacam a cultura (Duarte et al., 2002). Estes fatores, unidos ao controle inadequado de plantas daninhas, podem provocar perdas de rendimento que variam de 10% a 80%, de acordo com o tamanho da área afetada, do período de exposição à competição e as espécies de plantas daninhas envolvidas (Vargas et al., 2006).

A cobertura do solo contribui com a supressão de plantas daninhas, causando impedimento físico para a germinação e, durante a decomposição da palhada, pode haver a produção de substâncias que atuam sobre as sementes das espécies daninhas, dificultando ou até mesmo impedindo a sua germinação (Bulegon et al., 2014). Uma tecnologia que vem mostrando grande avanço no controle de plantas daninhas é o consórcio de milho com braquiária (Concenço & Silva, 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica populacional das plantas daninhas em cultivos de milho solteiro e consorciado com braquiária, em duas populações de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS, localizada sob as coordenadas 22°13' S e 54°48' W a 408m de altitude. O solo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura muito argilosa. O clima da região é classificado segundo Köppen, como Am (Tropical Monçônico), com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2015)

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Considerou-se como parcelas o milho em cultivo solteiro e o milho em cultivo consorciado com braquiária e para as subparcelas foram consideradas as populações de 45 mil plantas ha⁻¹ e 85 mil plantas ha⁻¹, sendo implantadas em 7 linhas de 7m cada, com espaçamento de 0,45m entre linhas.

A semeadura do milho foi realizada em plantio direto no dia 19 de outubro de 2015, em sucessão a Aveia, sendo utilizado a cultivar DKB390 VTPRO. Na mesma data realizou-se a semeadura a lanço de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, com população de 20 plantas m⁻². A adubação foi de 200kg ha⁻¹ do formulado de NPK 8-20-20.

Para a manutenção da área aplicou-se Gramoxone, com 2L ha⁻¹ de calda, no dia 22 de outubro de 2015; na mesma ocasião foi realizada a aplicação do inseticida Platinum, com 250mL ha⁻¹.

Efetou-se a amostragem, de forma aleatória, nas três linhas centrais da parcela, com um quadro de 0,5x0,5 (0,25m²) coletando-se as plantas daninhas. As amostragens foram feitas no estágio de maturação fisiológica do milho (nos dias 15 e 19 de fevereiro de 2016). Após coletadas as amostras, as plantas daninhas foram identificadas e, em seguida, levadas para secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C, para a obtenção de massa seca.

Foram calculados os índices de densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, bem como o valor de importância relativa e, também, os índices de diversidade de Shannon (H') e de Simpson (D=1/D'). Todos os valores foram obtidos através da plataforma de cálculos Microsoft Office Excel 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 12 diferentes espécies de plantas daninhas na área experimental, sendo elas: capim-arroz, erva-de-santa-luzia, caruru, picão, corda-de-viola, trapoeraba, capim-colchão, leiteiro,

cordão-de-frade, poaia-branca, capim-pé-de-galinha e capim-amargoso. Segundo Karam & Melhorança (2009), estas são as espécies mais comumente encontradas nas culturas de milho no território brasileiro.

Os tratamentos com consórcio milho-braquiária, com população de 45 mil plantas ha⁻¹ e 85 mil plantas ha⁻¹, apresentaram números de plantas daninhas (27 e 25, respectivamente) inferiores aos do milho solteiro com população de 45 mil plantas ha⁻¹ e 85 mil plantas ha⁻¹ (163 e 112, respectivamente) (**Figura 1**). Este aspecto pode ser atribuído ao desenvolvimento da braquiária, que reduz a área livre para a planta daninha se desenvolver, causando assim menor interferência na cultura do milho (Concenço & Silva, 2013).

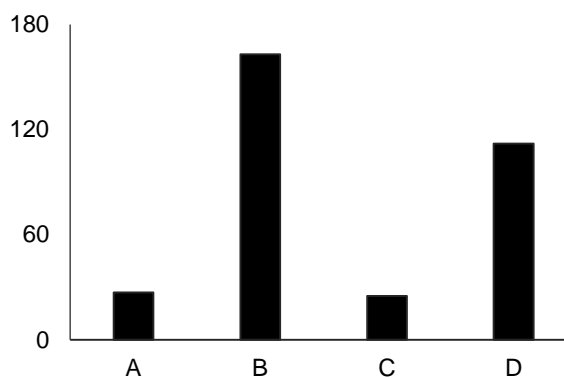


Figura 1 - Número de plantas daninhas encontradas por tratamento¹.

¹ A – milho consorciado com população de 45 mil plantas ha⁻¹; B – milho solteiro com população de 45 mil plantas ha⁻¹; C – milho consorciado com população de 85 mil plantas ha⁻¹; D – milho solteiro com população de 85 mil plantas ha⁻¹.

A trapoeraba foi a espécie que apresentou maior importância relativa em todos os tratamentos (**Tabela 1**), ao contrário do capim-arroz, que apresentou maior importância relativa no consórcio e cultivo solteiro, com população de 45 mil plantas ha⁻¹ (**Tabela 1**); na população de 85 mil plantas ha⁻¹, a espécie com maior importância relativa foi a erva-de-santa-luzia (**Tabela 1**). Esses valores levam em consideração a densidade, frequência e dominância relativas, que foram consideradas altas.

Os índices de diversidade expressam a variedade de espécies em uma comunidade vegetal, proporcionando, assim, a realização de um balanço da ocorrência das espécies. O índice de diversidade de Simpson (D) leva mais em consideração a abundância das espécies amostradas, sendo menos influenciado pela ocorrência de espécies raras. Já o índice de Shannon (H') funciona de forma inversa, considerando menos a abundância de indivíduos,

sendo mais sensível à ocorrência de espécies raras (Concenço et al., 2015).

O tratamento com milho solteiro na população de 85 mil plantas ha⁻¹ apresentou a maior diversidade para ambos os índices (D=0,74 e H'=1,56) (**Figura 2**). Nos tratamentos com consórcio o índice de Shannon mostrou-se igual para as populações (H'=1,46), diferindo-se somente no índice de Simpson, em que o consórcio com população de 45 mil plantas ha⁻¹ apresentou maior índice de diversidade (D=0,72).

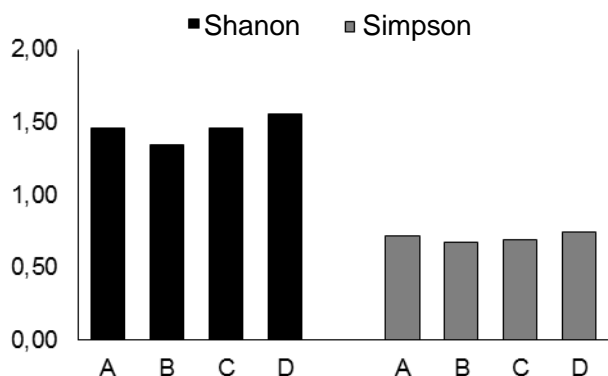


Figura 2 - Índices de diversidade de espécies de Shannon e Simpson¹.

¹ A – plantio consorciado com população de 45 mil plantas ha⁻¹; B – plantio solteiro com população de 45 mil plantas ha⁻¹; C – plantio consorciado com população de 85 mil plantas ha⁻¹; D – plantio solteiro com população de 85 mil plantas ha⁻¹.

CONCLUSÕES

Os tratamentos em consórcio apresentaram um número menor de plantas daninhas, quando comparados ao cultivo solteiro, apesar de apresentarem índices de diversidade pouco diferenciados, tanto de Simpson quanto de Shannon.

A presença da braquiária pode ter causado a supressão das plantas daninhas no cultivo consorciado.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Agropecuária Oeste, a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e a Universidade Federal da Grande Dourados.

REFERÊNCIAS

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] DE GRÃOS. Brasília, DF, Conab, v. 3. n. 8, maio 2016. 173 p. Safra 2015/2016, oitavo levantamento. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16>

_05_27_09_24_04_boletim_graos_maior_2016_-_final.pdf >. Acesso em: 27 maio 2016.

BULEGON, L. G.; CASTAGNARA, D. D.; OLIVEIRA, P. S. R.; NEUNFELD, T. H.; OHLAND, T.; ESTEVEZ, R. L. Dinâmica de populações de plantas daninhas na sucessão aveia/milho com uso de cama de aviário. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 2, p. 155-163, 2014.

CONCENÇO, G.; MARQUES, R. F.; MELO, T. S.; SILVA, C. J.; STAUT, L. A.; SILVA, L. B. X. Infestação de plantas daninhas em cultivos de milho safrinha comparado a outras opções de inverno. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 397-401.

CONCENÇO, G.; SILVA, A. F. Manejo de plantas daninhas no consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho braquiária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 69-87.

DUARTE, N. F.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no Município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 983-992, 2002.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 461-465.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L. Plantas daninhas. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/plantadaninhas.htm>. Acesso em: 27 maio 2016.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 67 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 61). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40679/1/p-do61.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2016.

Tabela 1 - Densidade relativa (DeR), Frequência relativa (FR), Dominância Relativa (DoR) e Importância Relativa (IR) das plantas daninhas no consórcio milho braquiária e no milho solteiro dentro das populações de 45 mil plantas ha⁻¹ e 85 mil plantas ha⁻¹.

Espécie	Consórcio POP 45				Solteiro POP 45				Consórcio POP 85				Solteiro POP 85			
	DeR (%)	FR (%)	DoR (%)	IR (%)	DeR (%)	FR (%)	DoR (%)	IR (%)	DeR (%)	FR (%)	DoR (%)	IR (%)	DeR (%)	FR (%)	DoR (%)	IR (%)
Capim-arroz	29,63	18,18	19,05	22,29	47,24	22,22	23,17	30,88	24,00	11,11	8,18	14,43	9,82	13,33	2,14	8,43
Erva-santa-luzia	3,70	9,09	2,55	5,11	20,25	22,22	2,44	14,97	12,00	22,22	17,66	17,29	29,46	20,00	2,10	17,19
Caruru	11,11	27,27	5,15	14,51	1,23	11,11	0,03	4,12	4,00	11,11	0,00	5,04	2,68	6,67	0,35	3,23
Corda-de-violão	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	11,11	2,08	5,73	-	-	-	-
Picão	-	-	-	-	0,61	5,56	0,09	2,09	4,00	11,11	0,26	5,12	2,68	6,67	0,00	3,12
Trapoeiraba	40,74	27,27	58,43	42,15	23,93	16,67	70,08	36,89	48,00	22,22	68,83	46,35	36,61	26,67	93,94	52,40
Capim-colchão	-	-	-	-	0,61	5,56	0,55	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-
Leiteiro	11,11	9,09	7,47	9,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordão-de-frade	3,70	9,09	7,35	6,72	4,91	5,56	2,19	4,22	4,00	11,11	2,99	6,03	0,89	6,67	0,19	2,58
Poaia-branca	-	-	-	-	0,61	5,56	0,01	2,06	-	-	-	-	16,07	13,33	0,78	10,06
Capim-amargoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	6,67	0,50	2,99
Capim-pé-de-galinha	-	-	-	-	0,61	5,56	1,46	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-

Tolerância de genótipos de sorgo biomassa a herbicidas pré-emergentes

Isabela Goulart Custódio⁽¹⁾; Lucas Augusto Schio⁽²⁾; Paula Karoline Wagner⁽²⁾; Beatriz Pamela Modanese⁽²⁾; Décio Karam⁽³⁾; Alexandre Ferreira da Silva⁽³⁾

¹Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, isabelacustodio19@yahoo.com.br, Brasil, ²Universidade Federal do Mato, Sinop, MT, Brasil, ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.

RESUMO: A escassez de herbicidas registrados para a cultura do sorgo torna o manejo de plantas daninhas um grande desafio. Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância de genótipos de sorgo biomassa a herbicidas aplicados na pré-emergência da cultura. O ensaio foi disposto no delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu as cultivares CR1010 e CR1342, o segundo a mistura comercial dos herbicidas atrazine + simazine e atrazine + s-metolachlor e o terceiro a cinco doses destes herbicidas, correspondendo a 0; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 vezes a dose comercial dos produtos registrados para a cultura do milho. Aos 28 dias após aplicação dos herbicidas foram avaliados a intoxicação, altura, diâmetro de colmo e o acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância e em caso de significância os dados foram submetidos a análise de regressão e ao teste de média a 5% de significância. O comportamento das cultivares para as misturas dos herbicidas atrazine + s-metolachlor não diferiu entre si. A dose mais baixa de 832,5 + 652,5 g ha⁻¹ foi o suficiente para ocasionar a morte das plantas. A mistura de atrazine + simazine apesar de não ocasionar sintomas de intoxicação como clorose e necrose nas folhas promoveu a redução dos parâmetros de crescimento analisados. CR1010 demonstrou ser mais tolerante que CR1342. Com base nos resultados, conclui-se que a mistura herbicida atrazine + s-metolachlor não é seletivo a cultura. Já para a mistura de atrazine + simazine as cultivares apresentam níveis de tolerância diferenciados.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, planta daninha, seletividade.

INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa destaca-se como uma interessante alternativa para a produção de bioenergia. A cultura apresenta lento crescimento inicial, tornando-a mais susceptível a interferência de plantas daninhas (Silva et al. 2014b).

A baixa diversidade de herbicidas pré-emergentes registrados contribui para que o sorgo fique exposto a interferência da comunidade infestante durante o período de maior susceptibilidade pela competição dos recursos do meio (Silva et al. 2014a).

Atualmente, somente o herbicida atrazine se encontra registrado para uso na cultura (Mapa, 2016). Este herbicida se caracteriza por ser um inibidor do fotossistema II e por ser utilizado em pré e/ou pós-emergência. A atrazine age sobre diversas dicotiledôneas e algumas gramíneas.

Desta forma, estudos que avaliem a tolerância da cultura a novos produtos são de grande importância para ampliar o espectro de controle da comunidade infestante, além da possibilidade de rotacionar mecanismos de ação, para com isto, reduzir o aparecimento de biótipos resistentes.

Dentre os herbicidas com potencial para serem utilizados na cultura do sorgo o s-metolachlor, inibidor de ácidos graxos de cadeia longa, se destaca como uma interessante opção devido sua ação graminicida. Este herbicida é utilizado nos Estados Unidos da América como uma alternativa para o controle químico de folhas estreitas na cultura do sorgo. No entanto, o seu uso deve de estar atrelado ao uso de *safners* que auxiliam a cultura na metabolização desta molécula herbicida.

A simazine, também, se destaca como uma interessante alternativa para aumentar o espectro de ação da atrazine, apesar das duas moléculas pertencerem ao grupo químico das triazinas e atuarem como inibidor do fotossistema II. Porém, possuem espectro de controle de plantas daninhas pouco diferente.

Desta maneira, estudos que avaliem a tolerância da cultura a novas moléculas com potencial para

utilização na cultura são de grande importância para a elaboração de novas estratégias de manejo de plantas daninhas.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância dos genótipos de sorgo biomassa CR1010 e CR1342 a mistura formulada dos herbicidas atrazine + simazine e atrazine + s-metolachlor aplicados na pré-emergência da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, entre os meses de novembro a dezembro de 2015. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, previamente corrigido e adubado. De acordo com a análise realizada, o solo apresentou as seguintes características: pH em água de 5,9; MO = 17,18 g dm⁻¹; P = 14,46 mg dm⁻³; K = 15 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 1,55 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,72 cmol_c dm⁻³; CTC(T) = 4,96 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,64 cmol_c dm⁻³; SB = 2,32 cmol_cdm⁻³; V = 46,75%; e argila = 318 g dm⁻³.

Foram avaliados a tolerância das cultivares CR1010 e CR1342 a mistura formulada dos herbicidas atrazine + simazine nas doses equivalentes a 0, 0,5; 0,75; 1,0; e 1,25 vezes a dose comercial registrada para a cultura do milho (1750 + 1750 g ha⁻¹) e de atrazine + s-metolachlor obedecendo a mesma proporção tomando como base a dose de (1665 + 1305 g ha⁻¹). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos herbicidas, o segundo as cultivares e o terceiro a doses dos herbicidas.

Para aplicação dos herbicidas utilizou-se um pulverizador costal pressurizado por gás carbônico, equipado com uma barra de 3,0 m – acoplado a esta seis pontas de pulverização da série TT 110.02, espaçadas de 0,5 m – e calibrado para aspergir 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Aos 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH) foram realizadas avaliações de intoxicação da cultura, em escala de 0 a 100%, sendo 0 a ausência de sintomas e 100 morte da planta. Reduções nos parâmetros de crescimento não foram considerados na nota de intoxicação. A escala de 0 a 100% se restringiu aos efeitos do herbicida provocados na área foliar da cultura.

Avaliou-se também nesta mesma data altura e diâmetro do colmo das plantas. Após as aferições as plantas foram seccionadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e acomodadas

em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até atingir massa constante.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e, em seguida, à análise de variância. Posteriormente, análises de regressões lineares e não lineares foram realizadas para avaliar os efeitos das doses do herbicida, utilizando-se as médias de cada tratamento. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R²) e no significado biológico do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares apresentaram comportamento semelhante para a mistura formulada de atrazine + s-metolachlor. Independente da dose utilizada foi constatada a morte das cultivares aos 28 DAH. Este fato demonstra a inviabilidade de utilizar este herbicida como uma alternativa para o controle químico de plantas daninhas na cultura do sorgo biomassa. Galon et al. (2016), ao avaliarem a susceptibilidade de cultivares de sorgo sacarino a diferentes moléculas herbicidas observaram que mistura de atrazine + s-metolachlor ocasionou severa redução no estande de plantas e perdas significativas de rendimento, demonstrando não ser indicado o uso deste herbicida para o sorgo sacarino.

A mistura formulada de atrazine + simazine não ocasionou sintomas fitointoxicação nas cultivares, porém afetou negativamente as variáveis analisadas. As equações das análises de regressão são apresentadas a seguir (**Tabela 1**).

Tabela 1. Equações da análise de regressão das variáveis analisadas para as cultivares CR1010 CR1342 quando submetidas à aplicação da mistura formulada de atrazine + simazine.

Altura (cm)			
Cultivar	Herbicida	Equação	R ²
CR1010	atrazine +	$\hat{y} = -18,284x + 39,899$	64%
CR1342	simazine	$\hat{y} = 17,735x^2 - 30,951x + 29,5570$	93%
Diâmetro de colmo (mm)			
Cultivar	Herbicida	Equação	R ²
CR1010	atrazine +	$\hat{y} = -6,1641x + 15,001$	66%
CR1342	simazine	$\hat{y} = 8,37x^2 - 15,252x + 12,875$	99%
Massa da matéria seca (g)			
Cultivar	Herbicida	Equação	R ²
CR1010	atrazine +	$\hat{y} = -8,9499x + 17,04$	92%
CR1342	simazine	$\hat{y} = 6,8963x^2 - 13,736x + 12,978$	99%

x: variação da proporção de i.a.

O herbicida não ocasionou sintomas visuais de intoxicação nas cultivares aos 28 DAH, até mesmo, quando se utilizou 1,25 vezes a dose registrada para a cultura do milho ($2187,5 + 2187,5 \text{ g ha}^{-1}$). No entanto, apesar de não apresentarem sintomas visuais de intoxicação como clorose e necrose das folhas todos os parâmetros de crescimento foram afetados negativamente.

A altura da cultivar CR1010 apresentou redução linear com o aumento das doses do herbicida ao contrário da cultivar CR1342 que demonstrou tendência de estabilizar as perdas a partir da dose de $875 + 875 \text{ g ha}^{-1}$ (Figura 1).

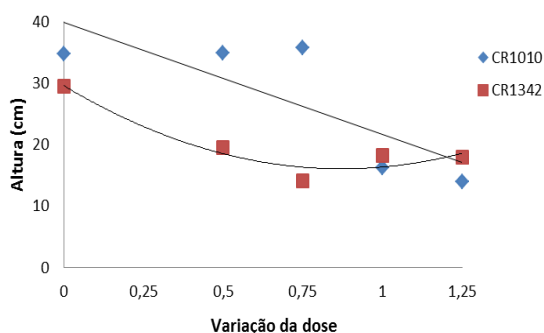


Figura 1. Altura das cultivares de sorgo biomassa CR1010 e CR1342 em função da porcentagem da dose comercial da mistura formulada de atrazine + simazine registrada para a cultura do milho ($1750 + 1750 \text{ g ha}^{-1}$) aos 28 dias após a aplicação.

O diâmetro de colmo das cultivares apresentou comportamento semelhante ao observado para a altura de plantas. CR1010 apresentou redução linear com o incremento das doses, enquanto para CR1342 houve redução drástica desta variável, com tendência a estabilização a partir da dose mais baixa. Foi constatado redução de, aproximadamente, 50% no diâmetro de ambas cultivares ao se utilizar a dose mais alta (Figura 2). A redução no diâmetro pode favorecer o acamamento e quebramento do colmo da cultura, prejudicando negativamente o seu rendimento.

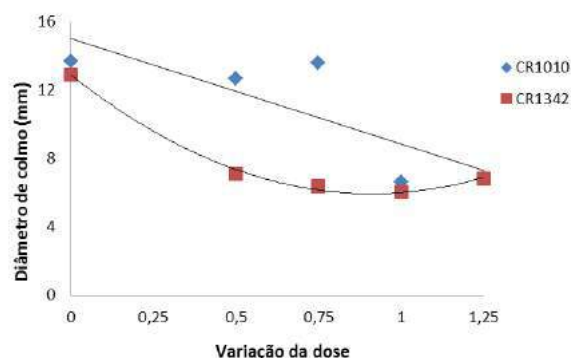


Figura 2. Diâmetro do colmo de sorgo biomassa CR1010 e CR1342 em função da porcentagem da dose comercial da mistura formulada de atrazine + simazine registrada para a cultura do milho ($1750 + 1750 \text{ g ha}^{-1}$) aos 28 dias após a aplicação.

O acúmulo da massa da matéria seca apresentou tendência de comportamento semelhante ao observado para as outras variáveis analisadas. A cultivar CR1010 demonstrou ser mais tolerante a mistura, enquanto CR1342 apresentou menor tolerância ao produto (Figura 3).

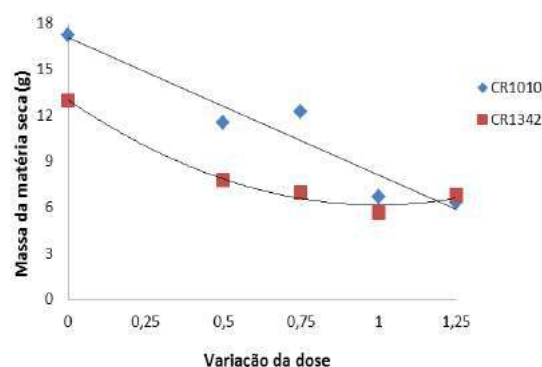


Figura 3. Massa da matéria seca das cultivares de sorgo biomassa CR1010 e CR1342 em função da porcentagem da dose comercial da mistura formulada de atrazine + simazine registrada para a cultura do milho ($1750 + 1750 \text{ g ha}^{-1}$) aos 28 dias após a aplicação.

A redução da massa de matéria seca afeta diretamente o rendimento econômico da cultura, pois a produção de matéria seca é o principal componente de produção deste sorgo biomassa.

CONCLUSÕES

As cultivares CR1010 e CR1342 de sorgo biomassa não apresentam tolerância a mistura formulada de atrazine + s-metolachlor.

As cultivares apresentam níveis de tolerância diferenciada para a mistura formulada de atrazine + simazine, sendo CR1010 considerada mais tolerante que CR1342.

Novos estudos são necessários para caracterizar o efeito das moléculas herbicidas no rendimento final da cultura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 de junho de 2016.

GALON, L. FERNANDES, F.F. ANDRES, A. SILVA, A.F. FORTE, C.T. Selectivity and efficiency of herbicides in weed control on sweet sorghum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 2, p. 123-131, 2016.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A. et al (Eds). **Sorgo: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2014^a.

SILVA, C.; SILVA, A.F.; VALE, W.G.; GALON, L.; PETTER, F.A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, v.73, n.4, p. 438-445, 2014b.

Tolerância de genótipos de sorgo sacarino a herbicidas pós-emergentes

Wilton Tavares da Silva¹; Lucas Augusto Schio²; Henrique Luis Dario²; Beatriz Pamela Modanese²; Décio Karam³; Alexandre Ferreira da Silva³

¹Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, wilton_tavares@yahoo.com, Brasil, ²Universidade Federal do Mato, Sinop, MT, Brasil, ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.

RESUMO: A escassez de herbicidas tolerantes a cultura do sorgo é um dos principais entraves para a expansão da cultura no país. Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância de diferentes genótipos de sorgo a herbicidas pós-emergentes registrados para a cultura do milho. O ensaio foi disposto no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos genótipos CR1339, CR1113, CR1350, e CR1108, o segundo aos herbicidas atrazine + simazine, atrazine + s-metolachlor e tembotrione e o terceiro a cinco doses destes herbicidas, correspondendo a 0; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 da dose de registro para a cultura do milho. Os herbicidas foram aplicados quando as cultivares se encontravam entre três a quatro folhas completamente expandidas. Aos 28 dias após a aplicação foram avaliados a intoxicação e o acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA). Os resultados foram submetidos a análise de variância e em caso de significância foram submetidos a análise de regressão. O herbicida tembotrione ocasionou a morte das cultivares. A mistura de atrazine + simazine apesar de não ocasionar sintomas visuais de intoxicação foliar, promoveu a redução no acúmulo da MSPA das cultivares CR1108 e CR1339. A mistura de atrazine + s-metolachlor ocasionou sintomas de intoxicação e redução diferenciada no acúmulo de MSPA de todas as cultivares. Com base nos resultados, conclui-se que o herbicida tembotrione não é seletivo para a cultura e que as cultivares apresentam níveis diferenciados de tolerância para as misturas formuladas de atrazine + simazine e atrazine + s-metolachlor.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, planta daninha, controle químico.

INTRODUÇÃO

Com o advento da crise do petróleo ocorrido na década 70, despertou-se o interesse do governo brasileiro na troca da matriz energética de origem

fóssil por origem vegetal (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008). Desde então, tem-se estudado no Brasil a utilização de diversas matérias-primas para produção de bioetanol, destacando-se a cana-de-açúcar como principal alternativa.

No entanto, em virtude do aumento da demanda por etanol no Brasil, o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L Moench) tem sido considerado uma interessante alternativa na geração de biomassa para a produção desse biocombustível, principalmente na entressafra da cana-de-açúcar ou em áreas de reforma dos canaviais (May et al., 2012; Gonçalves et. al., 2014).

O sorgo sacarino se caracteriza por ser uma cultura de ciclo anual (90 a 130 dias), se propagar por sementes, possuir porte alto e apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis (Almodares e Hadi, 2009). Tais características, associadas a poucos ajustes que as usinas canavieiras devem fazer para utilizar o sorgo como matéria-prima na produção de etanol, fazem dessa cultura uma interessante alternativa para as indústrias sucroalcooleiras (May et al., 2012; Durães et. al., 2012).

A expansão das áreas cultivadas com sorgo sacarino depende de tecnologias adaptadas para o setor sucroenergético. Neste sentido, o controle de plantas daninhas tem sido um dos principais entraves para a expansão da cultura (Silva et al 2014a). A escassez de herbicidas registrados e o lento crescimento inicial da cultura tornam o manejo de plantas daninhas um grande desafio para o produtor (Silva et al 2014b). Diante deste cenário, pesquisas que avaliem a tolerância do sorgo sacarino a novas moléculas herbicidas são de grande importância para a consolidação da cultura no cenário nacional.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância de diferentes genótipos de sorgo sacarino a herbicidas registrados para a cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, entre os meses de outubro a novembro de 2015. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, previamente corrigido e adubado.

O ensaio foi disposto no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos genótipos CR1339, CR1113, CR1350, e CR1108. O segundo aos herbicidas atrazine + simazine, atrazine + s-metolachlor e tembotrione, tendo como padrão, respectivamente, as doses de 1750 + 1750 gha⁻¹, 1665 + 1305 gha⁻¹ e 100,8 gha⁻¹. O terceiro fator correspondeu a cinco doses destes herbicidas na proporção de 0; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 da dose estabelecida como padrão.

Os herbicidas foram aplicados quando as cultivares apresentavam entre três a quatro folhas completamente expandida. Para aplicação dos produtos utilizou-se um pulverizador costal pressurizado por gás carbônico, equipado com uma barra de 3,0 m – acoplado a esta seis pontas de pulverização da série TT 110.02, espaçadas de 0,5 m – e calibrado para aspergir 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Aos 28 dias após a aplicação (DAP) foram avaliados a intoxicação da cultura, em escala de 0 a 100%, sendo 0 a ausência de sintomas e 100 morte da planta. Reduções nos parâmetros de crescimento não foram considerados na nota de intoxicação. A escala de 0 a 100% se restringiu aos efeitos do herbicida provocados na área foliar da cultura. Após aferições as plantas foram cortadas rentes ao solo, acondicionadas separadamente em sacos de papel e acomodadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até atingir massa constante. Depois disso, a massa da matéria seca da parte aérea das plantas (MSPA) foi obtida em balança analítica.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e, em seguida, à análise de variância. Posteriormente, análises de regressões lineares e não lineares foram realizadas para avaliar os efeitos das doses do herbicida, utilizando-se as médias de cada tratamento. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R²) e no significado biológico do modelo, com pequenas adaptações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os sintomas de fitotoxicidade ocasionado pelos herbicidas, observou-se comportamento semelhante entre as cultivares para o herbicida tembotrione e para a mistura comercial

de atrazine + simazine. Enquanto, tembotrione ocasionou a morte das cultivares a mistura de atrazine + simazine não causou sintomas visuais de intoxicação como amarelecimento ou necrose das folhas.

No entanto, as cultivares apresentaram comportamento diferenciado para a mistura de atrazine + s-metolachlor. As cultivares CR1113, CR1339, CR1350 e CR1108, apresentaram comportamento crescente de tolerância para esta mistura herbicida, com sintomas visuais de intoxicação de 2,3; 5,2; 19,6 e 56,6% respectivamente, quando submetidas a 1,25 vezes a dose recomendado para a cultura do milho (2083,2 + 1632,8 gha⁻¹) (**Figura 1**).

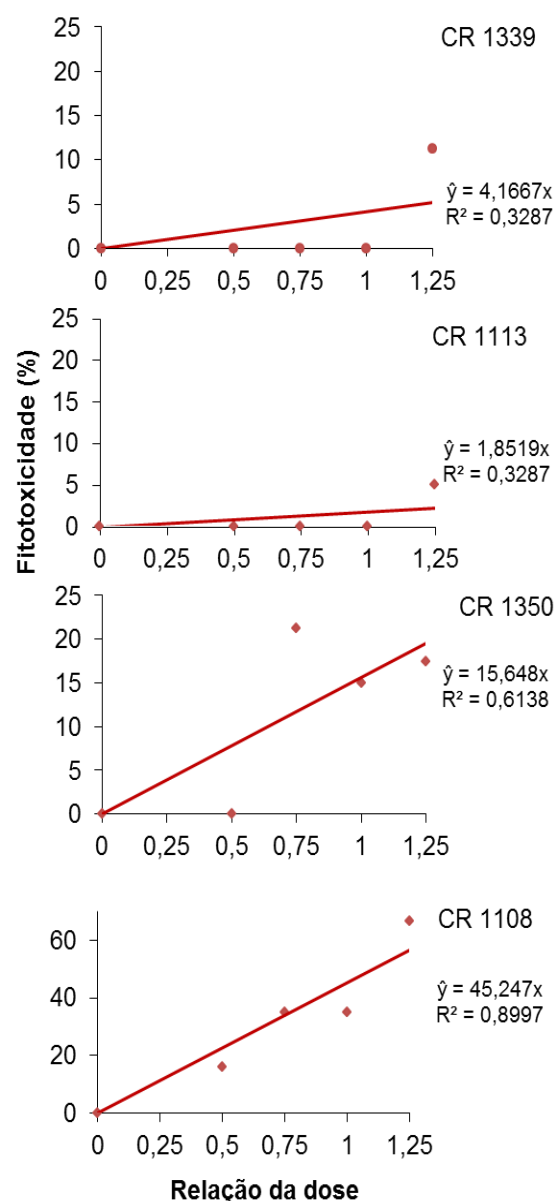


Figura 1. Fitotoxicidade ocasionada pela mistura herbicida de atrazine + s-metolachlor, nas

cultivares de sorgo sacarino CR1339, CR1113, CR1350 e CR1108 em função da relação da dose recomendada para a cultura do milho (1665 + 1305 gha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação

A aplicação de atrazine + s-metolachlor na pós-emergência inicial do sorgo, tem sido uma estratégia de controle avaliada devido a susceptibilidade da cultura quando este herbicida é aplicado em pré-emergência (Archangelo et al., 2002). O s-metolachlor se caracteriza por ser absorvido preferencialmente pelo coleótilo e hipocótilo das plântulas, quando essas durante a emergência, atravessam a camada do solo, onde se encontra o produto (Rodrigues & Almeida, 2011). Desta forma, ao posicionar o produto na pós-emergência inicial da cultura era esperado que ele não ocasionasse sintomas de intoxicação nas cultivares. No entanto, os resultados demonstram que mesmo quando aplicado na pós-emergência do sorgo este herbicida pode ocasionar sintomas de fitotoxidez nas cultivares.

Com relação ao acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea, as cultivares apresentaram comportamentos divergentes, com exceção ao tembotrione que ocasionou a morte de todas as cultivares. A mistura de atrazine + simazine apesar de não ter ocasionado sintomas visuais de intoxicação promoveu a redução no acúmulo da massa de matéria seca das cultivares, exceção CR1113 e CR1350 (**Figura 2**).

As cultivares CR1108 e CR1339 apresentaram redução da massa seca de, respectivamente, 29,3 e 31,8% quando submetidas a dose de atrazine + simazine registrada para a cultura do milho (2187,6 + 2187,6 gha⁻¹). A redução no acúmulo de massa da matéria seca das cultivares pode estar relacionada ao estresse ocasionado pela metabolização da molécula herbicida que afetou negativamente o crescimento da cultura.

A mistura de atrazine + s-metolachlor promoveu redução da massa de matéria seca em todas as cultivares. CR1339 se caracterizou como o genótipo mais tolerante a esta mistura herbicida. A dose registrada para a cultura do milho (1250,6 + 980,3 gha⁻¹) ocasionou perdas no acúmulo de massa da matéria seca de 23,0; 34,7; 41,0 e 63,4%, respectivamente, para as cultivares CR1339, CR1113, CR1350 e CR1108 (**Figura 2**).

A redução no acúmulo de massa da matéria seca das cultivares ocasionada pela mistura de atrazine + s-metolachlor foi observada por Archangelo et al (2002) ao avaliarem a tolerância do sorgo forrageiro AG2002 a este herbicida. No entanto, o percentual de redução de perdas encontrados no presente trabalho foram superiores a observada no sorgo forrageiro. Estes resultados

indicam possível comportamento diferencial entre os tipos e genótipos de sorgo.

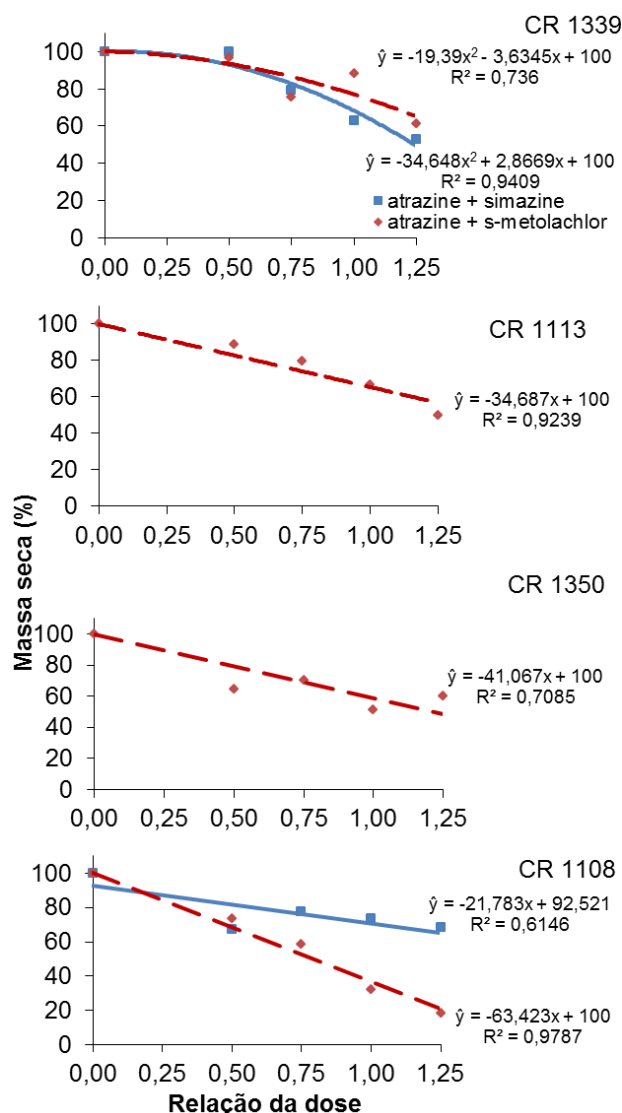


Figura 2. Massa da matéria seca aos 28 dias após a aplicação, da mistura formulada de atrazine + simazine (1750 + 1750 gha⁻¹) e atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) registrada para a cultura do milho, nas cultivares de sorgo sacarino CR1339, CR1113, CR1350, e CR1108 em função da variação da dose.

CONCLUSÕES

Os genótipos de sorgo sacarino apresentam níveis de tolerância diferenciados para os herbicidas, exceção ao tembotrione que ocasionou a morte das cultivares avaliadas.

A mistura formulada de atrazine + simazine não ocasiona sintomas visuais de intoxicação, mas afeta

negativamente o acúmulo de massa seca das cultivares CR1339 e CR1108.

A mistura formulada de atrazine + s-metolachlor ocasiona sintomas visuais de intoxicação e redução do acúmulo de massa da matéria seca nas cultivares de sorgo sacarino.

Maiores estudos se fazem necessário para caracterizar a tolerância da cultura aos herbicidas.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Biomassa. In: Atlas da energia elétrica do Brasil. Brasília, 2008. cap. 4, p. 36-74.

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. African Journal of Agricultural Research, v. 4, n. 9, p. 772-780, Sept., 2009. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/6DDEDD738826>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

ARCHANGELO, E. R. Silva, A. A.; Silva, J. B.; Karam, D. e Cardoso, A. A.. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do sorgo forrageiro. **R. Bras. Milho Sorgo**, v. 1, p. 107-115, 2002.

DURAES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). Sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil e a participação público-privada: oportunidades, perspectivas e desafios. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 77 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138).

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F. da; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 22-31 (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72469/1/Doc-139-1.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

GONCALVES, S. B.; MACHADO, C. M. M.; OLIVEIRA, P. A. de; PACHECO, T. F. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. cap. 7, p. 46-60.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Editora UEL, Londrina, PR, 2011. 697p.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A. et al (Eds). Sorgo: do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2014a.

SILVA, C.; SILVA, A.F.; VALE, W.G.; GALON, L.; PETTER, F.A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, v.73, n.4, p. 438-445, 2014b.

Tolerância de genótipos de sorgo sacarino a herbicidas pré-emergentes

Wilton Tavares da Silva¹; Lucas Augusto Schio²; Paula Karoline Wagner²; Beatriz Pamela Modanese²; Décio Karam³; Alexandre Ferreira da Silva³

¹Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, wilton_tavares@yahoo.com, Brasil,

²Universidade Federal do Mato, Sinop, MT, Brasil, ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.

RESUMO: A escassez de herbicidas registrados para a cultura do sorgo é um dos principais problemas no manejo de plantas daninhas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância de genótipos de sorgo sacarino a herbicidas pré-emergentes registrados para a cultura do milho. Foram avaliados a tolerância dos genótipos CR 1339, CR 1113, 1350, e CR 1108 aos herbicidas atrazine + simazine (1750 + 1750 gha⁻¹) e atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) correspondente a 0; 0,5; 0,75; 1,0 e 1,25 vezes a dose. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial, 4 x 2 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu as cultivares, o segundo aos herbicidas e o terceiro as doses. Aos 28 dias após a aplicação dos herbicidas foram avaliados a intoxicação das cultivares, altura, diâmetro de colmo e o acúmulo de massa da matéria seca das plantas. Os resultados foram submetidos a análise de variância e em caso de significância foram submetidos a análise de regressão. As cultivares apresentaram comportamento de tolerância semelhante para as moléculas herbicidas testadas. A mistura de atrazine + simazine não ocasionou sintomas de intoxicação e não afetou o crescimento das cultivares. Entretanto a mistura de atrazine + s-metolachlor ocasionou severos sintomas de fitotoxidez e afetou negativamente o crescimento da cultura. Com base nos resultados, conclui-se que a mistura comercial de atrazine + simazine apresenta potencial para ser utilizada em pré-emergência da cultura do sorgo sacarino, ao contrário da mistura de atrazine + s-metolachlor.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, seletividade, controle químico

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L) Moench) pode ser utilizado na alimentação humana e animal, além de ser considerado uma alternativa para a geração de energia. O sorgo é um cereal de grande importância devido sua rusticidade e resistência a períodos de seca (Ferreira et. al., 2012).

Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como uma interessante opção quando semeado no período de entressafra da cana-de-açúcar, visando a redução da ociosidade das usinas de etanol e/ou quando utilizada na renovação dos canaviais. (May et al., 2012; Durães et. al., 2012).

No entanto, um dos principais entraves para a expansão da cultura do sorgo no Brasil é o controle de plantas daninhas. A escassez de herbicidas registrados e o lento crescimento inicial da cultura tornam o manejo de plantas daninhas um dos pontos chaves para o correto estabelecimento da cultura.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância de diferentes genótipos de sorgo sacarino a mistura formulada dos herbicidas atrazine + simazine e atrazine + s-metolachlor aplicados na pré-emergência da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, entre os meses de outubro a novembro de 2015. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, previamente corrigido e adubado. De acordo com a análise realizada, o solo apresentou as seguintes características: pH em água de 6,4; MO = 1,768 dag kg⁻¹; P = 24,68 mg dm⁻³; K = 18 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ = 2,37 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 1,11 cmolc dm⁻³; CTC(t) = 5,68 cmolc dm⁻³; CTC(T) = 5,68 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,15 cmolc dm⁻³; SB = 3,53 cmolcdm⁻³; V = 62,13%; e argila=44,4%.

Foram avaliadas a tolerância das cultivares CR 1339, CR 1113, 1350, e CR 1108 aos herbicidas atrazine + simazine (1750 + 1750 gha⁻¹) e atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) nas doses correspondentes de 0; 0,5; 0,75; 1,0 e 1,25 vezes. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 x 5, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu as cultivares de sorgo sacarino, o segundo as misturas herbicidas e o terceiro as doses dos herbicidas.

Os herbicidas foram aplicados um dia após o semeio das cultivares. Para aplicação dos produtos utilizou-se um pulverizador costal pressurizado por gás carbônico, equipado com uma barra de 3,0 m – acoplado a esta seis pontas de pulverização da série TT 110.02, espaçadas de 0,5 m – e calibrado para aspergir 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Aos 28 dias após a aplicação (DAP) foram avaliados a intoxicação da cultura, em escala de 0 a 100%, sendo 0 a ausência de sintomas e 100 morte da planta. Reduções nos parâmetros de crescimento não foram considerados na nota de intoxicação. A escala de 0 a 100% se restringiu aos efeitos do herbicida provocados na área foliar da cultura. Avaliou-se, também, na mesma data altura e diâmetro de colmo das plantas. Após aferições as plantas foram cortadas rentes ao solo, acondicionadas separadamente em sacos de papel e acomodadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até atingir massa constante. A massa da matéria seca da parte aérea das plantas (MSPA) foi obtida em balança analítica.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e, em seguida, à análise de variância. Posteriormente, análises de regressões lineares e não lineares foram realizadas para avaliar os efeitos das doses do herbicida, utilizando-se as médias de cada tratamento. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R²) e no significado biológico do modelo, com pequenas adaptações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito das doses da mistura herbicida de atrazine + simazine nas variáveis analisadas. A tolerância das cultivares a esta mistura herbicida pode ser explicada pela similaridade de espectro e mecanismo de ação dessa molécula ao atrazine. Ambas agem inibindo o fotossistema II e são mais eficientes no controle de folhas largas do que estreitas. Porém, a mistura formulada deste herbicida proporciona maior espectro de ação do que uso destas moléculas de forma isolada (Mapa, 2016).

Analisando o comportamento das cultivares, independente da dose, percebe-se que elas apresentaram características diferenciadas entre si. Os genótipos CR 1108 e CR 1339 demonstraram maior altura, diâmetro de colmo e massa de matéria seca do que os demais materiais (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Valores médios, independente da dose, de altura, diâmetro de colmo e massa da matéria seca das cultivares de sorgo sacarino

submetidas a aplicação de atrazine + simazine aos 28 dias após a tratamento.

Cultivar	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Matéria seca (g)
CR 1339	52,5a ¹	9,2a	19,1a
CR 1113	32,9b	13,2b	22,2a
CR 1350	31,2b	8,3c	10,7b
CR 1108	57,3a	9,0a	19,0a
CV %	8,99	6,44	15,46

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação a mistura de atrazine + s-metolachlor, observou-se efeito de dose, porém as cultivares apresentaram comportamento semelhante. Aos 28 DAH a cultura apresentou sintomas elevados de intoxicação, 64,0% para a dose de 832,5 + 652,5 gha⁻¹ que equivale a 50% da dose registrada para a cultura do milho (**Figura 1**).

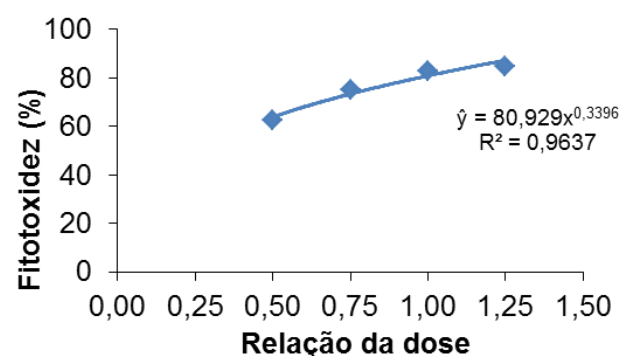


Figura 1. Fitotoxidade média das cultivares de sorgo sacarino CR 1339, CR 1113, CR1350, e CR 1108 em função da variação da dose da mistura formulada de atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) registrada para a cultura do milho, aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

A intoxicação do sorgo ocasionada por este herbicida está relacionada a incapacidade das plantas de degradarem o s-metolachlor em compostos não tóxicos para a cultura. Apesar deste herbicida se encontrar registrado para o sorgo nos Estados Unidos da América o seu uso está atrelado a utilização de *safners* que auxiliam na degradação do herbicida (Silva et al 2014).

A altura de plantas foi afetada negativamente pelo herbicida. Observou-se redução de, aproximadamente, 80% ao se utilizar a dose de 1665 + 1305 gha⁻¹ (**Figura 2**).

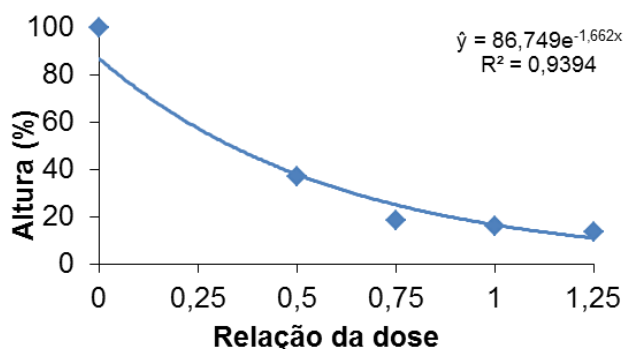


Figura 2. Altura média (cm) das cultivares de sorgo sacarino CR1339, CR1113, CR1350 e CR 1108 em função da variação da dose da mistura formulada de atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹), avaliada aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

A intoxicação pode ter afetado negativamente o metabolismo da cultura reduzindo a sua taxa fotossintética e/ou ocasionado algum estresse que contribuiu para a menor taxa de crescimento da cultura.

O diâmetro de colmo apresentou comportamento semelhante as demais variáveis analisadas, demonstrando, também, ser afetado negativamente por este herbicida. Houve redução de 80% quando as cultivares foram submetidas a dose registrada para a cultura do milho atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) (**Figura 3**).

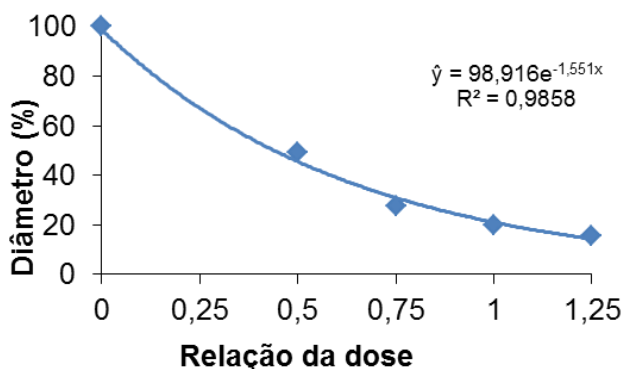


Figura 3. Valor médio do diâmetro (mm) das cultivares de sorgo sacarino CR 1339, CR 1113, CR1350, e CR 1108 em função da dose comercial registrada para a cultura do milho da mistura formulada de atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹), avaliada aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

Devido a alta estatura que as plantas de sorgo sacarino podem alcançar, a redução no diâmetro de colmo pode favorecer o processo de quebramento e

acumulação da cultura o que poderá ocasionar em perdas significativas no rendimento da cultura.

O acúmulo de massa da matéria seca das cultivares demonstrou comportamento semelhante das demais variáveis. O uso de 0,75 da dose comercial registrada para a cultura do milho (1248,75 + 978,75 gha⁻¹), e 1,0 da dose atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) ocasionaram de redução, aproximadamente, 95% em comparação com a testemunha (**Figura 4**).

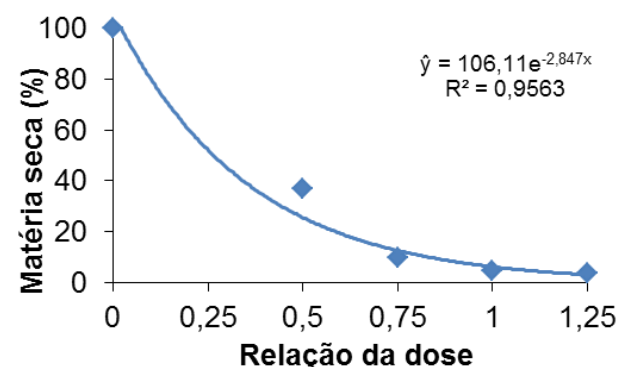


Figura 4. Massa da matéria seca (gramas) média das cultivares de sorgo sacarino CR 1339, CR 1113, CR1350, e CR 1108, em função da dose comercial da mistura formulada de atrazine + s-metolachlor (1665 + 1305 gha⁻¹) registrada para a cultura do milho, avaliada aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os observados por Galon et al (2016), que ao analisarem a tolerância de cultivares de sorgo sacarino a vários tratamentos herbicidas, observaram que os materiais foram sensíveis a mistura formulada de atrazine + s-metolachlor.

CONCLUSÕES

Os genótipos de sorgo sacarino demonstram ser tolerante a mistura de atrazine + simazine, ao contrário do observado para a mistura de atrazine + s-metolachlor, onde até mesmo, a dose mais baixa ocasionou severas injúrias na cultura.

Novos estudos se fazem necessário para validar o comportamento de diferentes genótipos e tipos de sorgo a ação destes herbicidas.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

DURAES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). Sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil e a participação público-privada: oportunidades, perspectivas e desafios. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 77 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138).

GALON, L. FERNANDES, F.F. ANDRES, A. SILVA, A.F. FORTE, C.T. Selectivity and efficiency of herbicides in weed control in sweet sorghum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 2, p. 123-131, 2016.

FERREIRA, L. E.; SILVA, I. F.; SOUZA, E. P.; SOUZA, M. A.; BORCHARTT, L. Caracterização física de variedades de sorgo submetidas a diferentes adubações em condição de sequeiro. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 7, n. 1, p. 249-255, 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 de junho de 2016.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F. da; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 22-31 (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72469/1/Doc-139-1.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A. et al (Eds). **Sorgo: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2014.

Tolerância do sorgo biomassa ao herbicida tembotrione

Wilton Tavares da Silva⁽¹⁾; Gabriela Conceição Oliveira⁽¹⁾; Henrique Luis Dario⁽²⁾; Lucas Augusto Schio⁽²⁾; Décio Karam⁽³⁾; Alexandre Ferreira da Silva⁽³⁾;

⁽¹⁾Estudante da Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais. wilton_tavares@yahoo.com;
⁽¹⁾Estudante da Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽²⁾Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil; ⁽³⁾Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.

RESUMO: O sorgo biomassa é um tipo especial de sorgo, que apresenta grande quantidade de massa verde, caule fibroso e porte alto. Informações sobre o manejo de plantas daninhas ainda são escassas. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a tolerância do sorgo biomassa, cultivar BRS716, ao herbicida tembotrione. O ensaio foi disposto no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. A cultivar de sorgo biomassa foi submetida a cinco doses do herbicida tembotrione que equivalem a 0; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 da dose comercial registrada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹). Aos 28 dias após a aplicação do herbicida foi avaliado a intoxicação, altura, diâmetro de colmo, área foliar, massa da matéria seca de folhas, colmos e total (folhas + colmo). Os dados foram submetidos a análise de variância e em caso de significância foram submetidos a análise de regressão ao nível de 5% de significância. A aplicação do herbicida não ocasionou sintomas de intoxicação a cultura. No entanto, as demais variáveis foram afetadas negativamente. A utilização da dose de 100,8 g ha⁻¹ ocasionou reduções de aproximadamente 20,2; 41,4; 77,0; 85,6 e 83,2% para, respectivamente, altura, diâmetro, área foliar, massa da matéria seca de folhas, colmos e total. O sorgo biomassa, cultivar, BRS 716, não apresenta tolerância ao herbicida tembotrione.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, seletividade, herbicida.

INTRODUÇÃO

Poucos são os herbicidas registrados para uso no sorgo, destacando-se o atrazine, que é recomendado para uso em pré e/ou em pós-emergência, para o controle de diversas espécies de plantas daninhas dicotiledôneas e algumas folhas estreitas (Silva et al. 2014). Desta forma, a busca por herbicidas eficientes no controle de gramíneas e que sejam seletivos a cultura do sorgo é uma das principais demandas do setor produtivo.

Os herbicidas inibidores da síntese de carotenoides por possuírem ação graminicida e

latifolicida apresentam potencial para utilização na pós-emergência da cultura do sorgo (Abit et al 2009). Esses herbicidas possuem como sintoma característico o branqueamento das folhas devido à degradação oxidativa da clorofila e das membranas fotossintéticas. Dentre os herbicidas, pertencentes a este mecanismo de ação, o tembotrione merece destaque, por ser efetivo no controle de gramíneas e ser seletivo a cultura do milho.

Dan et al (2010), ao analisarem a tolerância do sorgo granífero, cultivar AG-1040, ao tembotrione observaram, que apesar dos sintomas iniciais de intoxicação ocasionados pelo herbicida, não houve perdas no rendimento de grãos da cultura, indicando o potencial de uso do tembotrione a cultura do sorgo.

No entanto, novos estudos se fazem necessário para avaliar a tolerância deste herbicida a diferentes tipos e cultivares de sorgo. Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância da cultivar de sorgo biomassa BRS716 ao herbicida tembotrione.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, entre os meses de setembro a outubro de 2015. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, previamente corrigido e adubado.

O experimento foi disposto no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. A cultivar de sorgo biomassa (BRS716) foi submetida a cinco doses do herbicida tembotrione, equivalente a 0; 0,5; 0,75; 1 e 1,25 da dose comercial registrada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹).

O herbicida foi aplicado quando a cultura se encontrava com quatro folhas completamente expandidas (V4). Para aplicação dos herbicidas utilizou-se um pulverizador costal pressurizado por gás carbônico, equipado com uma barra de 3,0 m – acoplado a esta seis pontas de pulverização da série TT 110.02, espaçadas de 0,5 m – e calibrado para aspergir 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Aos 28 dias após a aplicação (DAP) foram avaliados a intoxicação da cultura, em escala de 0 a

100%, sendo 0 a ausência de sintomas e 100 morte da planta. Reduções nos parâmetros de crescimento não foram considerados na nota de intoxicação. Aos 28 DAH determinou-se a altura e diâmetro de colmo da cultivar. Após as aferições as plantas foram seccionadas rente ao solo, e as folhas foram separadas do colmo para determinação da área foliar, utilizando-se o determinador eletrônico (modelo Li 3100).

Posterior à determinação da área foliar, as mesmas amostras foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e acomodadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até atingir massa constante. Depois disso, a massa da matéria seca das folhas e colmo e da parte aérea das plantas (colmo + folhas) foi obtida em balança analítica.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e, em seguida, à análise de variância. Posteriormente, análises de regressões lineares e não lineares foram realizadas para avaliar os efeitos das doses do herbicida, utilizando-se as médias de cada tratamento. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e no significado biológico do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O herbicida tembotrione não ocasionou fitotoxidez na cultura aos 28 DAH. No entanto, foram observados sintomas iniciais de intoxicação que consistiram na clorose e branqueamento das folhas mais novas. No decorrer do ciclo da cultura os sintomas desapareceram.

Todas as variáveis foram afetadas negativamente pelo incremento da dose do herbicida. A altura de plantas foi a variável menos afetada pelo herbicida. A utilização da dose recomendada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹), ocasionou redução de, aproximadamente, 14,3% em relação a testemunha (**Figura 1**).

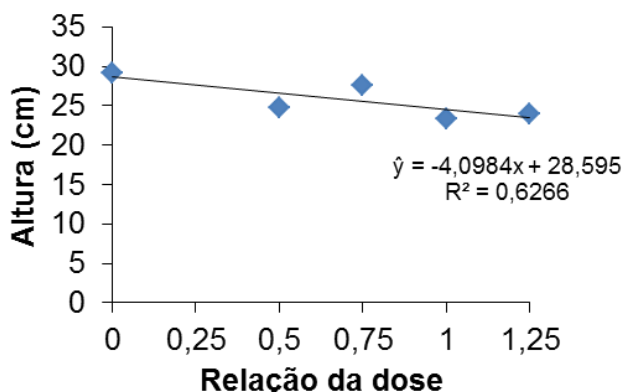


Figura 1. Altura do sorgo biomassa, cultivar, BRS716, em função da variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

Para o diâmetro de colmo as doses de 50,4 e 100,8 g ha⁻¹ ocasionaram redução, respectivamente, de 17,5 e 35,0%. A redução no diâmetro de colmo, neste tipo de sorgo, é algo preocupante, pois o alto porte da cultura pode favorecer o processo de quebramento e acamamento das plantas, podendo prejudicar negativamente o rendimento final do sorgo biomassa (**Figura 2**).

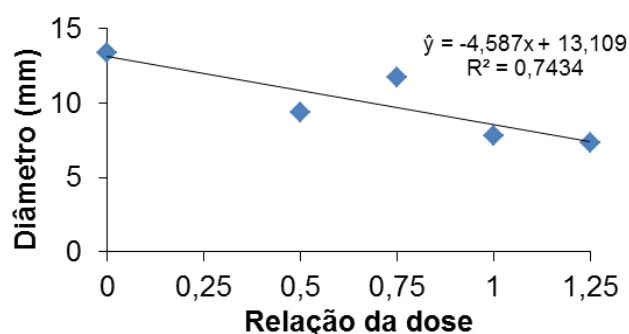


Figura 2. Diâmetro do colmo do sorgo biomassa, cultivar BRS716, em função da variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

A massa da matéria seca dos colmos apresentou tendência de comportamento semelhante, porém os níveis de perdas em relação a testemunha foram mais acentuados. A utilização da dose de 100,8 g ha⁻¹ de tembotrione ocasionou redução no acúmulo de massa da matéria seca do colmo de, aproximadamente, 80,6% em relação a testemunha (**Figura 3**). A drástica redução desta variável pode afetar negativamente a produção, pois a massa de colmo é o principal componente de rendimento do sorgo biomassa.

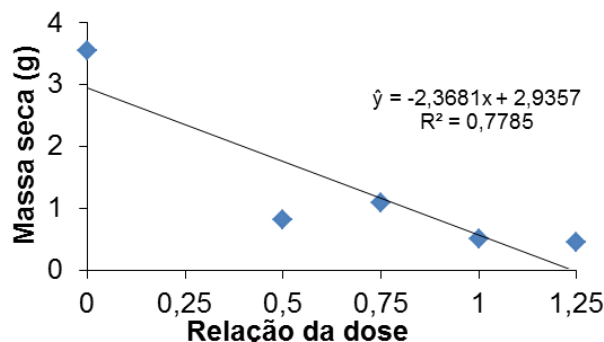


Figura 3. Massa da matéria seca de colmo do sorgo biomassa, cultivar BRS716, em função da variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 gha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

O herbicida afetou negativamente a área foliar da cultura. O incremento da dose promoveu a redução na ordem de 27,2; 41,0; 54,4; 68,0% ao se utilizar a proporção de 0,50; 0,75; 1,00; e 1,25 da dose comercial registrada para a cultura do milho (100,8 gha⁻¹) (**Figura 4**). A redução da área foliar pode ocasionar menor taxa fotossintética da planta o que pode afetar negativamente o desenvolvimento da cultura, tendo em vista, a menor produção de fotoassimilados.

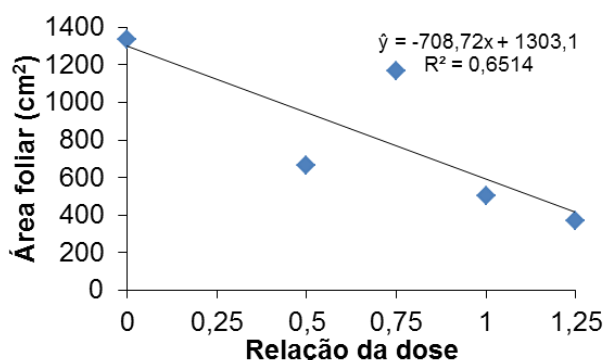


Figura 4. Área foliar do sorgo biomassa, cultivar BRS716, em função da variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 g ha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

O acúmulo da massa de matéria seca apresentou a mesma tendência de comportamento da área foliar, ou seja, menor área implica em menor matéria seca de folhas. A utilização de 50,4 g ha⁻¹ foi o suficiente para reduzir em, aproximadamente, 35,2% esta variável, o que demonstra a susceptibilidade da cultura ao herbicida (**Figura 5**).

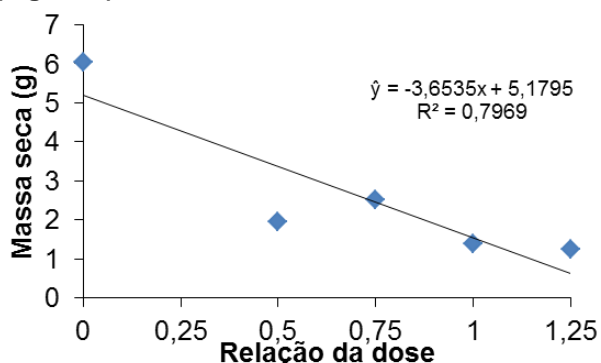


Figura 5. Massa da matéria seca de folhas do sorgo biomassa, cultivar BRS716, em função da

variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 gha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

O acúmulo da massa da matéria seca total (folhas + colmos) demonstra a susceptibilidade da cultura frente a esta molécula herbicida. A proporção de 0,5 (50,4 g ha⁻¹) foi o suficiente para reduzir em mais de 40,0% o acúmulo de massa da matéria seca total da cultivar (**Figura 6**).

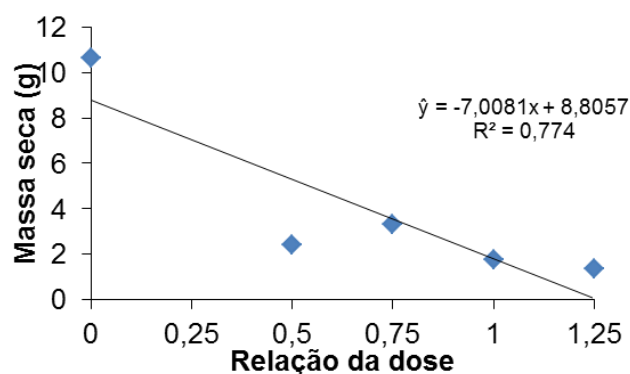


Figura 6. Massa da matéria seca total (folhas + colmos) do sorgo biomassa, cultivar BRS716, em função da variação da dose de tembotrione registrada para a cultura do milho (100,8 gha⁻¹), aos 28 dias após a aplicação do herbicida.

Dan et al (2010), ao avaliarem a tolerância do sorgo granífero, cultivar AG-1040 ao herbicida tembotrione, observaram reduções na altura, acúmulo de massa da matéria seca total da cultivar aos 40 dias após a aplicação do herbicida. No entanto, as taxas de reduções foram inferiores as observadas neste trabalho. O resultado indica possível nível de tolerância diferenciada de cultivares de sorgo em função da aplicação de tembotrione.

CONCLUSÕES

O sorgo biomassa, cultivar BRS 716, não apresenta tolerância ao herbicida tembotrione.

Novos estudos necessitam serem realizados para melhor avaliar a tolerância de diferentes cultivares de sorgo biomassa ao herbicida tembotrione.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de estágio e realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABIT, J. M.; AL-KHATIB, K.; REGEHR, D.L.; TUINSTRAN, M.R.; CLAASSEN, M.M.; GEIER, P.W.; STAHLMAN, P.W.; GORDON, B.W.; CURRIE, R.S. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. **Weed Technol.**, v. 23, n. 1, p. 28-33, 2009.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA FILHO, W.C.; MENEZES, C.C.E. Tolerância do sorgo granífero ao herbicida tembotrione. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n.3, p. 615 -620, 2010.

SILVA, A. F.; D'ANTONINO, L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A. et al (Eds). **Sorgo: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2014.

Uso de glyphosate em mistura com herbicidas para controle de plantas daninhas infestantes do milho.

Franciele Fátima Fernandes⁽¹⁾; Leandro Galon⁽²⁾; Felipe José Menin Basso⁽³⁾; Cesar Tiago Forte⁽⁴⁾; Luciane Renata Agazzi⁽⁵⁾; Gismael Francisco Perin⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Erechim, RS, fran_ffernandes@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor do curso de Agronomia da UFFS, leandro.galon@uffs.edu.br; ⁽³⁾ Estudante de Agronomia da UFFS, felipebasso1@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia Ambiental da UFFS, cesartiagoforte@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Estudante de Agronomia da UFFS, luci_agazzi@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor do curso de Agronomia da UFFS, gismael@uffs.edu.br.

RESUMO: A aplicação de glyphosate de modo contínuo, em dessecação ou na limpeza de culturas resistentes tem gerado a seleção de plantas daninhas resistentes ao herbicida. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a fitotoxicidade e o controle de plantas daninhas por herbicidas aplicados em mistura de tanque com o glyphosate em milho resistente. O experimento foi instalado em delineamento de bloco casualizados, com quatro repetições. O híbrido de milho semeado foi o SYN Supremo Vip3. Os tratamentos foram aplicados de forma sequencial, sendo na pré-emergência: T1-atrazine+simazine-1250+1250, T2-atrazine+metolachlor-1480+920 e T3-s-metolachlor-1440, e em pós-emergência sobre os tratamentos, T1, T2 e T3 usou-se o glyphosate-1080 g ha⁻¹. Em pós-emergência aplicou-se de modo isolado, T4-glyphosate-1080, T5-amônio-glufosinate-400 e T6-nicosulfuron+mesotrione-109,4+23,4 g ha⁻¹, e misturados ao tanque do pulverizador com glyphosate, T7-atrazine+simazine-1250+1250, T8-tembotrione-100,8, T9-mesotrione-192, T10-nicosulfuron-45, T11-2,4-D-1005, T12-atrazine+s-metolachlor-1480+920, T13-nicosulfuron+mesotrione-109,4+23,4, T14-nicosulfuron+mesotrione+atrazine+simazine-109,4+23,4+1250+1250 g ha⁻¹, mais duas testemunhas, T15-capinada e T16-infestada. A fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas ao milho, o controle de papuã foram avaliados aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e a produtividade de grãos na colheita. Observou-se que todos os tratamentos herbicidas ocasionaram baixa fitotoxicidade ao milho, exceto a mistura em tanque de glyphosate+2,4-D e glyphosate+mesotrione que demonstraram as maiores injúrias nas quatro épocas avaliadas. Os herbicidas demonstram bom controle do papuã em

todas as épocas avaliadas com índices superiores a 91%. A mistura em tanque de glyphosate+atrazine+simazine aplicada em pós-emergência demonstrou a maior produtividade de grãos, com incremento de 260% ao se comparar com ausência de controle, sendo essa a melhor opção para o controle de papuã em milho resistente ao glyphosate.

Termos de indexação: *Urochloa plantaginea*; *Zea mays*; Controle químico.

INTRODUÇÃO

Dentre as plantas daninhas que infestam a cultura do milho, destaca-se a *Urochloa plantaginea* (papuã ou capim-marmelada), de maior ocorrência nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Entre as práticas utilizadas para o controle dessa espécie, destaca-se o uso de herbicidas, que podem ser aplicados em pré, em pós-emergência, de modo isolado ou em mistura de tanque (Galon et al., 2010).

Com o advento da transgenia desenvolveu-se híbridos que apresentam resistência ao herbicida glyphosate chamado de tecnologia RR[®] (Roundup Ready[®]) possibilitando assim o uso desse herbicida para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura (Maciel et al., 2013). No entanto com o uso contínuo do glyphosate ocorreu o surgimento de plantas daninhas resistentes ao herbicida, necessitando da aplicação de outros produtos com diferentes mecanismos de ação aplicados de modo isolado ou em mistura de tanque.

Dessa forma objetivou-se com o trabalho avaliar a fitotoxicidade e o controle de plantas daninhas por herbicidas aplicados em mistura de tanque com o glyphosate em milho resistente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no ano agrícola 2015/16. A correção da fertilidade do solo foi efetuada de acordo com a análise química e seguindo-se as recomendações de adubação para a cultura do milho. A adubação química na base foi de 327 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15 de N-P-K e aplicação de nitrogênio (N) em cobertura foi realizada em dois momentos, no estádio V5 e V10 da cultura, na dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cada estádio.

Cada unidade experimental foi caracterizada por parcela de 15 m² (5 x 3 m) semeadas com 6 linhas da cultura, em espaçamento de 0,5 m com densidade de 3,5 plantas m⁻¹. A semeadura do milho foi efetuada em sistema de plantio direto na palha, sendo que 30 dias antes dessa operação efetuou-se a dessecação da vegetação com uso de glyphosate + 2,4-D (3,0 + 1,5 L ha⁻¹).

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com 4 pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou uma vazão de 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

Tratamentos e amostragens

O híbrido de milho utilizado foi o SYN Supremo Vip3 e sobre esse aplicou-se os tratamentos: de forma sequencial em pré-emergência: T1-atrazine+simazine-1250+1250, T2-atrazine+s-metolachlor-1480+920 e T3-s-metolachlor-1440, e em pós-emergência sobre os tratamentos T1-T2 e T3 o glyphosate-1080 g ha⁻¹. Em pós-emergência aplicou-se de modo isolado, T4-glyphosate-1080, T5-amônio-glufosinate-400 e T6-nicosulfuron+mesotrione-109,4+23,4 g ha⁻¹, e misturados ao tanque do pulverizador com glyphosate-1080 g ha⁻¹, T7-atrazine+simazine-1250+1250, T8-tembotrione-100,8, T9-mesotrione-192, T10-nicosulfuron-45, T11-2,4-D-1005, T12-atrazine+s-metolachlor-1480+920, T13-nicosulfuron+mesotrione-109,4+23,4, T14-nicosulfuron+mesotrione+atrazine+simazine-109,4+23,4+1250+1250 g ha⁻¹, mais duas testemunhas, T15-capinada e T16-infestada. A densidade média de papuã era de 215 plantas m⁻². No momento da aplicação dos herbicidas em pós-emergência a cultura apresentava-se no estádio V5 a V6 e o papuã com 2 a 3 folhas.

As avaliações de fitotoxicidade e de controle do papuã foram realizados visualmente aos 07, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT),

atribuindo-se a nota de zero (0%) aos tratamentos com ausência de controle do papuã ou fitotoxicidade à cultura e a nota de cem (100%) para controle total das plantas daninhas ou morte completa das plantas de milho. A produtividade de grãos (kg ha⁻¹) foi mensurada colhendo-se todas as espigas presentes em área útil de 4,5 m² quando os grãos de milho atingiram 18% de umidade.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi instalado em delineamento de bloco casualizados, com 16 tratamentos e quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em sendo significativos as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a p<0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que ocorreram os maiores índices de fitotoxicidade ao se aplicar a mistura em tanque de glyphosate+2,4-D (1008+1005 g ha⁻¹) em todas as épocas de avaliação 07, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos-DAT (**Tabela 1**). Aos 07 e 14 DAT observou-se que a mistura em tanque de glyphosate+mesotrione (1080+192 g ha⁻¹) apresentaram elevados sintomas de injúrias sobre o milho, porém com o passar do tempo à cultura recuperou-se dos danos apresentando, sendo observado aos 28 DAT somente 5% de fitotoxicidade. Para os demais herbicidas aplicados em pré-emergência ou em pós-emergência em isolado ou em mistura de tanque associados ao glyphosate os sintomas de injúrias foram menores a 10%.

Destaca-se a inexistência ou restritas informações que consideram o efeito negativo do 2,4-D quando associado ao glyphosate em mistura de tanque ao milho ou mesmo em relação ao controle de plantas daninhas resistentes e/ou tolerantes a glyphosate, como a buva, trapoerabas, poaia-branca, dentre outras. No entanto observa-se na região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul a presença dessas plantas daninhas consideradas problemáticas para o controle com glyphosate e que muitos produtores de milho estão aplicando a mistura desses herbicidas o que tem provocado elevada fitotoxicidade ao milho, como constatado no presente estudo.

A operação de manejo em pré-semeadura ou pós-colheita tem sido realizada por associações de glyphosate com inibidores da ACCase e 2,4-D, visando ampliar a eficiência do espectro de ação (Maciel et al., 2013). Misturas de glyphosate com herbicidas já foram relatados como interações

antagônicas e/ou sinérgicas (Monquero et al.; 2001).

Os resultados demonstram que todos os herbicidas utilizados em mistura de tanque associados ao glyphosate ou isolados em pré e/ou em pós-emergência controlaram de forma eficiente a *U. plantaginea* (papuã), exceto o uso de amônio-glufosinato (400 g ha⁻¹) que aos 07 DAT demonstrou controle de 66% considerado não desejado (**Tabela 2**). Ressaltando-se que 80% é o índice mínimo que determinado herbicida deve apresentar para ser recomendado para o controle de plantas daninhas em culturas (Oliveira et al., 2009). Aos 14, 21 e 28 DAT observou-se que o amônio-glufosinato (400 g ha⁻¹), nicosulfuron+mesotrione (109,4+23,4 g ha⁻¹) demonstram os menores índices de controle do papuã, porém superiores a 88%, considerando-se adequados (**Tabela 2**). Para os demais tratamentos herbicidas, de maneira geral, em todas as épocas de avaliação apresentaram controles excelentes, superiores a 94% e a grande maioria próximo dos 100%.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram observados por Agazzi et al., (2014) ao usarem misturas em tanque dos herbicidas, atrazine+simazine+tembotrione e atrazine+simazine+mesotrione para o controle de papuã e por Zagonel et al., (2010) para o controle dessa mesma planta daninha infestante de milho ao aplicarem mesotrione associado a atrazina.

A produtividade de grãos de milho foi estatisticamente superior ao se usar o tratamento glyphosate+atrazine+simazine (1080+1250+1250 g ha⁻¹) em mistura de tanque em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura, inclusive esse tratamento foi superior em 179,2% a testemunha capinada (**Tabela 2**). A menor produtividade do tratamento capinado esta relacionado ao dano provocado as raízes do milho ou mesmo o rebrote das plantas daninhas refletindo assim em menor produtividade de grãos. Os tratamentos aplicados em pós-emergência em mistura de tanque glyphosate+tembotrione (1080+100,8 g ha⁻¹), glyphosate+nicosulfuron (1080+45 g ha⁻¹) e nicosulfuron+mesotrione (109,4+23,4 g ha⁻¹) igualaram-se a testemunha capinada, superiores a infestada e inferiores ao glyphosate+atrazine+simazine (1080 + 1250+1250 g ha⁻¹). Mesmo que alguns tratamentos herbicidas tenham sido igual estatisticamente a testemunha capinada destaca-se que o método mecânico de controle em lavouras de milho é oneroso, pouco eficiente e demanda muita mão-de-obra, o que gera elevados custos, se comparado ao método químico de controle.

O uso de herbicidas, em especial a mistura em tanque de glyphosate+atrazine+simazine (1080+1250+1250 g ha⁻¹) aplicada em pós-

emergência demonstrou a maior produtividade de grãos, com incremento de 260% ou 2,6 t ha⁻¹ ao se comparar com ausência de controle a testemunha infestada. Sendo assim essa mistura é a melhor opção para o controle de papuã em milho resistente ao glyphosate.

CONCLUSÕES

A mistura em tanque de glyphosate+2,4-D (1080+1005 g ha⁻¹) e glyphosate+mesotrione (1080+192 g ha⁻¹) aplicadas em pós-emergência apresentaram as maiores fitotoxicidades ao híbrido de milho SYN Supremo VIP3.

Todos os tratamentos herbicidas demonstram controle superior a 91% do papuã a partir dos 14 DAT.

Não se recomenda o uso da mistura em tanque de glyphosate+2,4-D (1080+1005 g ha⁻¹) aplicados em pós-emergência do milho SYN Supremo Vip3 pela elevada fitotoxicidade ocasionado à cultura.

A mistura em tanque de glyphosate+atrazine+simazine (1080+1250+1250 g ha⁻¹) aplicada em pós-emergência apresentou 260% de incremento na maior produtividade de grãos ao se comparar com ausência de controle, sendo essa a melhor opção para o controle de papuã em milho resistente ao glyphosate.

REFERÊNCIAS

AGAZZI, R.L.; DE DAVID, F. A.; FORTE, C.T.; KUJAWINSKI, R.; RADUNZ, A. L.; GALON, L. Controle de plantas daninhas e fitotoxicidade de herbicidas aplicados em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014. ANAIS... SALVADOR/BA: ABMS, 2014. CD-ROM.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZU, I.; PINTO, J. J. O. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p.414-421, 2010.

MACIEL, C. D. G.; ZOBIOLE, L. H. S.; SOUZA, J. I.; HIROOKA, E.; LIMA, L. G. N. V.; SOARES, C. R. B.; PIVATTO, R. A. D.; FUCHS, G. M.; HELVIG, E. O. Eficácia do Herbicida Haloxypop R (GR-142) Isolado e associado ao 2,4-D no controle de híbridos de milho RR voluntário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.12, n.2, p.112-123, 2013.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. T. D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p. 375-380, 2001.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P.; VIEIRA, H. D. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta*, *Tripogandra*



diureticana cultura do café. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.4, p.823-830, 2009.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C.; FERREIRA, C. Mesotrione + atrazina em mistura formulada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010. **Anais...** Ribeirão Preto/SP: SBCPD, 2010. CD-ROM.

Tabela 1 - Fitotoxicidade (%) ao híbrido de milho SYN Supremo VIP3 em função da aplicação de herbicidas. UFFS/Erechim/RS, 2015/16.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			
	07 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
T1-Glyphosate+(atrazine+simazine)	6 e ¹	5 c	0 c	0 c
T2-Glyphosate+(atrazine+s-metolachlor)	5 e	0 e	0 c	0 c
T3-Glyphosate+s-metolachlor	5 e	2 d	0 c	0 c
T4-Glyphosate	4 e	3 d	0 c	0 c
T5-Amonio-glufozinato	8 d	4 d	0 c	0 c
T6-Nicosulfuron+mesotrione	6 e	4 d	0 c	0 c
T7-Glyphosate+(atrazine+simazine)	4 e	4 d	0 c	0 c
T8-Glyphosate+tembotrione	8 d	5 c	0 c	0 c
T9-Glyphosate+mesotrione	22 b	9 b	6 b	5 b
T10-Glyphosate+nicosulfuron	10 c	4 d	0 c	0 c
T11-Glyphosate+2,4-D	29 a	13 a	34 a	28 a
T12-Glyphosate+(atrazine+s-metolachlor)	6 e	3 d	0 c	0 c
T13-Glyphosate+(nicosulfuron+mesotrione)	7 d	5 c	0 c	0 c
T14-Glyphosate+(nicosulfuron+mesotrione)+(atrazine+simazine)	6 e	0 e	0 c	0 c
T15-Testemunha capinada	0 f	0 e	0 c	0 c
T16-Testemunha infestada	0 f	0 e	0 c	0 c
CV (%)	21,58	28,10	48,61	39,94

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, em cada época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a p<0,05.

Tabela 2 - Controle (%) de papuã (*Urochloa plantaginea*) infestante do no híbrido de milho SYN Supremo VIP3 em função da aplicação de herbicidas. UFFS/Erechim/RS, 2015/16.

Tratamentos	Controle de papuã (%)				Prod. de grãos kg ha ⁻¹
	07 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	
T1-Glyphosate+(atrazine+simazine)	100 a ¹	100 a	100 a	95 b	2718 c
T2-Glyphosate+(atrazine+s-metolachlor)	100 a	100 a	100 a	97 a	1897 d
T3-Glyphosate+s-metolachlor	100 a	100 a	100 a	93 b	2281 c
T4-Glyphosate	97 b	100 a	100 a	97 a	2623 c
T5-Amonio-glufozinato	95 b	93 b	98 a	91 b	2262 c
T6-Nicosulfuron+mesotrione	66 c	88 c	94 b	94 b	2878 b
T7-Glyphosate+(atrazine+simazine)	98 b	100 a	100 a	97 a	4788 a
T8-Glyphosate tembotrione	98 b	100 a	100 a	96 a	3096 b
T9-Glyphosate+mesotrione	97 b	100 a	100 a	96 a	1636 d
T10-Glyphosate+nicosulfuron	98 b	100 a	100 a	97 a	3190 b
T11-Glyphosate+2,4-D	99 a	100 a	100 a	94 b	2225 c
T12-Glyphosate+(atrazine+s-metolachlor)	97 b	100 a	100 a	97 a	1856 d
T13-Glyphosate+(nicosulfuron+mesotrione)	97 b	100 a	100 a	97 a	2446 c
T14-Glyphosate+(nicosulfuron+mesotrione)+(atrazine+simazine)	100 a	100 a	100 a	96 a	1811 d
T15-Testemunha capinada	0 d	0 d	0 c	0 c	1846 d
T16-Testemunha infestada	100 a	100 a	100 a	100 a	3309 b
CV (%)	2,33	1,50	1,52	2,47	15,08

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, em cada época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a p<0,05.

Alterações bromatológicas em silagens do híbrido de sorgo Dominator durante o processo fermentativo

Guilherme Boeira Rovaris⁽¹⁾; Gabriel Maggi⁽¹⁾; Arlon de Oliveira de Lima⁽¹⁾; Gabriela Cerati Hoch⁽²⁾; Edgard Gonçalves Malaguez⁽²⁾; Neliton Flores Kasper⁽¹⁾; Othon Dalla Colletta Altermann⁽¹⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾; Deise Dalazen Castagnara⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS. Email: Guilhermeb.rovaris@gmail.com ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS

RESUMO: No Brasil devido a períodos do ano de escassez hídrica, onde as pastagens tem um déficit no seu crescimento, é importante ter uma silagem para disponibilizar ao rebanho um alimento de qualidade o ano todo. O objetivo do trabalho foi fazer a análise bromatológica de seis períodos fermentativos de silagem do híbrido de sorgo Dominator. Foi montado um experimento no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições onde se avaliaram os tempos de ensilagem 0, 1, 3, 7, 14 e 28 dias. De todos os silos foi feita a análise bromatológica. Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de regressão testando-se os modelos linear e quadrático. Os parâmetros de proteína bruta, fibra em detergente neutro e lignina alteraram os parâmetros bromatológicos seguindo uma equação de regressão quadrática. Já os valores bromatológicos de hemicelulose também se alteraram, porém se enquadrando num modelo de regressão linear, enquanto matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente ácido e celulose não se ajustaram aos modelos de regressão testados.

Termos de indexação: alimentação animal, conservação de alimentos, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, durante o ano há uma grande variação na oferta de pastagens devido a fatores climáticos. Tendo em vista isto, se faz necessário o armazenamento de alimentos produzidos em períodos de abundância forrageira, garantindo alimentação de qualidade para o rebanho mesmo em períodos de estiagem ou frio intenso (Tolentino et al., 2016).

Uma alternativa para a preservação de alimentos é a ensilagem que é comumente utilizada por produtores (Viana et al., 2012). Esse processo tem como objetivo preservar o valor nutritivo com o

mínimo de perdas, garantindo a qualidade do material (Souza et al., 2012).

O sorgo além de ser uma planta com grande adaptação a escassez hídrica reúne várias características que facilitam o plantio, manejo, colheita e armazenagem para ensilagem (Tolentino et al., 2016). Entretanto, devido a magnitude dos fatores que influenciam os processos fermentativos durante a ensilagem, são necessários estudos mais detalhados para verificação do impacto destes processos na composição bromatológica das silagens obtidas (Moraes et al., 2013).

Resultados de pesquisa para a composição bromatológica do sorgo são abundantes, no entanto os estudos devem repetir-se para diferentes híbridos. Isso se torna necessário pela composição bromatológica se alterar entre os diferentes sorgos, estágio de maturação, altura da planta no momento do corte e natureza no processo de fermentação. Essas alterações afetam também a qualidade do volumoso produzido e por consequência a quantidade que deverá ser disponibilizada ao rebanho (Costa et al., 2016).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho estudar a composição bromatológica da silagem do sorgo Dominator em diferentes períodos de fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O híbrido de sorgo Dominator foi semeado no dia 02/01/2016 com espaçamento de 0,34 m utilizando-se na base 120 kg/ha do formulado 8:20:15 e na cobertura aos 45 dias após a semeadura, 50 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia.

No estudo da composição bromatológica adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos estudados foram os tempos de fermentação analisados: 0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias.

A colheita foi realizada no dia 22/04/2016 com ensiladeira tratorizada. A ensilagem foi realizada em

silos experimentais com compactação manual. Os silos experimentais possuíam dimensões de 500 mm de altura por 100 mm de diâmetro. Em cada silo foi adicionado 2,350 kg de forragem triturada, visando a obtenção de uma densidade de 600 kg/m³. Os silos eram dotados de válvula tipo *Bunsen* para o livre escape dos gases e foram mantidos em ambiente arejado, durante os períodos de fermentação pré-determinados, após o qual foram abertos e desensilados. Na abertura foi descartada uma camada de 5 cm na porção superior e 5 cm na porção inferior de cada silo, com posterior homogeneização do material restante, do qual foi amostrado 500 g de material para análise nutricional.

As amostras obtidas foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçada a 55°C, durante 48 a 72 horas, em seguida foram trituradas em moinho de facas do tipo Willey com câmara e peneira de inox, adotando-se o tamanho de partículas de 1 mm. Os materiais triturados foram submetidas a procedimentos laboratoriais para a determinação dos conteúdos de matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), hemicelulose e celulose, segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz, (2009). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) foram analisados pelos métodos de Van Soest et al. (1991).

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de regressão testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de matéria mineral, matéria orgânica, FDA e celulose não foram alterados pelos tempos de fermentação estudados (**Tabelas 1 e 2**). Essa ausência de significância deve-se às características desses materiais. A matéria mineral geralmente sofre redução em silagens confeccionadas com forragens com baixo conteúdo de matéria seca devido a produção de efluentes de carream os minerais. Como a MO é proporcional a MM ao 14^o quando a MM chegou ao menor valor que foi 59,43 g/kg a MO teve seu maior teor que foi de 940,57 g/kg.

A FDA contém a lignina e a celulose que normalmente não são degradadas no interior dos silos, pois a lignina é um composto indigestível, e a celulose é um carboidrato estável diante dos processos fermentativos (Van soest, 1994).

No extrato etéreo houve significância na análise de variância, porém os dados não se ajustaram aos modelos de regressão testados. O valor médio de

EE ficou em 33,82 g/kg de MS, inferior ao valor de 49,0 g/kg encontrado por Viana et al.,(2012) com a silagem de sorgo-sudão (**Tabela 1**).

Os teores de proteína bruta ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática, de forma que ocorreu uma diminuição dos teores deste até o 14^o dia atingido o mínimo de proteína de 56,58 g/kg de MS. Até 14^o dia de fermentação houve redução nos teores de proteína bruta, possivelmente, isto ocorre devido a proteólise ocasionada pelos microrganismos proteolíticos, entre eles principalmente as bactérias do gênero *Clostridium* (Tomich et al., 2004). Os teores de proteína bruta exigidos bovinos zebuínos em confinamento é de 120 g/kg de MS segundo Obeid et al.,(2006). Neste experimento os teores médios de proteína bruta, de 61,80 g/kg de MS, foram inferiores aos necessários para disponibilizar um volumoso de boa qualidade aos animais em período de engorda. Os resultados encontrados neste estudo estão abaixo do obtidos por Filho et al., (2006) que analisaram quatro híbridos de sorgo obtiveram média de 67,3 g/kg de proteína bruta.

Tabela 1. Variações bromatológicas em silagem do híbrido Dominator durante 28 dias de fermentação

Tempo	MM	MO	PB	EE
0	63,22	936,78	71,79	31,37
1	60,91	939,09	59,45	37,82
3	66,11	933,89	59,63	35,44
7	62,01	937,99	57,82	28,32
14	59,43	940,57	56,58	38,30
28	62,06	937,94	65,55	31,65
P value	0,703	0,703	0,000	0,000
ER	-	-	1	Ŷ=33,81
R ²	-	-	0,60	-
cv(%)	9,42	0,63	6,70	8,38

(1) $\hat{Y} = 65,88 - 1,54x + 0,055x^2$; P value: Significância da análise de variância ou da equação de regressão; ER: Equação de regressão; R²: Coeficiente de determinação; CV: Coeficiente de variação; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína Bruta e EE: Extrato etéreo.

Os teores de FDN ajustou-se no modelo de regressão quadrática, de forma que ocorreu diminuição até o dia 19^o atingindo o mínimo de 606,95 g/kg de MS (**Tabela 2**), representando 60,6 % de FDN resultado superior ao obtido por Filho et al., (2006), que foi de 47,27% de FDN.

Os teores de hemicelulose se ajustaram ao modelo de regressão linear, com redução de 2,50 g/kg a cada dia do período de fermentação. Essa redução deve-se à quebra da hemicelulose que ocorre no interior dos silos após o consumo dos carboidratos não estruturais pelos micro-

organismos. Nessa quebra, a hemicelulose é degradada ou pelas enzimas das plantas ou por hidrólise ácida, liberando pentoses que serão utilizadas pelos microrganismos para fermentação (Ávila et al., 2003). O valor médio de hemicelulose ficou em 267,5 g/kg se mostrando superior aos 186,2g/kg de média entre os cinco híbridos de sorgo analisados por Molina et al., (2003).

Tabela 2. Variações bromatológicas em silagem do híbrido Dominator durante 28 dias de fermentação

Tempo	FDA	FDN	HEM	CEL	LIG
0	388,65	706,70	318,05	261,13	114,37
1	382,76	644,46	261,70	255,52	124,36
3	416,38	731,19	314,81	281,06	132,87
7	365,75	598,68	232,93	251,85	112,11
14	359,52	606,95	247,43	249,75	104,31
28	383,56	614,00	230,44	250,25	122,56
<i>P value</i>	0,155	0,014	0,011	0,088	0,001
ER	-	(1)	(2)	-	(3)
R ²	-	0,53	0,57	-	0,36
cv(%)	7,69	6,12	15,81	6,10	5,93

(1) $Y = 698,98 - 11,32x + 0,29x^2$; (2) $Y = 289,65 - 2,50x$; (3) $Y = 52,36 - 2,17x + 0,07x^2$; P value: Significância da análise de variância ou da equação de regressão; ER: Equação de regressão; R²: Coeficiente de determinação; CV: Coeficiente de variação; FDA: Fibra em detergente ácido; FDN: Fibra em detergente neutro; HEM: Hemicelulose; CEL: Celulose e LIG: Lignina.

Os teores de lignina ajustaram-se no modelo de regressão quadrática de forma que ocorreu a diminuição até o 15º dia, atingindo o valor mínimo de 104,31 g/kg de MS. Esse valor superior as 68,0 g/kg de MS foi superior ao encontrado na alinase da silagem de sorgo-sudão realizado Viana et al., (2012).

CONCLUSÕES

A silagem é um importante método de armazenamento de alimento para ser utilizada em períodos de escassez forrageira. O híbrido de sorgo Dominator não teve grandes alterações nos parâmetro bromatológicos de sua silagem ao longo de 28 dias após ensilado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Atlântica Sementes pela parceria para a realização do estudo e ao Grupo de Ensino

pesquisa, e extensão em bovinos de leite GEPEBOL.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MORAIS, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos – teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.

COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.P.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.127-133, 2016.

FILHO, O.R.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E.R.; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S.; Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciencia Brasil Animal** Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006

MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUSA, B.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica in Situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.222-228, 2003

Moraes, S. D. D., Jobim, C. C., Silva, M. S. D., & Marquardt, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; FILHO, S.C.V.; CARVALHO, I.P.C; MARTINS, J.M.; Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade e desempenho produtivo **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2434-2442, 2006

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p, 2009.

Souza, L. C. D., Zambom, M. A., Pozza, M. S. D. S., Neres, M. A., Radis, A. C., Borsatti, L., ... & Gundt, S. Development of microorganisms during storage of wet brewery waste under aerobic and anaerobic conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 188-193, 2012

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.143-149, 2016.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

VAN SOEST P.J.; Nutritional ecology of the ruminant. 2ed. Ithaca: cornel University Press. 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v.74, p. 3583–3597, 1991.

VIANA, T.P.; PIRES, A.J.V; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; FILHO, C.S.N.; CARVALHO, A.O.; Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.292-297, 2012

Avaliação de Cultivares de Sorgo Sacarino em Ambientes de Cerrado e de Mata Alterada do Estado de Roraima

Everton Diel Souza⁽¹⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾; Antonia Raniely de Almeida Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; Embrapa Roraima; Boa Vista, RR; everton.souza@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; rafael.parrella@embrapa.br; ⁽³⁾ Mestranda em Agroecologia UERR/Embrapa/IFRR; Boa Vista, RR; antoniaraniely@hotmail.com

RESUMO: O sorgo sacarino ou energético é uma planta semelhante ao milho e à cana-de-açúcar, mostrando vantagens como o ciclo curto e o bom rendimento de colmos ricos em açúcares. O objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados dos ensaios de cultivares de sorgo sacarino avaliados nos ambientes de cerrado e de mata alterada do estado de Roraima, no ano de 2015. Os ensaios foram instalados nos Campos Experimentais Serra da Prata (CESP) e Água Boa (CEAB) da Embrapa Roraima, utilizando-se 25 cultivares de sorgo sacarino oriundas do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, no espaçamento de 0,70 m entre linhas e quatro fileiras com 5 metros de comprimento, totalizando 7,0 metros quadrados na área útil da parcela. As cultivares mais altas no CESP foram a CV 568 com 2,55 m e a CV 198 com 2,51 m enquanto no CEAB, as mais altas foram as cultivares V82392 (2,56 m) e CV (2,53 m). No CESP, a cultivar com maior peso de massa verde total foi a CMSXS5007 (40,0 t ha⁻¹), enquanto no CEAB foi obtido pela cultivar BRS 506 (32,0 t ha⁻¹). O maior teor de sólidos totais (SST) no CESP foi encontrado na cultivar CMSXS646 (24,1°Brix), enquanto no CEAB a cultivar que apresentou o maior teor de SST foi a CMSXS5009 (23,6°Brix). Concluiu-se que as cultivares CMSXS5007, CMSXS630, CV 568, BRS 506, CMSXS647, CMSXS646, CMSXS5008, BRS 506-2, BRS 511 e CMSXS5009 apresentam potencial para cultivo em Roraima.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, bioetanol, biomassa.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) cresce em importância, por ser utilizado como alimento humano em países da África, Sul da Ásia e América Central e componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul, e, também por ser o quinto cereal em termos de produção, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada. Além dos grãos do sorgo serem úteis na produção de farinha para panificação, amido industrial, álcool, a planta serve também como forragem ou cobertura de solo (Rodrigues & Santos, 2007).

A cultura do sorgo avançou bastante no Brasil, a partir dos anos 70. Devido à política econômica, a área plantada tem mostrado alternâncias durante essa época, e a comercialização, sua principal limitação. A cultura apresentou grande expansão (20% ao ano, a partir de 1995), principalmente, nos plantios de sucessão a culturas de verão, destacando-se os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e região do Triângulo Mineiro, reunindo cerca de 85% do sorgo granífero cultivado no país (Rodrigues & Santos, 2007).

Em Roraima, o cultivo do sorgo ainda é incipiente, não fazendo parte das estatísticas sobre a cultura no Estado. Ocasionalmente surgem pequenas áreas de produção, no entanto, o potencial da cultura é indiscutível. Por causa da sua maior rusticidade em relação ao milho, o sorgo pode ser plantado em rotação com a soja ou o feijão caupi e produzir grãos ou silagem para a alimentação animal, sendo que os grãos podem substituir em parte o milho utilizado nas rações, reduzindo o custo destas (Vilarinho et al., 2007).

Existe outro tipo de sorgo que é o sorgo sacarino, também chamado de sorgo energético, que por ser uma planta semelhante ao milho e à

cana-de-açúcar, mostra várias vantagens como o ciclo curto e o bom rendimento de colmos ricos em açúcares caracterizando-se por apresentar grande potencial energético (Teixeira et al., 1999).

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos ensaios de cultivares de sorgo sacarino avaliados nos ambientes de cerrado e de mata alterada de Roraima, no ano de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro ensaio foi instalado no dia 10 de junho de 2015 no Campo Experimental Serra da Prata (CESP), área de mata alterada, no município de Mucajai e o segundo, no dia 17 de junho de 2015 no Campo Experimental Água Boa (CEAB), área de cerrado, no município de Boa Vista, ambos da Embrapa Roraima, utilizando-se 25 cultivares de sorgo sacarino oriundas do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. O plantio foi realizado no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições, em parcelas com área útil de 90 plantas, no espaçamento de 0,70 m entre linhas e quatro fileiras com cinco metros de comprimento, totalizando 7,0 metros quadrados. O desbaste foi realizado 14 dias após a emergência, deixando-se nove plantas por metro linear ou 45 plantas para cada fileira de 5 m. A adubação constou da aplicação no plantio de 300 kg/ha de NPK (08-28-16) e 50 kg/ha de FTE BR-12. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias do plantio com 66,7 kg/ha de ureia.

A colheita dos colmos do sorgo sacarino foi realizada em 30 de setembro de 2015 (aos 105 dias) no CEAB e em 7 de outubro de 2015 (aos 119 dias) no CESP. Por ocasião da colheita foi realizada a medição da altura média das plantas (m) a partir de seis plantas representativas da parcela desde a superfície do solo ao ápice da planta. O peso da massa verde total (planta inteira sem panícula) foi obtido por pesagem de todas as plantas da área útil da parcela cortada a 10 cm da superfície do solo e convertido para hectare considerando a quantidade obtida na área de 7 metros quadrados. Para análise dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada a leitura refratométrica por meio de refratômetro portátil digital RTD-45, onde foram amostradas quatro plantas por parcela, sempre entre o quarto e o quinto internódio a partir da base.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **tabela 1** apresenta os dados médios de altura de plantas em metros, peso da massa verde total

em toneladas por hectare e teor de sólidos solúveis totais em graus brix.

As cultivares mais altas no CESP foram a CV 568 com 2,55 m e a CV 198 com 2,51 m enquanto no CEAB, as mais altas foram as cultivares V82392 (2,56 m) e CV (2,53 m). É importante salientar que geralmente, a altura das plantas está correlacionada com o peso de massa verde total obtida pela pesagem das plantas da área útil da parcela.

O maior peso de massa verde total no CESP foi obtido pela cultivar CMSXS5007 (40,0 t ha⁻¹), seguida pelas cultivares CMSXS630 (35,8 t ha⁻¹), CV 568 (33,3 t ha⁻¹), BRS 506 (33,1 t ha⁻¹), CMSXS647 (31,6 t ha⁻¹), CMSXS646 (31,3 t ha⁻¹) e CMSXS5008 (30,7 t ha⁻¹) que não diferiram estatisticamente entre si. No CEAB, a cultivar com maior peso de massa verde foi a BRS 506 (32,0 t ha⁻¹) seguida pelas cultivares CMSXS630 (29,2 t ha⁻¹), CMSXS646 (27,3 t ha⁻¹), CV 568 (26,9 t ha⁻¹), CMSXS5009 (26,5 t ha⁻¹), BRS 506-2 (26,2 t ha⁻¹) e CMSXS5007 (26,0 t ha⁻¹) e mais as cultivares BRS 509, BRS 511, CMSXS629, CMSXS5008, CMSXS643, CMSXS647 e CV 198 cujas produtividades variaram entre 25,7 e 24,9 t ha⁻¹, as quais não diferiram estatisticamente entre si e se posicionaram acima da média do experimento que foi de 24 t ha⁻¹. Esses resultados, em relação a cultivar BR 506, equiparam-se àqueles obtidos por Pereira Filho et al. (2013), destacando-se o rendimento do peso de massa verde desta cultivar obtido neste trabalho, que apesar de ter sido menor que aquele apresentado pelos autores, a manteve entre as mais produtivas nos dois ambientes de plantio.

O maior teor de sólidos totais no CESP foi encontrado nas cultivares CMSXS646 (24,1°Brix), CMSXS5009 (22,5°Brix), CMSXS643 (21,8°Brix) e CMSXS639 (21,6°Brix) as quais não diferiram entre si. No CEAB, as cultivares que apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis totais foram CMSXS5009 (23,6°Brix), CMSXS646 (23,2°Brix), CMSXS5010 (22,8°Brix), BRS 511 (22,5°Brix), CMSXS629 (22,5°Brix), CMSXS639 (22,5°Brix), CMSXS648 (21,8°Brix), BRS 506-2 (21,5°Brix), BRS 509 (21,5°Brix) e CMSXS644 (21,4°Brix) as quais não diferiram significativamente entre si. Conforme Prasad et al. (2007) citado por May et al. (2012), o estágio ideal de colheita é quando o caldo apresenta de 15,5 a 16,5 °Brix, sendo este grau importante para se obter um caldo com alta qualidade de fermentação e, assim, maximizar a produção de etanol por hectare. Estes resultados estão de acordo com os do presente trabalho.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que as cultivares CMSXS5007, CMSXS630, CV 568, BRS 506, CMSXS647, CMSXS646, CMSXS5008, BRS 506-2, BRS 511 e CMSXS5009 apresentam potencial para cultivo em Roraima.

REFERÊNCIAS

MAY, A.; CAMPANHA, A.F.S.; COELHO, M.A.O.; PARRELLA, R.A.C.; SCHAFFERT, R.E.; PEREIRA FILHO, I.A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.278-290, 2012.

PEREIRA FILHO, I.A.; PARRELLA, R.A.C.; MOREIRA, J.A.A.; MAY, A.; SOUZA, V.F.de; CRUZ, J.C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.dos (Ed.). **Sistema de produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. Versão eletrônica. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

TEIXEIRA, C.G.; JARDINE, J.G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M.H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1601-06, set. 1999.

VILARINHO, A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G. dos. **Recomendação da cultivar de sorgo granífero BRS 310 para cultivo no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 5p. (Comunicado Técnico, 13).

Tabela 1. Altura de plantas, peso da massa verde e teor de sólidos solúveis totais (SST) de cultivares de sorgo sacarino em área de mata alterada (CESP) e no cerrado (CEAB) de Roraima.

Cultivares	Campo Experimental Serra da Prata (CESP)			Campo Experimental Água Boa (CEAB)		
	Altura de Plantas (m)	Peso de Massa Verde (t ha ⁻¹)	Teor de SST (°Brix)	Altura de Plantas (m)	Peso de Massa Verde (t ha ⁻¹)	Teor de SST (°Brix)
CMSXS5007	2,30 a	40,0 a	19,9 b	2,10 a	26,0 a	20,8 b
CMSXS630	2,41 a	35,8 a	19,3 b	2,23 a	29,2 a	20,8 b
CV 568	2,55 a	33,3 a	17,6 c	2,53 a	26,9 a	20,0 b
BRS 506	2,03 b	33,1 a	20,6 b	2,28 a	32,0 a	20,5 b
CMSXS647	2,17 a	31,6 a	19,7 b	2,10 a	24,9 a	20,7 b
CMSXS646	2,37 a	31,3 a	24,1 a	2,11 a	27,3 a	23,2 a
CMSXS5008	2,46 a	30,7 a	18,3 c	2,47 a	25,2 a	20,0 b
BRS 506-2	2,17 a	29,3 b	19,4 b	2,11 a	26,2 a	21,5 a
BRS 511	2,32 a	29,1 b	20,5 b	2,28 a	25,7 a	22,5 a
CMSXS5009	2,33 a	28,3 b	22,5 a	2,25 a	26,5 a	23,6 a
CMSXS629	2,33 a	27,4 b	19,4 b	2,40 a	25,3 a	22,5 a
CMSXS643	2,15 a	26,3 b	21,8 a	2,42 a	25,2 a	21,1 b
CMSXS5010	2,00 b	26,1 b	19,5 b	1,90 a	22,8 b	22,8 a
CV 198	2,51 a	26,1 b	15,1 d	2,17 a	24,9 a	20,6 b
BRS509	2,25 a	26,0 b	20,7 b	2,37 a	25,7 a	21,5 a
CMSXS5006	1,75 b	25,1 b	16,2 d	1,97 a	22,8 b	18,5 b
CMSXS648	1,70 b	24,9 b	19,1 b	2,37 a	23,2 b	21,8 a
CMSXS639	1,80 b	23,3 b	21,6 a	2,27 a	22,0 b	22,5 a
Sugargraze	2,15 a	23,1 b	11,4 e	2,28 a	23,0 b	20,7 b
CMSXS5003	1,71 b	21,4 c	19,6 b	2,16 a	18,4 b	20,9 b
CMSXS644	2,49 a	21,2 c	19,2 b	2,19 a	17,5 b	21,4 a
V82391	1,95 b	19,3 c	6,7 f	2,16 a	20,7 b	20,5 b
CMSXS5004	1,72 b	14,2 d	8,8 e	1,94 a	19,6 b	18,2 b
V82393	2,06 b	13,4 d	10,3 e	2,24 a	20,3 b	19,2 b
V82392	1,58 b	5,3 e	9,3 e	2,56 a	19,8 b	19,7 b
Média	2,13	25,8	17,6	2,23	24,0	21,0
C.V. (%)	12,9	16,5	8,3	12,9	17,2	6,9

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem significativamente em nível de 5% pelo teste de Scott e Knott.

Avaliação de cultivares de sorgo sacarino na safra 2014/15 em Uberlândia, MG

Marlize Cristina Pinheiro Luiz⁽¹⁾; Thaís Ferreira Bicalho⁽²⁾; Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira⁽³⁾; Wesley Geraldo Martins⁽⁴⁾; Jéssica Siqueira Moraes⁽⁵⁾; Carlos Juliano Brant Albuquerque⁽⁶⁾

⁽¹⁾Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; marlize.pin@hotmail.com; ⁽²⁾Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾Estudante Agronomia; Centro Universitário do Triângulo; ⁽⁵⁾Estudante Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁶⁾Professor permanente da Pós- Graduação; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O sorgo é uma espécie alternativa para produção de biocombustível, dado que seus colmos apresentam elevado teor de açúcar. O objetivo desse trabalho foi avaliar as principais características agrônômicas de cultivares de sorgo sacarino no município de Uberlândia, MG durante a safra 2014/15. A pesquisa foi implantada e desenvolvida na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram avaliadas as características de altura de plantas, plantas acamadas e quebradas, produtividade de panículas e produtividade de matéria fresca e matéria seca de 25 cultivares. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. As cultivares CV 568 e CMSX648 são as mais promissoras para produção de etanol considerando todas as características avaliadas.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L. Moench, biocombustível, características agrônômicas

INTRODUÇÃO

A incerteza da oferta futura de recursos não renováveis tem acarretado o interesse do mundo por buscar novas fontes de energia. O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea, autógama e com alta eficiência de uso da água. Além disso, tem papel importante na alimentação animal por apresentar alta produtividade de matéria seca.

Dentre as espécies cultivadas, o sorgo vem demonstrando seu elevado potencial como cultura promissora à produção de etanol. A cultura do sorgo sacarino armazena em seus colmos altos teores de açúcares, semelhantes à cana de açúcar. Todavia,

as diferenças entre a cana e o sorgo são grandes, o sorgo é cultivado através de sementes, possui ciclo fenológico curto e elevado rendimento de massa fresca e grão (Jardim et al., 2015).

O sorgo sacarino pode ser plantado na entressafra da cana de açúcar como forma de complemento a produção de etanol, beneficiando a indústria sucroenergética. A colheita é mecanizada podendo usar os mesmos equipamentos da cana-de-açúcar, com algumas adaptações.

Segundo a Embrapa (2010), existem variedades que produzem 3.500 L ha⁻¹ de etanol e 2 a 5 t ha⁻¹ de grãos. Além disso, o subproduto originado dos grãos pode ser usado na alimentação animal e o bagaço como fonte de energia (cogeração) para as indústrias.

Neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar as principais características agrônômicas de cultivares de sorgo sacarino no município de Uberlândia, MG durante a safra 2014/15.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia, na área experimental Fazenda Capim Branco, altitude de 843 m e latitude 18° 54' 41" Sul, localizada no município de Uberlândia/Minas Gerais.

O clima do município, segundo a classificação de Köppen (1948), é caracterizado como tropical úmido com inverno seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março).

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico de textura argilosa que

apresentou as seguintes características químicas (**tabela 1**).

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental na camada de 20 cm.

Camada	pH	H ₂ O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
0-0,2	(1,2,5)		mgdm ⁻³									%		daq Kg ⁻¹
	5,8	4,9	91	0	1,9	0,9	3,1	3,03	3,03	6,03	45	0	2,5	

P, K – (HCl 0,05 mol⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol⁻¹) P disponível (extrator Mehlich); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol⁻¹); H+ Al= (Solução Tampão – SMPa pH7,5; SB= Soma de Bases; t=CTC efetiva; T=CTC a pH 7,0; V= Saturação por bases; m: Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

A adubação básica foi 08-28-16 kg ha⁻¹ respectivamente de N, P₂O₅ e K₂O aplicados em sulcos de plantios. A adubação de cobertura foi realizada por volta do trigésimo dia após a emergência das plântulas e a dose utilizada foi de 400 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20.

O controle fitossanitário constou de aplicação de inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretróide visando o controle de mosca do sorgo, pulgão verde e lagartas. Durante o transcorrer do desenvolvimento das plantas, procedeu-se capinas e pulverização com herbicida, Atrazina (4 L ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 25 cultivares de sorgo sacarino com três repetições. O plantio ocorreu no mês de novembro de 2014 e as avaliações das cultivares foram conduzidas na safra de 2014/2015.

As avaliações foram feitas na área útil de cada parcela e os caracteres agrônômicos analisadas foram: florescimento em dias, referente ao número de dias do plantio até a emissão de pólen de 50% das plantas; altura da planta em metros, foi obtida através da média de quatro plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo a inserção da panícula; acamamento em porcentagem, referente as plantas que formam uma angulação menor que 20° ao nível do solo e plantas quebradas; produtividade da matéria verde determinado através da pesagem de todas as plantas de cada parcela colhida na maturidade fisiológica do grão e posterior transformação para t ha⁻¹; produtividade da matéria seca foi estimada por meio do peso verde das parcelas multiplicado pela porcentagem de matéria seca de uma amostra colhida na parcela, em seguida, o peso médio foi transformado em t ha⁻¹. Os dados de produtividade de panículas foram obtidos por meio da pesagem das panículas colhidas na área útil da parcela e da posterior transformação para t ha⁻¹.

Para as análises estatísticas, foram realizados análise de variância e posteriormente as médias

foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. As plantas acamadas e quebradas foram submetidas a teste de normalidade (distribuição normal de Poisson) e posterior transformação de dados [$\sqrt{x+1}$]. Todas as análises foram feitas usando o programa estatístico GENES (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 2** se encontra o resumo das análises de variância para as variáveis: florescimento, altura da planta, acamamento, peso da matéria verde, matéria seca, peso da panícula. Verificou-se que todas as variáveis estudadas apresentaram significância, 1% de probabilidade.

O coeficiente de variação experimental (CV) obteve valores compreendidos entre 3,98 e 56,3%. Albuquerque et al. (2010) estudando cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos obteve coeficiente de variação para florescimento e matéria verde semelhantes aos apresentados nesse trabalho. Para característica produtividade de matéria seca, Chielle et al. (2013) encontrou 33,4% de CV e para plantas acamadas e quebradas Silva et al. (2014) demonstrou um CV de 167,9%.

A variável dias para o florescimento obteve média de 89 dias. O grupo de plantas mais precoces emitiram a panícula, em média, aos 86,84 dias e o grupo tardio aos 105,33 dias. A variação do ciclo está correlacionada às questões edafoclimáticas da região, além do genótipo da planta.

A produtividade de matéria verde e matéria seca apresentaram médias gerais de 44,76 e 10,61 t ha⁻¹ respectivamente. Em uma pesquisa conduzida por Giacomini et al. (2013) avaliando 25 cultivares de sorgo sacarino no estado do Tocantins, foi encontrado valor semelhante para produtividade de matéria seca. A produção de etanol está relacionada com a produção de matéria fresca e conseqüente teor de sólidos solúveis totais presente no caldo. Além da CMSXS5008, outras cultivares (CV 568 e CMSX648) alcançaram relevância nessa característica, podendo apresentar elevado teor de açúcar conforme mostrado na **tabela 3**.

Os resultados observados para altura das plantas e acamamento indicaram que a altura final da BRS 508, CMSXS647, CMSXS5010 e CMSXS5004 foram diferenciados das outras plantas avaliadas. O menor acamamento do grupo associado à maior altura demonstra potencial para produção do biocombustível.

As cultivares CMSXS5008, CMSXS5009, Sugargraze, V82392 e V82393 apresentaram alta porcentagem de acamamento. Além do efeito do genótipo, o vento aumenta a possibilidade de acamamento. A perda ocorre no processo de colheita, onde os colmos são danificados (Pereira

Filho, 2013). Em função disso, perdas na produtividade é um risco que o agricultor deve evitar por meio do uso de cultivares resistentes ao acamamento.

A cultivar CMSXS5008 destacou-se na avaliação dos caracteres altura da planta, peso da matéria verde e peso da matéria seca. Entretanto, seu elevado índice de acamamento, limita a sua indicação.

As cultivares V82392 e V82393 atingiram maior produtividade de panículas (2,07 e 2,57 t ha⁻¹). Estes valores encontram-se dentro da faixa de produção do sorgo sacarino sugerido por muitas pesquisas. A exemplo disso, Parrella et al. (2013) avaliando cultivares de sorgo sacarino em Sete Lagoas, Minas Gerais, observou produtividade média de 2,5 t ha⁻¹.

CONCLUSÕES

As cultivares CV 568 e CMSX648 são as mais promissoras para produção de etanol, considerando todas as características avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JÚNIOR, W. B.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de minas gerais. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p- 2219-2214. CD-Rom.

CHIELLE, Z. G.; GOMES, J. F.; ZUCHI, J.; GABE, N. L.; RODRIGUES, L. R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 260-269, 2013.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013

EMBRAPA. Sorgo sacarino a "safrinha" da cana-de-açúcar. 2010. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/3602>

>. Acesso em: 21 de junho de 2016.

GIACOMINI, I.; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso Potencial de Sorgo Sacarino para a Produção de Etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, vol. 5, n. 3, p. 73-81, 2013.

JARDIM, C. A.; PEREIRA, S. A. P.; PEREIRA, J. G. B.; FRANCO, C. F.; MINGOTTE F. L. C. Adução nitrogenada na produção de sorgo sacarino BRS 506 para alimentação animal. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, Jaboticabal, v. 7, p. 37-42, 2015. Suplemento.

PARRELA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELA, R. A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F.; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; NETO, A. H.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra1. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 697-705, 2014.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estudo de los climas de latierra. México:Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

Tabela 2: Resumo da análise de variância dos caracteres agrônômicos florescimento (FLOR), altura da planta (ALTP), acamamento (ACAM), peso da matéria verde (PMV), matéria seca (PMS), peso da panícula (PP) em Uberlândia/ MG na safra de 2014/2015.

FV	GL	QM					
		FLOR (dias)	ALTP (m)	ACAM (%)	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)	PP (t ha ⁻¹)
BLOCOS	2	0,64	0,0826	9,4304	92,8512	74,4011	0,8851
TRAT	24	118,1022**	0,2823**	10,2179**	445,5147**	31,9627**	0,6652**
RESÍDUO	48	12,6539	0,0435	4,483	57,4489	5,2498	0,0938
TOTAL	74	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	-	3,18	14,01	3,76	44,76	10,61	1,04
CV (%)	-	3,98	6,56	56,3	16,93	21,6	29,4

ns: não significativo; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 3: Agrupamento das médias dos híbridos de sorgo sacarino pelo método de Scott & Knott, 5% de probabilidade, estimado a partir das características agrônômicas florescimento (FLOR), altura da planta (ALTP), acamamento (ACAM), peso da matéria verde (PMV), matéria seca (PMS), peso da panícula (PP).

Híbrido	FLOR (dias)	ALTP (m)	ACAM (%)	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)	PP (t ha ⁻¹)
CMSXS5008	108 ^a	3,65 ^a	52,00 ^a	72,95 ^a	15,78 ^a	0,90 ^c
BRS 508	102,66 ^a	2,90 ^b	4,33 ^b	43,14 ^d	8,56 ^b	0,83 ^c
BRS 511	98,00 ^b	3,40 ^a	15,33 ^b	48,66 ^c	11,89 ^a	0,89 ^c
CMSXS643	95,33 ^b	3,30 ^a	7,33 ^b	46,09 ^c	9,64 ^b	0,89 ^c
CMSXS630	92,00 ^c	3,33 ^a	16,00 ^b	52,85 ^c	12,37 ^a	0,56 ^c
BRS 506	91,66 ^c	3,30 ^a	6,33 ^b	52,09 ^c	12,13 ^a	0,61 ^c
CMSXS5007	90,33 ^c	3,13 ^a	6,66 ^b	52,57 ^c	12,58 ^a	1,05 ^c
CMSXS639	90,00 ^c	2,96 ^b	0,33 ^b	38,85 ^d	10,23 ^b	0,89 ^c
CV 568	89,66 ^c	3,46 ^a	1,00 ^b	60,05 ^b	16,15 ^a	1,61 ^b
BRS 509	89,33 ^c	3,26 ^a	2,33 ^b	52,86 ^c	12,49 ^a	0,69 ^c
CMSXS5009	88,66 ^c	3,30 ^a	23,00 ^a	42,28 ^d	11,24 ^a	0,61 ^c
V82391	88,33 ^c	3,30 ^a	29,00 ^b	36,67 ^d	7,76 ^b	0,96 ^c
Sugargraze	88,33 ^c	3,23 ^a	28,00 ^a	48,00 ^c	11,50 ^a	1,16 ^c
CV 198	87,33 ^c	3,36 ^a	15,66 ^b	55,52 ^c	15,52 ^a	1,45
CMSXS629	86,66 ^c	3,10 ^a	0,66 ^b	36,19 ^d	8,22 ^b	0,70 ^c
CMSXS648	86,33 ^c	3,21 ^a	10,00 ^b	59,81 ^b	13,93 ^a	0,90 ^c
CMSXS647	86,33 ^c	3,00 ^b	1,66 ^b	53,23 ^c	12,35 ^a	1,07 ^c
CMSXS646	86,33 ^c	3,40 ^a	1,33 ^b	53,33 ^c	13,69 ^a	0,67 ^c
V82392	85,66 ^c	3,20 ^a	46,67 ^a	36,38 ^d	7,53 ^b	2,06 ^a
CMSXS644	85,66 ^c	3,63 ^a	2,33 ^b	33,05 ^d	9,69 ^b	1,08 ^c
CMSXS5010	85,33 ^c	2,90 ^b	11,00 ^b	37,33 ^d	9,65 ^b	0,70 ^c
CMSXS5006	85,00 ^c	2,53 ^c	19,33 ^b	27,04 ^e	5,04 ^c	1,39 ^b
V82393	84,66 ^c	3,33 ^a	41,00 ^a	30,76 ^e	6,34 ^c	2,56 ^a
CMSXS5003	81,00 ^c	2,36 ^c	1,66 ^b	27,14 ^e	6,06 ^c	0,96 ^c

CMSXS5004	79,33 ^c	2,80 ^b	7,33 ^b	22,19 ^e	4,73 ^c	0,81 ^c
-----------	--------------------	-------------------	-------------------	--------------------	-------------------	-------------------

médias seguidas da mesma letra pertencem ao mesmo agrupamento.

Avaliação de Híbridos Experimentais de Sorgo Granífero

Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira⁽¹⁾; Thaís Ferreira Bicalho⁽²⁾; Marlize Cristina Pinheiro Luiz⁽³⁾; Weslei Geraldo Martins⁽⁴⁾; Carlos Juliano Brant Albuquerque⁽⁵⁾; Cícero Beserra de Menezes⁽⁶⁾

⁽¹⁾Doutorando; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; moisesericsson@gmail.com; ⁽²⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; ⁽³⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Estudante Agronomia; Centro Universitário do Triângulo; ⁽⁵⁾ Professor da Pós-Graduação – Produção Vegetal; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁶⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo é uma gramínea de origem africana e asiática, introduzida no Brasil no início do século XX, e que vem sendo utilizada tanto para produção de grãos como para produção de forragem. É uma gramínea de elevado potencial de produção, principalmente em regiões sujeitas a estresse hídrico. O objetivo desse trabalho foi avaliar principais características de interesse agrônomo em cultivares de sorgo no município de Uberlândia, MG. O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2014/2015 na Fazenda experimental Capim Branco. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso (DBC), com duas repetições. Assim, 25 híbridos de sorgo (22 híbridos e 3 híbridos comerciais) foram avaliados sob condições de campo, através dos seguintes parâmetros: dias para o florescimento, altura da planta e produtividade de panícula, produtividade de grãos e doenças. Para as avaliações estatísticas foram utilizados os recursos computacionais do programa Genes e realizadas as análises de variância (teste F), e o teste de Scott & Knott para as comparações de médias. Não houve diferença significativa entre os híbridos para o florescimento. As variáveis, dias para florescimento e doenças não diferiram estatisticamente das testemunhas. Vários híbridos se mostraram promissores com destaque para os híbridos 1167017 e 1167093 que obtiveram alta produtividade das panículas e produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$), não diferindo estatisticamente das testemunhas comerciais.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L. Moench, Desempenho, Características morfológicas.

O cultivo de duas safras em um mesmo ano agrícola é de grande vantagem para o agronegócio brasileiro, este segundo cultivo é chamado de segunda safra ou safrinha. Porém, neste período de plantio ocorre insuficiência hídrica para várias culturas. Com isso torna-se necessário o estudo para o uso de espécies de mais adaptadas ao estresse hídrico, e o sorgo é um dos poucos cereais resistentes a essa condição.

Introduzido no Brasil no início do século XX, o sorgo é utilizado pra produção de grãos e silagem (Santos, 2003). É uma planta C4 com altas taxas fotossintéticas. Tem alto potencial de produção, tolera déficit de água e excesso de umidade no solo. Requer temperaturas acima de 21° Celsius para o seu bom desenvolvimento (Magalhães et al., 2003).

O estresse hídrico interfere em todas as etapas de crescimento do sorgo, desde a germinação, devido à necessidade de água para a quebra do amido em glicose gerando ATP para iniciar a germinação, até as fases finais do enchimento de grãos. Contudo, a fase mais prejudicada pelo estresse hídrico é a reprodutiva, pois várias sementes deixam de ser formadas, por causa do baixo desenvolvimento das panículas ou por abortamento (Lima, 2011).

Busca-se atualmente o desenvolvimento de híbridos com um bom equilíbrio entre colmo, folhas e panícula, associando bom valor nutritivo e boa produtividade de grãos. Porém, considerando a importância do sorgo, se observa poucos estudos relacionados na literatura, tanto no manejo como na avaliação de genótipos promissores (Almeida Filho, 2012).

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar qualitativamente características agrônomicas de híbridos experimentais de sorgo em condições de estresse hídrico em Uberlândia, MG.

INTRODUÇÃO

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, com altitude de 843 m e latitude 18° 54' 41" Sul, situada no município de Uberlândia/Minas Gerais.

A região é caracterizada pelo tipo climático Aw, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), considerado tropical úmido com inverno seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março).

A área em que o experimento foi implantado é caracterizada como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico de textura argilosa. Na **tabela 1** estão os dados das características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0 - 20 cm.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional. Para a adubação de plantio foi utilizado 300 kg ha⁻¹ de fertilizante 04-30-10 (N-P-K) para o plantio e 400 kg ha⁻¹ de 20-00-20 (N-P-K) para adubação de cobertura.

Para o controle de doenças foi usado 4 L ha⁻¹ do herbicida atrazina. O manejo de lagartas foi realizado o uso de inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretróide.

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental (0-20cm)

Camada	pH	H ₂ O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
0-0,2	(1,2,5)		mgdm ³						cmol _d dm ³			%		daa Kg ⁻¹
	5,8	4,9	91	0	1,9	0,9	3,1	3,03	3,03	6,03	45	0	2,5	

P, K – (HCl 0,05 mol⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol⁻¹) P disponível (extrator Mehlich); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol⁻¹); H+ Al= (Solução Tampão – SMP a pH 7,5; SB= Soma de Bases; t= CTC efetiva; T=CTC a pH 7,0; V= Saturação por bases; m: Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de 5 m de comprimento (2 centrais úteis) e espaçamento no 0,5 m.

Avaliou-se 25 híbridos de sorgo (22 híbridos e 3 híbridos comerciais) Os híbridos comerciais utilizados como testemunhas foram (BRS330, DKB550, 1G244). As características analisadas foram o tempo decorrido, em dias, para o florescimento, altura total das plantas em metros e produtividade de panícula, produtividade de grãos e avaliação de doenças (antracnose), 0% de infestação - nota 0, 20% - nota 1, 40% - nota 2, 60%, nota – 3, 80% - nota 4 e 100% - nota 5.

Delineamento e análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2001). Realizou-se o teste F para análise de variância, e para o agrupamento das médias o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na **tabela 2**, houve diferença significativa (p<0,01 e p< 0,05) para as variáveis: altura, produtividade (t ha⁻¹) da panícula, e produtividade do grão (t ha⁻¹). Resultado semelhante foi encontrado por Filho, (2012) e Silva et al, (2009).

A variável dias para o florescimento não diferiu estatisticamente entre os híbridos avaliados. O período da germinação até o florescimento variou de 54-73 dias entre os híbridos avaliados. Quanto a severidade a antracnose os híbridos testados não diferiram estatisticamente entre si, sendo considerados tolerantes a essa doença. A falta de água devido o experimento conduzido em época de menores índices pluviométricos associado a características genéticas do sorgo são fatores benéficos para a baixa incidência de doenças.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) de Híbridos de Sorgo. Fazenda Capim Branco, Uberlândia-MG, 2015.

FV	GL	QM				
		Flor (dias)	Altura (m)	Panícula (t ha ⁻¹)	Grãos (t ha ⁻¹)	Doenças (1-5)
Blocos	2	20,25	0,03	0,46	0,13	0,57
Trat.	24	49,98 ^{ns}	0,06 ^{**}	0,49 ^{**}	0,15 ^{**}	0,76 ^{ns}
Resíduo	48	29,53	0,04	0,12	0,06	0,40
Total	74	-	-	-	-	-
Média	-	63,62	1,44	2,16	1,29	2,98
CV (%)	-	8,54	4,8	16,59	19,52	21,35

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

Segundo classificação proposta sobre os coeficientes de variação por Pimentel-Gomes, (2009), a qualidade experimental foi satisfatória, sendo classificados como baixo e aceitável em todas as variáveis avaliadas (CV<35%). Tardin et al, (2013), afirma que para as variáveis: peso da panícula, peso de grão e doenças, o valor de maior magnitude encontrado para o coeficiente de variação se deve em virtude dessas características

serem bastante influenciadas pelo ambiente.

Uma das características importantes na escolha de cultivares de Sorgo granífero é o porte das plantas. A **figura 1** mostra três híbridos experimentais (1169054, 1167053 e 843009) que diferiram estatisticamente das testemunhas quanto à altura com médias superiores a 1,66 metros e seis híbridos (1167093, 1167017, 1105661, 1236020, 1167092 e 1236043) que não diferiram estatisticamente em altura das testemunhas (BRS330, DKB550, 1G244) variando de 1,15 a 1,35 metros. Segundo Silva et al, (2009) cultivares com menor altura apresentam maior resistência de colmo e menor suscetibilidade ao acamamento ou quebra das plantas. Alguns híbridos tiveram ótima relação altura x produtividade. Um exemplo é o híbrido 1167017 que mediu 1,33m e teve produtividade comparada as testemunhas avaliadas (**Figura 2**).

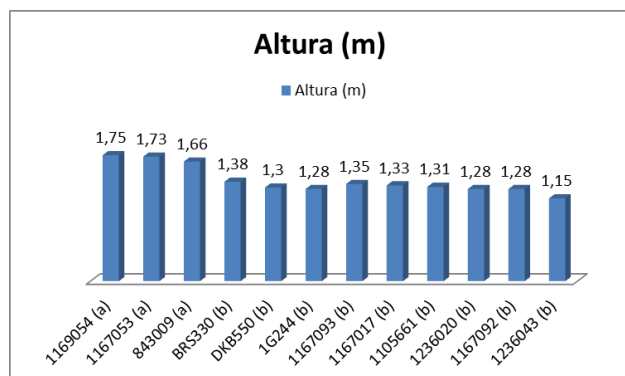


Figura 1. Resumo do teste de médias para altura de plantas entre Híbridos de Sorgo x Testemunhas. Fazenda Capim Branco, Uberlândia-MG, 2015.

Quanto à produtividade de grãos (Figura 2), alguns híbridos obtiveram alto rendimento (acima de 1,70 t ha⁻¹, são eles: (1167017 e 1167093), no total, onze híbridos não diferiram estatisticamente das testemunhas avaliadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al, (2009) e Filho, (2012). Os menores rendimentos observados entre os híbridos (1105653 e 1169054) são atribuídos à falta de água nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas e na maturação, que ocasionou a senescência precoce das folhas inferiores, causando prejuízos ao rendimento de grãos, como destacado por Magalhães et al. (2003).

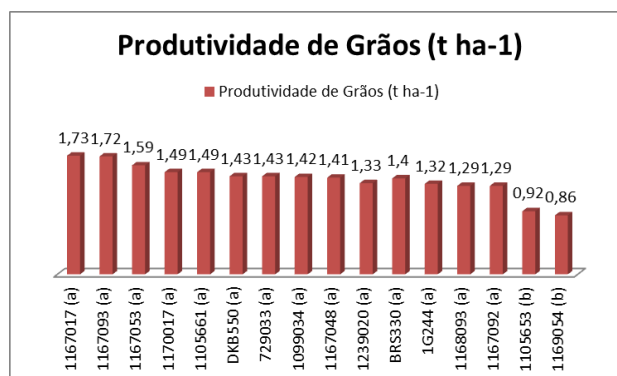


Figura 2. Resumo do teste de média para produtividade de grãos (t ha⁻¹) entre híbridos experimentais de Sorgo e testemunhas avaliadas. Fazenda Capim Branco, Uberlândia-MG, 2015.

Quanto a produtividade da panícula (t ha⁻¹), (Figura 3) sete híbridos não diferiram estatisticamente das testemunhas, com destaque para o híbrido 1167017 a qual obteve valores comparados a duas testemunhas avaliadas (BRS330, DKB550), obtendo excelentes resultados tanto em altura, produtividade da panícula e produtividade de grãos. A falta de água interferiu para o baixo valor encontrado em alguns híbridos e testemunha como nos casos do híbrido 1099044 e testemunha 1G244, que devido à escassez de água não se mostraram tolerantes ao estresse hídrico do ambiente em análise.

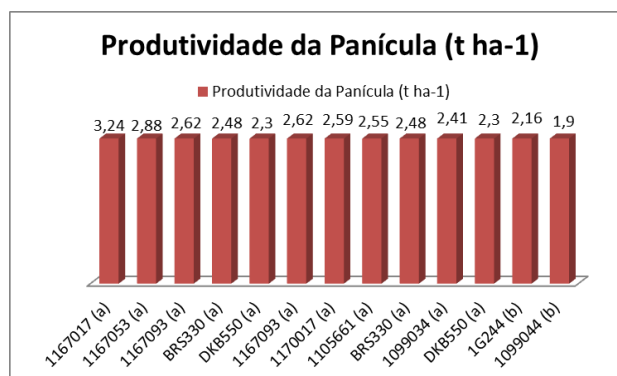


Figura 3. Resumo do teste de médias para Produtividade da Panícula (t ha⁻¹) entre Híbridos de Sorgo x Testemunhas. Fazenda Capim Branco, Uberlândia-MG, 2015.

CONCLUSÕES

A quantidade de dias para o florescimento de todos os híbridos está dentro do aceitável.

A altura foi um fator limitante para algumas cultivares (1169054 e 1167053) pois obtiveram altura

acima de 1,70 metros, fato esse que pode limitar a colheita mecanizada.

Para a produtividade da panícula e produtividade de grãos, os híbridos 1167017 e 1167093 são as que mais se destacaram.

Os resultados mostram que existem híbridos pré-comerciais promissores, sendo necessária maior quantidade de avaliações para firmar a adaptabilidade destes híbridos em diversas regiões do Brasil.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo. Campo dos Goyatacazes, RJ, v. 12, n.2, p. 102-117, 2013.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o CNPq, FAPEMIG e CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, J. E. A. **Avaliação Agronômica e de Estabilidade e Adaptabilidade de Híbridos de Sorgo.** Tese de Mestrado. Campo dos Goyatacazes – RJ, p.82, 2012.

EMBRAPA - Embrapa Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. Publications In: Climatology. Laboratory of Climatology, p.104, New Gersey.

LIMA, N. R. C. B.; SANTOS, P. M.; MENDONÇA, F. C.; ARAÚJO, L. C. Critical periods of sorghum and palisadegrass in intercropped cultivation for climatic risk zoning. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, MG, v. 40, p. 1452-1457, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. Fisiologia da Planta de Sorgo. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, 4p. (EMBRAPA/ CNPMS, Comunicado Técnico, 86), 2003.

SANTOS, F. G. Cultivares de Sorgo. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS (EMBRAPA/ CNPMS, Comunicado Técnico, 77) p.3, 2003.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; Silva, L. H. C. P.; MORAES, E. B.; PIRES, R.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação de cultivares de Sorgo granífero na safrinha no sudoeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 39, n. 2, p. 168-174, abr./jun. 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. Ed. Piracicaba: FEALQ, p.451. 2009.

TARDIN, F. D.; FILHO, J.E.A.; OLIVEIRA, C.M.; LEITE, C.E.P. Avaliação Agronômica de Híbridos de Sorgo Granífero Cultivados sob Irrigação e Estresse Hídrico.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Avaliação do Brix e Perfil de Açúcares em Diferentes Genótipos de Sorgo Sacarino.

Maria Lúcia Ferreira Simeone⁽¹⁾; Letícia Fernandes Dias Coelho⁽²⁾; Edislane de Araújo Souza⁽³⁾; Michelle Cristina Bastos Leal⁽⁴⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG; Sete Lagoas/MG; marialucia.simeone@embrapa.br; ⁽²⁾ Estagiária Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas/MG; leticiadidas.epg@gmail.com; ⁽³⁾ Bolsista PIBIC/CNPq – Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas/MG; ⁽⁴⁾ Técnica; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas/MG; michelle.bastos@embrapa.br ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas/MG; rafael.parrella@embrapa.br

RESUMO: O sorgo sacarino possui alta produtividade de biomassa e também apresenta colmos suculentos ricos em açúcares fermentáveis. Este trabalho teve como objetivo analisar a relação do Brix com os açúcares presentes no caldo de sorgo sacarino. O experimento foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo, no município Sete Lagoas – MG com condições de campo convencionais, durante as safras de 2014/2015 e 2015/2016. O teor de Brix variou entre 6,6 e 22,7 % e a análise do perfil de açúcares no caldo de sorgo sacarino por CLAE apresentou a sacarose como principal açúcar presente seguido pela glicose e frutose, respectivamente. O teor de açúcares totais nas amostras avaliadas variou de 41,9 a 194,3 mg mL⁻¹, sendo que o Brix está fortemente correlacionado ao teor de sacarose e açúcares totais presentes no caldo de sorgo sacarino. Em média, a sacarose representa 83% do total de açúcares presentes nos genótipos avaliados com Brix acima de 14.

O trabalho reforça que parâmetro analisado Brix fornece subsídios para a seleção de genótipos de sorgo sacarino com alto teor de açúcar no caldo podendo facilitar seleção de genótipos com maior acúmulo de açúcares.

Termos de indexação: Biocombustíveis, Sacarose, Glicose, Frutose.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea com alta produtividade de biomassa e que apresenta colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis. É uma cultura adaptada a vários ambientes, possui um ciclo curto, de aproximadamente quatro meses e é totalmente mecanizável, do plantio à colheita. Por isso, é uma

alternativa às culturas bioenergéticas, o que a torna uma cultura estratégica para o setor sucroalcooleiro, ou de produtos químicos de base renovável.

Uma das medidas para avaliar a qualidade do caldo de sorgo sacarino consiste em determinar o teor de sólidos solúveis (Brix). Entretanto, o Brix é uma medida indireta que relaciona o teor de sólidos solúveis dissolvidos em água baseando-se nas mudanças de índice de refração da solução. É uma medida amplamente utilizada na qualificação tecnológica do caldo de cana (Consecana, 2006), não especificando qual açúcar está presente.

O objetivo deste trabalho foi analisar a relação do Brix com perfil dos açúcares presentes no caldo de sorgo sacarino visando fornecer uma base teórica para o Programa de Melhoramento Genético de Sorgo na seleção de materiais com características superiores para a produção de açúcares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas – MG em condições de campo, no ano agrícola de 2014/2015 e 2015/2016 empregando-se 20 diferentes cultivares experimentais de sorgo sacarino do Programa de Melhoramento.

Para condução do experimento de campo foram mantidas práticas culturais convencionais, de acordo com May et al. (2014).

O caldo de sorgo foi obtido a partir de 3 colmos de cada genótipo em diferentes níveis de maturação. Os cultivares tiveram a panícula retirada e foram triturados em picador de forragem (IRBI, Araçatuba-SP, Brasil). Desse material triturado, 500

g foram levados à prensa hidráulica (Hidraseme, Ribeirão Preto-SP, Brasil) por 1 minuto com pressão mínima e constante de 250 kgf.cm². Do caldo extraído de cada amostra, retirou-se uma alíquota para a leitura do Brix em refratômetro digital (Atago, EUA) e 50 mL, foram armazenadas em frasco de polietileno e congeladas a -4°C para posterior análise, totalizando 147 amostras. Para a realização da análise do perfil de açúcares as amostras de caldo de sorgo foram descongeladas à temperatura ambiente, sendo 3 mL de cada amostra diluídos 15 vezes com água deionizada. Em seguida, as amostras foram agitadas a 45 rpm por 15 minutos e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos. Na sequência as amostras foram filtradas em cartuchos C18, previamente condicionados com 2 mL de acetonitrila 99,8 % (v/v) e 2 mL de água deionizada. Após a realização desse processo, 2 mL da solução diluída foram filtrados em membranas PTFE de 0,45 µm e analisados em um cromatógrafo líquido de alta eficiência – CLAE (Waters 2695 Alliance, Milford MA, USA) utilizando uma coluna Phenomenex (RCM-Ca). A fase móvel utilizada foi água ultrapura com fluxo 0,6 mL/min e temperatura da coluna igual a 65 °C. O detector utilizado foi índice de refração (Milford MA, USA) a 40 °C. Para a construção da curva analítica foram utilizados reagentes (sacarose, glicose e frutose) da marca Sigma com grau de pureza de 99,5% (m/m). A detecção dos açúcares sacarose, glicose e frutose nas amostras de caldo de sorgo foram realizadas pela comparação com o tempo de retenção de cada padrão.

Análise estatística

Para avaliar a relação entre os diferentes parâmetros analisados neste trabalho utilizou-se a correlação Pearson. Os dados foram analisados utilizando o software STATISTICA 5.0 (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

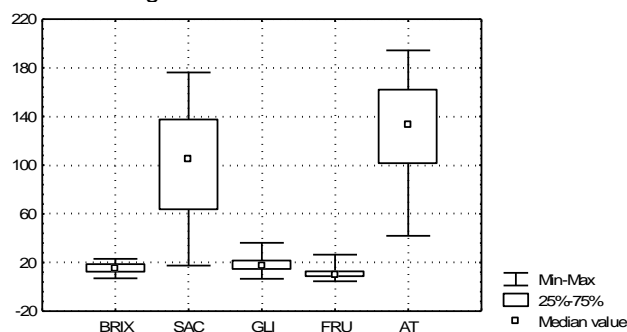
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para os genótipos de sorgo sacarino avaliados estão apresentados no Gráfico 1. Podemos observar que o teor de Brix variou entre 6,6 e 22,7 %. Os caldos de sorgo sacarino avaliados por CLAE apresentaram um perfil de açúcares contendo principalmente sacarose, glicose e frutose, respectivamente, conforme o cromatograma da figura 1. O teor de açúcares totais nos genótipos avaliados variou de 41,9 a 194,3 mg mL⁻¹.

Os coeficientes de correlação de Pearson (r) para os parâmetros Brix e perfil de açúcares encontram-se na tabela 2. Podemos observar que os teores de Brix estão fortemente correlacionados à concentração de sacarose (r=0,9526) e açúcares totais no caldo (r=0,9524).

Nos genótipos avaliados neste estudo a concentração de açúcares redutores (glicose + frutose) variou entre 1,12 e 6,2 %.

Gráfico 1 – Brix e perfil de açúcares analisados no caldo de sorgo sacarino.



SAC= sacarose, GLI= glicose, FRU= frutose, AT= açúcar total (mg mL⁻¹); BRIX (%)
N= 147 amostras

Tanto a glicose como a frutose apresentou correlação negativa com o parâmetro Brix. Entretanto, estes dois açúcares estão fortemente correlacionados (r = 0,9019).

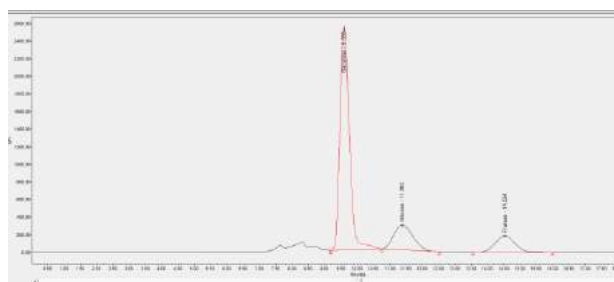


Figura 1. Perfil cromatográfico do caldo de sorgo sacarino.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação Pearson para os parâmetros analisados no caldo de sorgo sacarino.

	Brix	Frutose	Glicose	Sacarose
Brix	-			
Frutose	-0,5980	-		
Glicose	-0,3519	0,9119*	-	
Sacarose	0,9526*	-0,6919	-0,4685	-

Açúcares Totais 0,9541* -0,5437 -0,2897 0,9809*

CONCLUSÕES

Brix=%; Sacarose, glicose, frutose e açúcares totais= mg mL⁻¹.

$P < 0,05$.

De forma geral, à medida que o valor de Brix aumenta maior é a concentração relativa de sacarose no teor de açúcar total (gráficos 2 e 3). Os resultados mostram que a sacarose representa, em média, 83% do total de açúcares presentes nos genótipos avaliados com Brix acima de 14.

Gráfico 2 – Brix e Açúcar Total (AT) (mg mL⁻¹) analisados em 147 amostras de caldo de sorgo sacarino.

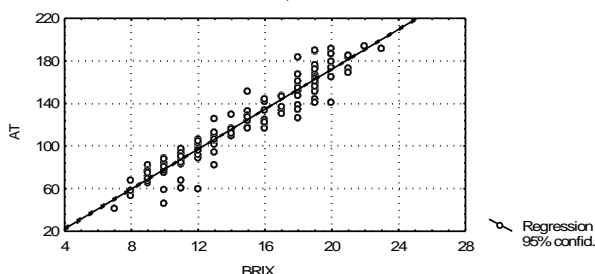
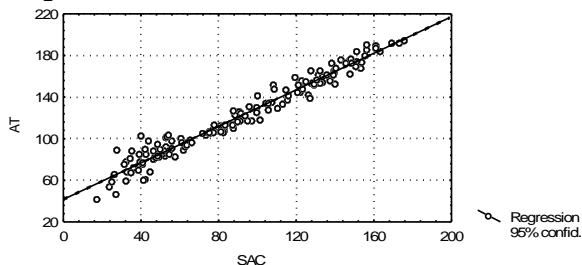


Gráfico 3 – Sacarose (SAC) e Açúcar Total (AT) (mg mL⁻¹) analisados em 147 amostras de caldo de sorgo sacarino.



Em trabalhos similares com sorgo sacarino Shiringani et al. (2011) e Kawahigashi et al. (2013) encontraram também uma correlação positiva entre Brix e sacarose ($r = 0,606$), ($r = 0,894$) e sacarose e açúcares totais ($r = 0,988$), ($r = 0,900$), respectivamente.

Esses resultados reforçam que a análise do parâmetro Brix fornece subsídios para a seleção de genótipos de sorgo sacarino com alta concentração de açúcares no caldo.

O parâmetro Brix está fortemente correlacionado ao teor de sacarose e açúcares totais nos genótipos de sorgo sacarino demonstrando que sua utilização no Programa de Melhoramento Genético é capaz de selecionar genótipos superiores para o maior acúmulo de açúcares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pela manutenção do equipamento de HPLC e à Embrapa pela bolsa de estágio e infraestrutura para a condução do trabalho.

REFERÊNCIAS

Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do estado de São Paulo-SP (CONSECANA-SP), Normas operacionais de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar. 5ª ed., Piracicaba, 2006. <http://www.orplana.com.br/manual_2006.pdf> Acesso em 5 agosto de 2014.

KAWAHIGASHI, H., KASUGA, S., OKUIZUMI, H., HIRADATE, S., YONEMARU, J. Evaluation of brix and sugar content in stem juice from sorghum varieties. **Grassland Science**, v. 59, n. 1, p.11-19, 2013.

MAY, A.; PARRELLA, R. A. DA C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 278, p. 14-20, 2014.

SHIRINGANI, A., FRISCH M., FRIEDT, W. Genetic mapping of QTLs for sugar-related traits in a RIL population of *Sorghum bicolor* L. Moench. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n.2, p. 323-336, 2011



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Avaliação preliminar e seleção indireta de híbridos de sorgo para grãos e forragem em Uberlândia-MG

Thaís Ferreira Bicalho⁽¹⁾; Marlize Cristina Pinheiro Luiz⁽²⁾; Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira⁽³⁾; Weslei Geraldo Martins⁽⁴⁾; Carlos Juliano Brant Albuquerque⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; thaisfbicalho@outlook.com; ⁽²⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; Centro Universitário do Triângulo; Professor permanente do Programa de Pós Graduação; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O sorgo granífero têm-se destacado como fonte de alimentação para os monogástricos, à medida que, possui teores satisfatórios de proteína e amido para alimentação animal e também ao baixo custo de produção da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar as principais características de interesse agrônomo, bem como produtividade de grãos para identificação de genótipos promissores em ensaio preliminar, nas condições edafoclimáticas de Uberlândia-MG. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, localizada no município de Uberlândia – MG, em que foram avaliados altura de plantas, florescimento, produtividade e nota de produtividade de grão e altura, para identificação de genótipos para grão ou para altura de plantas de 146 híbridos experimentais e 3 comerciais, em delineamento de blocos casualizados, com duas repetições. Os híbridos avaliados apresentam comportamentos diferentes para as variáveis altura de plantas, dias de florescimento, produtividade e nota de produtividade de grãos e altura. É possível reduzir o número de avaliações em experimentos iniciais de seleção de híbridos para grãos.

Termos de indexação: Genótipos promissores, Alimentação de monogástricos, Características agrônomicas.

INTRODUÇÃO

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench), pertence à família Poaceae, é uma planta autógama, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas, apresenta colmos eretos, em

média, a planta possui 165cm de altura, além de adaptabilidade a menores índices pluviométricos (morfoanatomia C4) ou condições de excesso de umidade no solo (Magalhães et al., 2003).

Os grãos, desse cereal, são utilizados na alimentação animal, como fonte alternativa ao milho, devido ao menor custo de produção da cultura e também por apresentarem teores satisfatórios de proteína e amido para nutrição dos monogástricos (Albuquerque et al., 2014).

Rossmann (2001), ratifica que estudos de parâmetros de estimativas fenotípicas e genéticas, tais como correlações existentes entre os caracteres, ganhos esperados de seleção, auxiliam na escolha do método mais adequado e na identificação do peso atribuído a cada característica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as principais características de interesse agrônomo, bem como produtividade de grãos para identificação de genótipos promissores para produtividade de grãos em ensaio preliminar, nas condições edafoclimáticas de Uberlândia-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, localizada no município de Uberlândia - MG (latitude 18° 53'19"S, longitude 48° 20'57"W, e 843 m de altitude), na safrinha, no ano agrícola 2014/15. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948), é o tipo tropical com estação seca (Aw). O solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, de textura argilosa.

Foram avaliados 146 híbridos experimentais e 3 comerciais (B8J035F, SS318 e 50A40), em

delineamento de blocos casualizados, com duas repetições. As parcelas foram constituídas de uma linha de 2 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A densidade de semeadura foi 140 mil plantas ha⁻¹.

O solo foi preparado de maneira convencional, e a adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo (Tabela 1), sendo que no plantio foi aplicado 300 kg ha⁻¹ de 04:30:10, e na adubação de cobertura, 400 kg ha⁻¹ de 20:00:20. O controle de plantas invasoras foi realizado com aplicação de 4L de Atrazina ha⁻¹ em pré-emergência para evitar competição. O manejo de lagartas foi realizado com inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretróide.

Tabela 1- Atributos químicos do solo, no perfil de 0-0,2 m, Uberlândia, 2014.

Camada (m)	pH (H ₂ O)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol dm ⁻³)	Mg (cmol dm ⁻³)	Al (cmol dm ⁻³)	H+Al (cmol dm ⁻³)	SB (cmol dm ⁻³)	t (cmol dm ⁻³)	T (cmol dm ⁻³)	V (%)	m (dag kg ⁻¹)	MO (dag kg ⁻¹)
0-0,2	5,8	4,9	91	1,9	0,9	0	3,10	3,03	3,03	6,13	45	0	2,5

P, K = (KCL 0,05 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al (Solução tampão - SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; t = CTC efetiva, T = CTC a pH 7,0; V = S

As características avaliadas foram: altura de plantas, florescimento, produtividade e nota de produtividade de grãos para identificação de genótipos para grão e para altura.

A altura média das plantas foi determinada na parcela útil, com o auxílio de uma régua graduada, na época da colheita, tendo como referência a distância da superfície do solo ao ápice da panícula.

A época de florescimento dos híbridos consistiu no número de dias decorridos do plantio, no qual 50% das plantas da parcela encontram-se nesse estágio fenológico.

A produtividade foi obtida mediante a relação da produção na área útil, sendo que o valor encontrado foi transformado para kg ha⁻¹.

A produtividade atribuída ao grão, varia na escala de 0 a 5, sendo que, zero equivale a produção baixa e cinco produção excelente.

A nota dada a altura de planta, na escala de 0 a 5, em que zero corresponde a plantas muito baixas e cinco plantas muito altas.

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância, utilizando o teste F (P <0,01 e P<0,05). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com

auxílio do software Genes (Cruz, 1997). Foi aplicado análise de correlação linear de Pearson entre as características avaliadas, e posteriormente foi realizado o teste T de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 2), observou-se diferenças significativas (P<0,01), pelo teste F, para as variáveis: altura, dias para florescimento, produtividade de grãos e nota de produtividade para grão e nota para altura.

Tabela 2 – Resumo da variância conjunta para as características altura de plantas (ALTP), florescimento (FLOR), produtividade (PROD), nota de produtividade do grão (PRODGRÃO) e nota da altura (NALT).

FV	GL	Quadrados médios				
		ALTP (m)	FLOR (dias)	PROD (t ha ⁻¹)	PRODGRÃO (notas de 0 a 5)	NALT
Bloco	1	0,059	1,342	0,002	8,057	0,013
Genótipos	148	0,072**	40,83**	0,352**	1,985**	0,793**
Resíduo	148	0,027	24,213	0,174	1,32	0,371
Total	297	-	-	-	-	-
Média	-	1,249	68,798	0,968	3,197	1,516
CV (%)	-	13,343	7,152	43,078	35,933	40,186

** 1 % de probabilidade pelo teste de F

As médias para o caractere altura de planta demonstraram que 17 híbridos não diferiram entre si com o maior porte e 86 com menor porte. Percebeu-se através dos dados, que houve elevada amplitude nessa variável, cerca de 68,57% (Tabela 4). É importante destacar que para colheita mecanizada de grãos, os híbridos devem ser inferiores a 1,50 m (Albuquerque *et al.*, 2014). Os híbridos com porte alto, o uso do grão é feito por meio da colheita manual, prática essa comum na agricultura familiar. Dessa forma, apenas o híbrido comercial B8J035F não é recomendado para colheita mecanizada dos grãos. Isso era esperado, pois sua indicação comercial é como forragem.

Quanto ao florescimento 74 híbridos tiveram comportamento mais tardio, não diferindo estatisticamente, e 73 foram mais precoces. As notas atribuídas para altura das plantas foram as

que tiveram maior variação estatística entre os híbridos. Em relação a produtividade de grãos, 74 híbridos apresentaram comportamento superior, com valores semelhantes as testemunhas comerciais.

As variáveis altura e nota da altura apresentaram correlação alta e positiva (0,7328**), nos híbridos estudados. Esse resultado, demonstra a influência do desenvolvimento vegetativo, acréscimo na altura da planta, no ponto de colheita da forrageira, haja vista que as plantas que permaneceram maior tempo no campo extraíram mais nutrientes, tornando-as maiores e mais produtivas.

Observou-se, também, a relação linear existente entre os caracteres quantitativos produtividade e nota produtividade de grãos (0,777**), possibilitando assim, afirmar que as plantas que obtiveram maiores índices de qualidade visual dos grãos, no ponto de maturidade fisiológica, tiveram maior produção por área considerada (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da correlação existente entre as variáveis altura de plantas (ALTP), florescimento (FLOR), produtividade (PROD), nota produtividade de grãos (PRODGRÃO) e nota da altura (NALT).

	Correlação de Pearson			
	AP (m)	PROD (t ha ⁻¹)	PRODGRÃO (Notas de 0 a 5)	NALTURA
FLOR	0,1157	0,4109**	0,4324**	-0,2167**
ALTP	-	0,4**	0,4403**	0,7328**
PROD	-	-	0,777**	0,4239**
PRODGRÃO	-	-	-	0,525**

** 1 % de probabilidade

CONCLUSÕES

Os híbridos avaliados apresentam comportamentos diferentes para as variáveis altura de plantas, dias de florescimento, produtividade e nota de produtividade de grãos e altura.

É possível reduzir o número de avaliações em experimentos iniciais de seleção de híbridos para grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MONTOVONI, E. C.; MENEZES, C. B.; FREITAS, R. S.; MAY, S.; ZANDONADI, C. H. S. Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 34-42, jan/fev., 2014.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG. UFV, 1997. 444 p.

KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. Publications In: Climatology. Laboratory of Climatology, p.104, New Jersey.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, 4p. (EMBRAPA/ CNPMS, Comunicado Técnico, 86), 2003.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba.

Tabela 4 – Médias de dias para florescimento, altura de plantas, produtividade de grãos e nota de produtividade para grãos e altura.

Híbridos	Florescimento (dias)	Altura plantas (m)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Prod. Grão (Escala de 0 a 5)	Nota altura
B8J035F	75,5 ^a	2,1 ^a	1,21 ^a	5 ^a	5 ^a
301.00/23.00	77,5 ^a	1,00 ^c	0,31 ^b	2 ^b	1 ^d
294.00/34.00	63,0 ^b	1,05 ^c	0,38 ^b	2 ^b	1 ^d
277.00/1.00	64,0 ^b	1,60 ^a	1,61 ^a	5 ^a	3 ^b
SS318	77,5 ^a	1,30 ^b	0,38 ^b	2,5 ^b	1,5 ^d
294.00/23.00	68,0 ^b	1,25 ^c	1,21 ^a	4,5 ^a	1,5 ^d
310.00/34.00	66,0 ^b	1,25 ^c	1,13 ^a	4 ^a	1,5 ^d
250.00/7B-1A	66,0 ^b	1,25 ^c	1,27 ^a	4 ^a	1,5 ^d
291.00/GA3	70,0 ^a	1,60 ^a	0,76 ^b	2,5 ^b	1,5 ^d
233.00/7B-1A	63,5 ^b	1,35 ^b	1,21 ^a	4 ^a	2 ^c
253.00/38.00	65,0 ^b	1,30 ^b	1,03 ^a	3,5 ^a	1,5 ^d
236.00/7B-1A	67,5 ^b	1,40 ^b	1,21 ^a	4,5 ^a	2 ^c
296.00/33.00	69,0 ^a	1,20 ^c	0,73 ^b	2 ^b	1,5 ^d
242.00/21.00	70,5 ^a	1,35 ^b	0,99 ^a	4 ^a	1,5 ^d
307.00/18.00	68,0 ^b	1,30 ^b	1,39 ^a	4 ^a	1 ^d
308.00/22.00	70,0 ^a	1,20 ^c	0,69 ^b	2,5 ^b	1 ^d
292.00/21.00	71,5 ^a	1,20 ^c	1,28 ^a	3,5 ^a	1 ^d
234.00/1.00	59,5 ^b	1,75 ^a	1,54 ^a	5 ^a	3,5 ^b
292.00/29.00	64,0 ^b	1,15 ^c	1,20 ^a	4 ^a	1 ^d
308.00/8.00	68,0 ^b	1,20 ^c	1,37 ^a	3,5 ^a	1 ^d
256.00/17.00	58,5 ^b	1,25 ^c	1,29 ^a	3,5 ^a	1 ^d
258.00/7B-1A	68,0 ^b	1,30 ^b	1,22 ^a	4 ^a	1,5 ^d
252.00/7B-1A	66,5 ^b	1,15 ^c	1,07 ^a	4 ^a	1 ^d
302.00/22.00	68,5 ^b	1,05 ^c	0,91 ^b	3 ^b	1 ^d
304.00/18.00	72,5 ^a	1,10 ^c	1,40 ^a	4,5 ^a	1,5 ^d
293.00/23.00	67,5 ^b	1,15 ^c	0,86 ^b	3,5 ^a	1 ^d
251.00/7B-1A	67,5 ^b	1,25 ^c	0,77 ^b	3,5 ^a	1,5 ^d
298.00/34.00	74,0 ^a	1,20 ^c	0,70 ^b	2,5 ^b	1 ^d
300.00/15.00	68,5 ^b	1,25 ^c	0,67 ^b	3 ^b	1,5 ^d
293.00/34.00	72,0 ^a	1,05 ^c	0,73 ^b	3 ^b	1 ^d
50A40	76,5 ^a	0,95 ^c	0,93 ^b	3 ^b	1 ^d
318.00/1.00	68,0 ^b	1,25 ^c	0,72 ^b	3 ^b	1,5 ^d
241.00/7B-1A	68,5 ^b	1,45 ^b	1,69 ^a	4,5 ^a	2,5 ^c
240.00/7B-1A	64,0 ^b	1,30 ^b	1,57 ^a	4 ^a	2 ^c
314.00/11.00	67,0 ^b	1,30 ^b	1,20 ^a	4,5 ^a	1,5 ^d
309.00/23.00	63,5 ^b	1,25 ^c	1,49 ^a	5 ^a	2 ^c
236.00/35.00	68,0 ^b	1,55 ^a	0,91 ^b	3 ^b	2 ^c

320.00/32.00	67,0 ^b	1,25 ^c	0,76 ^b	3 ^b	1,5 ^d
296.00/GA3	59,0 ^b	1,05 ^c	0,88 ^b	3 ^b	1,5 ^d

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Características agronômicas de híbridos experimentais de sorgo na safrinha em Uberlândia, MG

Marlize Cristina Pinheiro Luiz⁽¹⁾; Thaís Ferreira Bicalho⁽²⁾; Alexandre Moisés Ericsson de Oliveira⁽³⁾; Weslei Geraldo Martins⁽⁴⁾; Carlos Juliano Brant Albuquerque⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; marlize.pin@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽³⁾ Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Estudante Agronomia; Centro Universitário do Triângulo; ⁽⁵⁾ Professor permanente da Pós- Graduação; Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O sorgo é o quinto cereal mais importante do mundo, superado apenas por trigo, arroz, milho e cevada. É cultivado em áreas com restrições hídricas, onde a produtividade de outros cereais não é viável. O objetivo desse trabalho foi avaliar principais características de interesse agrônomo em cultivares de sorgo no município de Uberlândia, MG durante a safrinha. O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2014/2015 na Fazenda experimental Capim Branco. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com duas repetições. Assim, 49 híbridos de sorgo (46 híbridos experimentais e três comerciais) foram avaliados sob condições de campo, através dos seguintes parâmetros: florescimento, altura da planta e produtividade de grãos. Para as avaliações estatísticas foram utilizados os recursos computacionais do programa Genes e realizadas as análises de variância e posterior teste de Scott & Knott para as comparações de médias. Não houve diferença significativa entre os híbridos para o florescimento. Os híbridos testados apresentam diferenças para altura de planta e produtividade dos grãos, tendo híbridos experimentais testados promissores para as principais características de interesse agrônomo.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L. Moench, desempenho, características morfológicas.

INTRODUÇÃO

Uma alternativa para manter a produção no período de safrinha é a cultura de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). O sorgo é uma gramínea que possui características xerófilas que lhe confere alta

eficiência no uso da água. Seus grãos podem ser usados na produção de ração animal e sua biomassa pode ser fornecida como volumoso, bem como utilizada pra geração de energia. Esta Poácea possui qualidades comparáveis às do milho, melhor adaptação ao déficit hídrico, tolera altastemperaturas e consegue se desenvolver em solos com características indesejáveis a muitas outras culturas (Rodrigues et al., 2014).

Nos últimos anos, o município de Uberlândia teve grandes oscilações climáticas na safrinha (Inmet, 2016). A ausência de água no período crucial de desenvolvimento das plantas ocasiona à quebra da produtividade e como consequência a redução da produção agrícola. Diante desse cenário, o melhoramento genético mostra-se como uma importante ferramenta para buscar cultivares mais adaptadas e propícias a cada região, contribuindo para um maior sucesso do cultivo em nível de campo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar principais características de interesse agrônomo em cultivares de sorgo no município de Uberlândia, MG durante a safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, com altitude de 843 m, latitude 18° 53'19"S, longitude 48° 20'57"W, situada no município de Uberlândia/Minas Gerais.

A região é caracterizada pelo tipo climático Aw, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), considerado tropical úmido com inverno

seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março).

A área em que o experimento foi implantado é caracterizada como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico de textura argilosa. Na **tabela 1** estão os dados das características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0 - 20 cm.

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental na camada de 20 cm.

Camada	pH _{H₂O}	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
0-0,2	(12,5)	mgdm ³					cmol _d dm ³				%		daq Kg ⁻¹
	5,8	4,9	91	0	1,9	0,9	3,1	3,03	3,03	6,03	45	0	2,5

P, K – (HCl 0,05 mol⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol⁻¹) P disponível (extrator Mehlich); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol⁻¹); H+ Al= (Solução Tampão – SMP a pH7,5; SB= Soma de Bases; t=CTC efetiva; T=CTC a pH 7,0; V= Saturação por bases; m: Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2009) .

O preparo do solo foi realizado de forma convencional com aração seguida de gradagem. A adubação de plantio constituiu aplicação de 300 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10 (N-P-K) e para a adubação de cobertura foi utilizada a dose de 400 kg ha⁻¹ de 20-00-20 (N-P-K).

Os tratos culturais foram de pulverização com herbicida, Atrazina (4 L ha⁻¹) para controle de plantas daninhas e o manejo de lagartas foi realizado com inseticidas do grupo químico organofosforado ou piretróide.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com duas repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por duas linhas de 5 m de comprimento e espaçamento 0,5 m. A população utilizada foi de 140 mil plantas ha⁻¹.

Avaliou-se 49 genótipos de sorgo, sendo três comerciais. As características analisadas foram o tempo decorrido, em dias, para o florescimento (FLOR), altura total das plantas em metros (ALTP) e produtividade média em toneladas por hectare (PROD).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GENES (Cruz, 2001). Realizou-se o teste F, para análise de variância, e para o agrupamento das médias o teste Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os coeficientes de variação, **tabela 2**, foi verificada que a precisão experimental foi satisfatória para as características avaliadas (Pimentel, 2009).

Tabela 2: Resumo das análises de variâncias individuais para a variável altura de plantas, florescimento e produtividade de grãos, para 49

genótipos avaliados em Uberlândia.

FV	GL	QM		
		FLOR (dias)	ALTP (m)	PROD (t ha ⁻¹)
BLOCOS	1	5,877	0,056	0,00008
TRAT	48	32,356 ^{ns}	0,1532**	0,270**
RESÍDUO	48	12,773	0,008	0,043
TOTAL	97	-	-	-
MÉDIA	-	64,244	1,703	1,083
CV (%)	-	5,563	5,555	19,328

ns: não significativo; * e ** significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste Tukey

O teste de agrupamento das médias, para produtividade de grãos demonstrou que híbridos experimentais tiveram maiores valores (245/7B-1A, 599XY/1, 269/1, 277/23, 234/1, 232/7B-1A e 280/35), juntamente com dois comerciais (SS318 e B8J035F) (**tabela 3**).

A produtividade média do grupo citado acima foi 1,21 t ha⁻¹. Os resultados obtidos no presente trabalho foram menores que os apresentados por Silva et al. (2009). De forma geral, as baixas produtividades são justificadas pela influência da falta de água promovida pela época tardia de plantio. Além disso, a fertilidade do solo em que o experimento foi conduzido apresentava em fase de construção.

Tabela 3: Médias das características dias para florescimento (FLOR), altura de plantas (ALTP) e produtividade de grãos (PROD) de 49 híbridos em Uberlândia.

Híbridos	FLOR (dias)	ALTP (m)	PROD (t ha ⁻¹)
234/1	57,00 ^a	2,05 ^c	1,58 ^a
269/1	64,50 ^a	2,20 ^b	1,75 ^a
599XY/1	62,00 ^a	2,60 ^a	1,84 ^a
271/7	65,50 ^a	1,60 ^d	1,32 ^b
38/8	60,50 ^a	1,55 ^d	1,10 ^b
69/8	57,00 ^a	1,60 ^d	0,94 ^c
88/8	63,00 ^a	1,30 ^e	0,76 ^c
139/8	62,00 ^a	1,45 ^e	0,60 ^d
269/15	64,00 ^a	2,00 ^c	1,26 ^b
234/17	61,00 ^a	1,80 ^d	0,84 ^c
256/17	64,50 ^a	1,50 ^e	0,93 ^c
269/17	74,00 ^a	1,80 ^d	0,53 ^d
300/17	67,50 ^a	1,62 ^d	1,19 ^b
268/18	63,50 ^a	1,70 ^d	1,02 ^c
38/21	60,50 ^a	1,60 ^d	1,15 ^b

268/21	65,00 ^a	1,35 ^e	0,61 ^d
284/21	67,00 ^a	1,55 ^d	0,94 ^c
300/21	65,00 ^a	1,67 ^d	0,90 ^c
303/21	61,00 ^a	1,60 ^d	1,14 ^b
268/23	63,00 ^a	1,37 ^e	0,72 ^c
277/23	62,00 ^a	2,20 ^b	1,66 ^a
294/23	64,50 ^a	1,62 ^d	0,98 ^c
301/23	63,50 ^a	1,70 ^d	1,10 ^b
272/26	75,00 ^a	1,40 ^e	0,14 ^d
270/27	70,50 ^a	1,92 ^c	1,38 ^b
88/32	69,00 ^a	1,60 ^d	0,86 ^c
268/34	65,00 ^a	1,37 ^e	0,38 ^d
277/34	60,00 ^a	1,75 ^d	0,89 ^c
284/34	70,50 ^a	1,40 ^e	0,75 ^c
280/35	60,50 ^a	1,45 ^e	1,47 ^a
296/35	64,00 ^a	1,62 ^d	0,765 ^c
300/35	65,00 ^a	1,60 ^d	0,77 ^c
234/38	60,00 ^a	2,00 ^c	1,17 ^b
241/38	65,00 ^a	1,65 ^d	0,92 ^c
299/38	64,50 ^a	1,75 ^d	1,13 ^b
301/38	64,50 ^a	1,55 ^e	1,10 ^b
296/GA3	59,50 ^a	1,65 ^d	1,28 ^b
301/GA3	75,50 ^a	1,65 ^d	0,81 ^c
262/7B-1A	67,00 ^a	1,55 ^d	0,81 ^c
253/7B-1A	58,50 ^a	1,62 ^d	1,10 ^b
257/7B-1A	64,00 ^a	1,70 ^d	1,08 ^b
248/7B-1A	61,00 ^a	1,90 ^c	1,15 ^b
245/7B-1A	62,00 ^a	1,65 ^d	1,85 ^a
232/7B-1A	62,50 ^a	2,00 ^c	1,57 ^a
238/7B-1A	65,50 ^a	1,67 ^d	1,15 ^b
249/7B-1A	65,50 ^a	1,70 ^d	1,20 ^b
50A40	66,50 ^a	1,40 ^e	1,37 ^b
B8J035F	64,00 ^a	2,50 ^a	1,63 ^a
SS318	65,50 ^a	2,00 ^c	1,46 ^a

[†] Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Segundo Santos et al. (2005) existem genótipos disponíveis no mercado que apresentam produtividade que pode ultrapassar 7 t ha⁻¹ e 10 t ha⁻¹ na safrinha e safra respectivamente, ocorrendo o plantio no período ideal da cultura e possuindo disponibilidade de água.

Observou-se na **tabela 3** que não houve diferença significativa, a 5 % de probabilidade, entre os genótipos para os dias de florescimento, mesmo apresentando uma variabilidade de florescimento de

56 a 79 dias. O mesmo resultado foi observado por Almeida et al. (2015), os quais analisaram o desempenho agrônomo de híbridos cultivados durante a safrinha em Jataí/Goiás e houve média de florescimento de 68 dias.

Os híbridos 38/21, 301/23, 234/38, 299/38, 253/7B-1A, 257/7B-1A e as testemunhas B8J035F e SS318 obtiveram intervalos de altura dentro da faixa preconizada por Albuquerque et al. (2014). Dado que, o melhoramento genético do sorgo granífero busca indivíduos que apresentam altura entre 1 m e 1,5 m para evitar problemas na colheita mecânica e produtividade. Destaca-se que as cultivares SS318 e B8J035F são indicadas para uso como forrageiras com plantio na safra para região sudeste (Rodrigues et al., 2014). Entretanto, devido à sensibilidade ao fotoperíodo (planta de dia curto) associado aos baixos índices pluviométricos durante a condução do trabalho, esses híbridos tiveram menor porte que os descritos pelas empresas produtoras das sementes.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre os híbridos para o florescimento. Os híbridos testados apresentam diferenças para altura de planta e produtividade dos grãos, tendo híbridos experimentais testados promissores para as principais características de interesse agrônomo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio no desenvolvimento e divulgação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; MANTOVANI, E. C.; MENEZES, C. B.; TARDIN, F. D.; FREITAS, R. S.; MAY, A.; ZANDONADI, C. H. S. Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n. 278, p. 34-42, 2014.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442 p.
- EMBRAPA – Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 627p, 2009.

INMET. Estações automáticas. Brasília, DF: Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/paige&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 1 jun. 2016.

PIMENTEL, F. G. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; GUIMARÃES, A. S.; FERNANDES, L. O.; PAES, J. M. V. Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n. 278, p. 73-81, 2014.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; SILVA, L. H. C. P.; MORAES, E. B.; PIRES, R.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha o sudoeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 168-174, 2009.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**, 2ed. Viçosa: UFV, 2005. 969p.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México : Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Comparação entre métodos para o estudo da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino

Ruane Alice da Silva⁽¹⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾; Pakizza Sherma da Silva Leite⁽³⁾; Dalila Dominique Duarte Rocha⁽⁴⁾; André May⁽⁵⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁶⁾; Robert Eugene Schaffert⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; ruane.alice29@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo ⁽³⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras ⁽⁴⁾ Mestranda em produção vegetal; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo ⁽⁶⁾ Professora Adjunta; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁷⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo sacarino tem se destacado cada vez mais no cenário energético, dessa forma estudos na área são de extrema importância. Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, e Jaguariúna-SP. Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV, kg.ha⁻³), teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) e toneladas de brix por hectare (TBH, t.ha⁻¹). As análises foram desenvolvidas no programa estatístico-computacional GENES. Os dados foram submetidos a análise de variância e a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foi avaliada por meio dos seguintes métodos Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986). Cada método classificou genótipos diferentes para cada característica, destacando que os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptáveis foram 2015(B)005, 2015(B)008, 2015(B)012, 2015(B)020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior valor de sólidos solúveis totais sendo de interesse para o desenvolvimento de híbridos de sorgo sacarino. Ressaltando que para a determinação da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino os métodos Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, ambientes, interação.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem se destacado cada vez mais no setor sucroenergético, sendo uma cultura complementar para ser utilizada na entressafra da cana-de-açúcar. Apresenta características agroindustriais favoráveis como mecanização total da cultura, ciclo curto e altos teores de açúcar no colmo (MAY et al., 2014). Porém, ainda existe a necessidade de diversos estudos para o manejo ideal dessa cultura, visto que o sorgo sacarino vem passando por um processo de adaptação dentro do cenário energético (SCHAFFERT et al., 2011).

Alguns desses estudos, que garantem a indicação de genótipos aptos para determinadas regiões, são os de adaptabilidade e estabilidade. Eles são de extrema importância na fase final dos programas de melhoramento, isso porque, por meio deles, pode-se indicar cultivares de comportamento mais estável e de desempenho superior, associadas em situações de variações ambientais (CRUZ et al., 2010). Os métodos a serem utilizados para estes estudos vão variar, de acordo com a precisão experimental e número de ambientes avaliados, ficando ao cargo do melhorista escolher o que se adéqua mais as suas condições experimentais (SOUZA et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas, região Central de Minas Gerais, Janaúba, no Norte de Minas e em Jaguariúna, região metropolitana de Campinas-SP.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, sendo 20 híbridos (2015(B)001 a 2015(B)020), 4 variedades (CMSXS646, CMSXS647, BRS508 e BRS511) pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e um híbrido comercial (CV198). As parcelas foram dispostas em 2 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,7 m entre as linhas, onde foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV), $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-3}$, teor de sólidos solúveis totais (SST) em $^{\circ}\text{Brix}$ e toneladas de brix por hectare⁻¹ (TBH). O PMV foi obtido a partir da pesagem das duas linhas de cada entrada e o peso em Kg foi convertido em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-3}$. A medida de SST foi determinada com o auxílio de um refratômetro digital, em que a leitura é dada de forma direta em $^{\circ}\text{Brix}$ do caldo extraído dos colmos. Para toneladas de brix por hectare foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{TBH} = \text{PMV} \cdot (\text{SST}/100)$$

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. As análises foram realizadas no programa estatístico-computacional GENES (CRUZ, 2013). Após realizada a análise de variância foram utilizados os seguintes métodos para estudo da adaptabilidade e estabilidade: Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para produção de massa verde (PMV), em $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, estão apresentados na Tabela 1. Os resultados da análise de variância demonstraram valores significativos para todas as características, exceto para PMV e TBH em relação a fonte de variação cultivares. Para as características de PMV e TBH em relação ao ambiente foi verificada diferença estatística de ($p \leq 0,01$) e para SST ($p \leq 0,05$), demonstrando variabilidade entre os ambientes. Para fonte de variação Cultivares x Ambientes, todas as características expressaram probabilidade de 1 % no teste F, comprovando que o comportamento dos cultivares diferiu em todos os ambientes.

Tabela 1 – Análise de variância para produção de massa verde (PMV), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-3}$, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, avaliados em cultivares de sorgo sacarino, na safra 2015/2016, em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, Jaguariúna-SP.

FV	GL	PMV	SST	TBH
Cultivares	24	28,212 ns	3,215 *	37,372 ns
Ambiente	2	0,138 **	3,136 *	0,101 **
Cult x Amb	48	0,001 **	0,433 **	0,016 **
MÉDIA		61,466	18,135	11,144
CV(%)		18,939	9,408	22,250

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Considerando a análise geral de todos os métodos, no método de Annicchiarico (1992) a escolha dos materiais deve ser feita a partir do índice Wi. Quanto maior esse índice, mais adaptável e estável é o genótipo para determinada característica, ou seja, apresenta maior média e menor desvio padrão. Para a variável PMV, os materiais que obtiveram índice de confiança, maior que 100, foram os genótipos 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 1). Isso significa que esses genótipos apresentam menores riscos de estarem abaixo da média geral para PMV. Para SST, os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019 e BRS 508 foram superiores. Considerando a variável TBH, os genótipos superiores foram: 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 (Tabela 2). Pode-se então observar que apenas o genótipo 201543(B)012 se repetiu para as três características.

Para a metodologia de Lin e Binns (1988), o genótipo mais estável é o que apresenta menor Pi (índice de estabilidade do genótipo). Esse apresenta maior média tanto no ambiente favorável quanto no ambiente desfavorável. Verificou-se que os

genótipos 201543(B)002, 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)0012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 obtiveram menores níveis de Pi para PMV (Tabela 2). Os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019, BRS508 e BRS 511 tiveram menores Pi para SST (Tabela 2). Para variável TBH os genótipos mais estáveis e que apresentaram, maiores medias foram os 201543(B)002, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 2). Diferentemente do método anterior, não só o genótipo 201543(B)012, mas também os genótipos 201543(B)008 e BRS511 apresentaram baixo Pi para as três variáveis.

O método de Wricke e Weber (1986) estima que o genótipo mais estável é o que apresenta menor ecovalência (w_i %), ou seja, o que apresenta menor contribuição para a interação genótipo x ambiente. Os genótipos considerados mais estáveis por este método para PMV foram os 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)012, 201543(B)013, 201543(B)020, CMSXS647 e BRS 511 (Tabela 2). Para os sólidos solúveis totais, foram os genótipos 201543(B)002, 201543(B)003, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)007, 201543(B)014, 201543(B)016 e BRS508, e para TBH, os genótipos 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)011, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, CMSXS647 e BRS511 (Tabela 1). Os genótipos coincidentes para as três características foram 201543(B)005 e 201543(B)006.

Em estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método de Annicchiarico (1992), Souza et al., 2013, concluiu que as variedades CMSXS646 e CMSXS634(BRS511) foram os genótipos mais adaptado e estáveis, superando os híbridos avaliados. Nos estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método GGEbiplot, Figueiredo et al., 2015, verificaram que a variedade BRS511 apresentou-se como uma cultivar duplamente desejável, superando os híbridos avaliados. Estes resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, em que a variedade BRS511 expressa adaptação e estabilidade, podendo ser utilizada com eficiência para produção de etanol.

Os caracteres PMV e o SST são diretamente correlacionados com a produção de etanol (MURRAY et al., 2008; LOMBARDI et al., 2015). O THB é um índice que combina o PMV e o SST,

sendo um importante caráter para seleção de genótipos superiores de sorgo sacarino. Considerando esta característica, destacaram-se os híbridos B005, B008, B012, B020 e BRS511, visando à produção de etanol.

CONCLUSÕES

As metodologias de estudo da adaptabilidade e estabilidade Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto, com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

Os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptados segundo os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1998) foram B005, B008, B012, B020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior teor de sólidos solúveis totais, sendo de interesse para a produção de etanol.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo, ao Projeto Sweetfuel, à Universidade Federal de São João del-Rei, ao CNPq, e à Fapemig, pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P.; **Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy.** Journal of Genetics and Plant Breeding, New Jersey, v. 46, p. 269-278, 1992.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M. V.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; FILHO, M. R. A. **Cultivo do milho.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).
- CRUZ, C. D. GENES: **a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FIGUEIREDO, U. J. de; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, E. D.; SILVA, A. R. da; EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R. A.; TARDIN, F. D. **Adaptability and stability of genotypes of sweet sorghum by GGEbiplot and Toler methods.** Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 11211-11221, 2015.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. **A method of analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter.** Theoretical and Applied Genetics, New York, v. 76, n. 3, p. 425-430, 1988.

LOMBARDI, G. M. R.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; TEIXEIRA, D. H. L.; BRUZI, A. T.; DURÃES, N. N. L.; FAGUNDES, T. G. **Path analysis of agro-industrial traits in sweet sorghum**. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 16392-16402, 2015.

MURRAY, S. C., SHARM, A., ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E., MITCHELL, S. E., ; KRESOVICH, S. **Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates**. Crop Sci. 48:2165–2179 (2008). doi: 10.2135/cropsci2008.01.0016

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. **Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C.; MAY, A.; DURAES, F. O. M. **Metas de rendimento e qualidade de sorgo sacarino**. Agroenergia em Revista, Brasília, v. 2, n. 3, p. 47, ago. 2011.

SOUZA, V. F. DE; PARRELLA, R. A. DA C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A. DE; SCHAFFERT, R. E. **Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 13, p. 144-151, 2013.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406 p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliados em três ambientes no Brasil nos anos de 2015 e 2016, pelos métodos de Annicchiarico, de Lin & Binns (L&B) e Wricke & Weber, para três características, sendo elas produção de massa verde (PMV), kg.ha⁻³, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix e toneladas de brix por hectare⁻¹ (TBH), além da média geral de cada uma para os três ambientes.

Cultivares	Características			Annicchiarico			Lin e Binns			Wricke & Weber		
	Média (PMV)	Média (°Brix)	Média (TBH)	Wi (PMV)	Wi (°Brix)	Wi (TBH)	Pi geral (PMV)	Pi geral (°Brix)	Pi geral (TBH)	wi % (PMV)	wi % (°Brix)	wi % (TBH)
201543(B)001	56.39	17.83	9.85	79.03	93.34	76.48	763.18	5.24	29.23	1.92	3.72	2.02
201543(B)002	61.64	18.07	11.00	91.32	96.81	90.90	490.36	4.01	17.15	3.67	1.25	2.80
201543(B)003	60.55	17.92	10.85	82.96	98.05	82.15	659.75	4.15	23.02	4.08	0.11	3.16
201543(B)004	65.02	17.99	11.31	104.06	88.96	93.86	459.45	5.68	18.10	0.16	18.10	1.56
201543(B)005	64.73	17.87	11.51	103.62	96.76	100.58	438.28	4.12	15.28	0.14	0.62	0.26
201543(B)006	61.95	17.69	10.85	97.33	96.23	94.76	505.56	5.10	19.04	0.51	0.22	0.22
201543(B)007	54.84	19.13	10.56	74.25	103.14	78.76	1006.77	1.30	26.47	10.47	0.98	7.76
201543(B)008	64.80	19.91	12.86	95.63	105.48	105.00	493.22	0.35	10.74	1.98	2.99	2.22
201543(B)009	68.21	18.63	12.87	94.57	99.39	94.70	518.52	3.08	15.25	7.77	1.76	9.71
201543(B)010	57.02	17.47	10.07	84.39	91.56	82.37	639.94	6.87	23.14	2.56	3.90	1.39
201543(B)011	54.56	18.48	10.09	79.45	92.71	86.35	848.37	5.01	23.38	4.49	14.67	1.09
201543(B)012	66.85	19.79	13.36	105.99	103.10	115.12	412.62	1.16	7.29	0.08	5.86	0.92
201543(B)013	56.78	17.11	9.80	85.31	90.20	75.91	750.23	7.96	29.33	0.84	2.79	1.82
201543(B)014	62.79	18.12	11.43	90.53	98.46	92.67	440.84	4.06	14.81	3.82	0.36	2.34
201543(B)015	52.60	18.70	9.72	76.37	100.14	79.86	809.82	2.33	25.46	1.55	1.56	1.46
201543(B)016	58.55	19.40	11.46	89.34	106.08	96.05	728.61	1.14	18.32	1.75	0.10	1.24
201543(B)017	60.78	16.47	9.86	83.25	82.22	73.40	562.52	11.94	29.45	2.97	10.05	2.70
201543(B)018	57.74	16.63	9.76	78.37	86.76	68.91	660.82	10.04	28.43	2.45	4.01	2.71
201543(B)019	63.35	19.14	12.15	81.85	102.79	84.06	780.19	1.79	21.35	15.91	1.32	15.76
201543(B)020	69.53	18.14	12.73	103.94	97.50	102.38	388.22	3.27	11.17	1.80	1.28	2.81
CMSXS 646	50.70	18.48	9.52	65.17	98.81	65.44	1082.10	3.60	34.93	5.42	1.48	6.27
CMSXS647	63.31	16.19	10.09	98.18	85.41	89.48	525.05	10.18	24.79	0.61	3.07	0.13
BRS 508	55.97	19.36	10.82	85.49	105.61	90.67	700.67	1.25	18.23	1.67	0.15	1.82
BRS 511	64.35	18.56	11.99	99.99	98.29	99.52	471.61	2.55	13.37	0.48	2.80	1.12
CV198	83.66	16.30	14.11	106.93	80.19	86.52	107.67	12.87	10.58	22.89	16.83	26.69

Componentes lignocelulósicos do Sorgo Biomassa em diferentes épocas de colheita

Fernanda Maria Rodrigues Castro⁽¹⁾; Patrícia Cardoso Andrade⁽²⁾; Francielly de Cássia Pereira⁽³⁾; Adriano Teodoro Bruzi⁽⁴⁾; José Airton Rodrigues Nunes⁽⁵⁾; Rafael Augusto Costa Parrella⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; fefernandacastro@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras (UFLA); ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de Lavras (UFLA); ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras (UFLA); ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras (UFLA); ⁽⁶⁾ Pesquisador; EMBRAPA Milho e Sorgo.

RESUMO: A qualidade das biomassas utilizadas como fonte de energia renovável é um fator primordial para que haja o máximo aproveitamento da matéria-prima. Objetivou-se avaliar quatro híbridos de sorgo biomassa quanto aos componentes lignocelulósicos em seis épocas de colheita. O experimento seguiu o delineamento de blocos casualizados com três repetições. Amostras foram coletadas, processadas e analisadas através do equipamento de Espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIR). Observou-se diferença para hemicelulose, celulose e lignina somente entre épocas. Os híbridos apresentaram comportamento coincidente nas diferentes épocas. Houve maior variação nos teores de celulose, relativo a hemicelulose e lignina.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, híbridos, bioenergia

INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L) Moench] apresenta alto rendimento agrônomico e bom desempenho energético (Parrella et al., 2010; 2011).

Os componentes lignocelulósicos (hemicelulose, celulose e lignina) são importantes, pois interferem na qualidade da biomassa, podendo influenciar positiva ou negativamente dependendo da sua destinação (Damasceno et al., 2013; Vieira et al., 2014).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o comportamento de híbridos de sorgo biomassa quanto aos componentes lignocelulósicos em diferentes épocas de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Lavras/MG, na safra 2014/2015, utilizando DBC com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro híbridos sensíveis ao fotoperíodo e seis épocas de avaliação (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio - DAP) dispostos em esquema fatorial 4 x 6. As parcelas consistiram de quatro linhas de 5,0 m, sendo considerada área útil as duas linhas centrais.

Amostras foram coletadas, processadas e as análises morfoagronômicas foram realizadas através do equipamento NIR (PASQUINI, 2003).

As análises de variância e regressão foram realizadas utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003) adotando-se o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + b_j + a_i + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \epsilon_{ijk}$. Em que: Y_{ijk} : é a observação da parcela que recebeu o i-ésimo híbrido, com a k-ésimo época, no j-ésimo bloco; μ : constante comum a todas observações; b_j : é o efeito do bloco j; a_i : é o efeito do híbrido i; β_k : é o efeito da época k; $\alpha\beta_{ik}$: é o efeito da interação entre híbridos e épocas; ϵ_{ijk} : é o erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve significância para híbridos e interação híbridos x épocas quanto aos componentes lignocelulósicos. Enquanto que houve variação entre épocas (**Tabela 1**).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente aos caracteres celulose, hemicelulose e lignina, relativos aos híbridos de sorgo biomassa avaliados no experimento conduzido em Lavras/MG, na safra 2014/2015.

FV	GL	QM		
		Celulose	Hemicelulose	Lignina
Híbridos (H)	3	8,82	5,84	0,18
DAP (D)	5	538,25*	5,51*	38,54*
Blocos	2	8,18	1,90	0,99
HxD	15	2,46	1,58	0,49
Erro	46	2,62	1,26	0,28

Média	33,69	27,88	5,68
CV(%)	4,8	4,03	9,25
Desvio	6,38	1,36	1,74

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se maior incremento no teor de celulose entre 30 e 60 DAP, estabilizando após este período. O valor máximo foi de 38,46% (**Figura 1**).

O teor de hemicelulose decaiu dos 30 aos 90 DAP, mantendo uma média de 27% nas demais épocas de avaliação (**Figura 1**).

Houve oscilação do teor de lignina durante o período de avaliação, sendo o menor valor de 2,61%, aos 30 DAP; e o maior valor de 7,38%, aos 150 DAP (**Figura 1**).

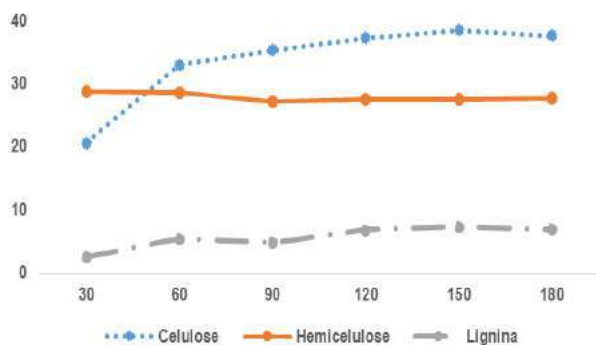


Figura 1: Valores referentes aos teores, em percentagem, de hemicelulose, lignina e celulose aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio (DAP), relativos aos híbridos de sorgo biomassa avaliados no experimento conduzido em Lavras/MG, na safra 2014/2015.

CONCLUSÕES

Os híbridos apresentaram comportamento coincidente nas diferentes épocas de colheita. Houve maior variação nos teores de celulose, relativo a hemicelulose e lignina.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal de Lavras (UFLA), FAPEMIG, CAPES e Embrapa Milho e Sorgo.

REFERÊNCIAS

a. Artigos de periódicos:

DAMASCENO, C.M.B.; PARRELLA, R.A. da C.; SOUZA, V.F. de; SIMONE, M.L.F.; SCHAFFERT, R.E. **Análise morfoagronômica e bioquímica de um painel de sorgo energia para características relacionadas à qualidade da biomassa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Circular Técnica , 190), 2013..

PARRELLA, R.A. da C.; RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; DAMASCENO, C.M.B.; SCHAFFERT, R.E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

PARRELLA, R.A. da C.; SCHAFFERT, R.E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A.F.; DAMASCENO, C.M.B. **Desempenho agrônomico de híbridos de sorgo biomassa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 41).



PASQUINI, C. **Near Infrared Spectroscopy: fundamentals, practical aspects and analytical applications.** *J. Braz. Chem. Soc.* [online]. vol.14, n.2, 2003. pp. 198-219. ISSN 1678-4790.

VIEIRA, G.E.G.; NUNES, A.P.; TEIXEIRA, L.F.; COLEN, A.G.N. **Biomassa: uma visão dos processos de pirólise.** *Revista Liberato, Novo Hamburgo*, v. 15, n. 24, p. 105-212, jul./dez. 2014.

b. Internet:

FERREIRA, D.F. **SISVAR:** sistema de análise de variância. Lavras: UFLA, 2006. Software.

Correlações canônicas na identificação de caracteres relacionados à precocidade e produtividade em híbridos de sorgo granífero

Paulo Eduardo Teodoro⁽¹⁾; Karla Jorge da Silva⁽¹⁾; Ildelfonsa Benitez Zanatto⁽²⁾; Sandro Sponchiado⁽³⁾; Cícero Bezerra de Menezes⁽⁴⁾; Flavio Dessaune Tardin⁽⁵⁾

⁽¹⁾Discente de doutorado em Genética e Melhoramento; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; karla.js@hotmail.com, eduteodoro@hotmail.com; ⁽²⁾Discente de mestrado em Agronomia; Universidade Federal do Mato Grosso; Sinop, MT;ildezanatto27@gmail.com; ⁽³⁾Discente de mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade do Estado de Mato Grosso; Cáceres, MT; s_sponchiado@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; cicero.menezes@embrapa.br; ⁽⁵⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; Sinop, MT; flavio.tardin@embrapa.br.

RESUMO: A grande expansão do cultivo do sorgo granífero em segunda safra tem gerado grande demanda por genótipos altamente produtivos e precoces. Dentre as técnicas baseadas em biometria, as correlações canônicas são apropriadas para estimar a relação entre dois grupos de caracteres agrônômicos. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi empregar as correlações canônicas para identificar caracteres relacionados à precocidade e produtividade em híbridos de sorgo. Foram avaliados 69 híbridos de sorgo granífero provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e duas testemunhas comerciais. As correlações canônicas foram estimadas entre o grupo de variáveis dependentes (florescimento e produtividade de grãos) e independentes (altura de plantas, acamamento, antracnose, stray green e umidade nos grãos). As duas correlações canônicas foram altas e significativas ($p \leq 0,00$) pelo teste qui-quadrado. A seleção de genótipos mais resistentes e/ou tolerantes a antracnose contribui para o aumento na produtividade do sorgo granífero. Genótipos de sorgo mais precoces podem ser selecionados a partir da seleção indireta de genótipos com menor porte e teor de umidade nos grãos no momento da colheita.

Termos de indexação: pares canônicos, relação entre variáveis, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem apresentado grande expansão de cultivo em diversas regiões agrícolas no Brasil, sobretudo na segunda safra (Tardin et al., 2013). Na

época em que ocorre a semeadura do sorgo, entre os meses de janeiro a março, além dos fatores temperatura e luminosidade, o volume e a frequência de chuvas costumam ser oscilantes e insuficientes, reduzindo a probabilidade do adequado atendimento da demanda hídrica da maioria das culturas (Goes et al., 2011). Nesse contexto, a busca por híbridos de sorgo granífero que reúnam precocidade e alta produtividade de grãos são objetivos principais dos programas de melhoramento genético.

Dentre as técnicas baseadas em biometria, as correlações canônicas são apropriadas para estimar a relação entre dois grupos de caracteres agrônômicos. Cruz et al. (2012) enfatizam que esta análise consiste na obtenção de funções canônicas, sendo que cada função é composta por um par de variáveis estatísticas, representando as variáveis dependentes e independentes. O número máximo de funções canônicas que pode ser obtido é igual ao número de variáveis do menor conjunto de dados. Estes autores ainda afirmam que o primeiro par canônico é obtido de forma a ter-se a maior associação possível com os grupos de variáveis. O segundo par canônico também é obtido para exibir a maior relação entre os grupos de variáveis analisadas, mas que não foi explicada pelo primeiro par e, assim, sucessivamente.

O objetivo desse trabalho foi empregar as correlações canônicas para identificar caracteres relacionados à precocidade e produtividade em híbridos de sorgo granífero.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em 2012 na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, Mato Grosso (latitude de 11°51'43" e longitude de -55°36'45"), com altitude média de 370 m.

O clima segundo classificação de Köppen (Köppen; Geiger, 1928) é tropical quente e úmido, com inverno seco (Awa), com temperatura média anual de 25 °C e pluviosidade de 2.250 mm ao ano. O solo da região foi classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico.

O experimento foi instalado em condições de sequeiro com semeadura realizada no dia 10/03/2012 e desbaste de plantas realizado 15 dias após a emergência das plântulas, deixando uma população de 180.000 plantas por hectare.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com duas repetições. Cada parcela foi composta por 2 linhas com 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,50 metros entre linhas.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 69 híbridos de sorgo granífero provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e duas testemunhas comerciais (MR43 e DKB550), totalizando 71 tratamentos. Os caracteres avaliados foram: florescimento (FLO): número de dias decorridos do plantio até o ponto em que 50% das plantas da parcela, estiverem em florescimento; altura de planta (AP): altura média de duas plantas (cm) da área útil da parcela, medida da superfície do solo ao ápice da panícula, na época da colheita; acamamento (ACA): contagem do número de plantas acamadas na parcela experimental no momento da colheita; antracnose (ANT): avaliadas por escala de notas de 1 (resistente) a 5 (suscetível); staygreen (SG): avaliadas por escala de notas de 1 (plantas 80 a 100% verdes) a 5 (planta 20 a 0 % verdes); umidade de grãos (UMI): mensurada em uma amostra de grãos de cada parcela colhida; produtividade de grãos (PROD): colhidos os grãos da parcela e, subsequentemente, mensurada a umidade dessas, para posterior correção para a umidade de 13%.

Delineamento e análise estatística

Inicialmente, os dados foram submetidos a análise de variância para verificar a significância de cada variável. Foi realizado diagnóstico da multicolinearidade na matriz de correlações fenotípicas. As correlações canônicas foram estimadas entre o grupo de variáveis dependentes (florescimento e produtividade de grãos) e independentes (AP, ACA, ANT, SG e UMI). A significância da hipótese de nulidade em que todas

as possíveis correlações canônicas são nulas foi avaliada utilizando-se o teste qui-quadrado. Todas as análises foram realizadas com software Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) de híbridos para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1). Os coeficientes de variação obtidos estão em conformidade com os valores reportados em outros trabalhos com sorgo granífero (Goes et al., 2011; Tardin et al., 2013).

As duas correlações canônicas e seus respectivos pares canônicos foram significativos ($p \leq 0,00$) pelo teste qui-quadrado (Tabela 2). A magnitude das correlações canônicas pode ser considerada alta e indica efeito das variáveis independentes sobre o florescimento e produtividade de grãos. Ceccon et al. (2016) empregaram a técnica de correlações canônicas para verificar a associação de caracteres morfológicos e os componentes primários em uma população de milho. Esses autores observaram que a altura e a massa de plantas são os principais caracteres que influenciam os componentes primários no milho.

De acordo com o primeiro par canônico, menores notas para antracnose são determinantes para o aumento da produtividade de grãos. A antracnose é considerada a doença mais importante da cultura do sorgo no Brasil pelas perdas ocasionadas na produção de grãos, estando presente em, praticamente, todas as áreas de plantio do país. Reduções superiores a 80% na produção de grãos têm sido constatadas em genótipos suscetíveis, em anos e locais favoráveis ao desenvolvimento e à disseminação da doença (Cota et al., 2010). Nesse sentido, a utilização dessa variável para seleção de híbridos mais produtivos é uma estratégia promissora para os programas de melhoramento genético.

O segundo par canônico relacionou plantas maiores e alto teor de umidade nos grãos ao maior número de dias para o florescimento. A precocidade dos híbridos de sorgo é uma das principais características de interesse dos agricultores, devido às condições adversas em que a cultura é cultivada na maior parte do país. Assim, programas de melhoramento que realizarem a seleção de genótipos com menor teor de umidade nos grãos na colheita e menor porte, indiretamente, selecionarão genótipos mais precoces.

CONCLUSÕES

A seleção de genótipos mais resistentes e/ou tolerantes a antracnose contribui para o aumento na produtividade do sorgo granífero.

Genótipos de sorgo mais precoces podem ser selecionados a partir da seleção indireta de genótipos com menor porte e teor de umidade nos grãos no momento da colheita.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Agrossilvipastoril pela disponibilização de recursos para realização do experimento e ao CNPq pela concessão de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora ao último autor.

REFERÊNCIAS

CECCON, G.; SANTOS, A.; TEODORO, P. E.; SILVA JUNIOR, C. A. Relationships between Primary and Secondary Yield Components of a Maize Population after 13 Stratified Mass Selection Cycles. **Journal of Agronomy**, New York, v. 15, n. 1, 33-38, 2016.

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R. **Cultivo do Sorgo: Sistemas de Produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 20 p.

CRUZ, C. D.; GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n.3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicado ao Melhoramento Genético**. 4. Ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

GOES, R. J.; RODRIGUES, F. A. R.; ARF, O.; ARRUDA, O. G.; VILELA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.2, p. 121-129, 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

TARDIN, F. D.; ALMEIDA FILHO, J. E.; OLIVEIRA, C. M.; LEITE, C. E. P.; MENEZES, C. B.; MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, J. A. S.;

SCHAFFERT, R. E. Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.2, p. 102-117, 2013.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis: florescimento (FLO), altura de plantas (AP), acamamento (ACA), antracnose (ANT), staygreen (SG), umidade (UMI) e produtividade de grãos (PROD) avaliados em 71 híbridos de sorgo granífero cultivados em 2012 em Sinop/MT.

FV	GL	FLO	AP	ACA	ANT	SG	UMI	PROD
Blocos	1	3,54 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1853,09*	0,39 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,99 ^{ns}	149759,44 ^{ns}
Híbridos	70	22,73*	0,09*	1053,62*	2,73*	2,28*	51,95*	2361750,89*
Resíduo	70	2,91	0,01	287,40	0,55	0,44	10,94	574708,42
Média	---	59,70	1,56	20,55	3,62	2,79	16,18	2402,05
CV (%)	---	2,86	7,31	12,51	20,48	23,86	20,44	31,56

^{ns} e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação experimental.

Tabela 2 – Correlações canônicas (r) e pares canônicos entre as variáveis dependentes e independentes avaliados em 71 híbridos de sorgo granífero cultivados em 2012 em Sinop/MT.

Variáveis	Pares Canônicos	
	1º	2º
Dependentes		
Florescimento	0,3800	0,9429
Produtividade de grãos	0,8642	-0,5325
Independentes		
Altura de Plantas	-0,1735	0,8462
Acamamento	-0,3104	-0,62131
Antracnose	-0,5560	0,4182
Stay Green	-0,34311	0,4085
Umidade dos grãos	-0,0363	0,7707
r	0,7452	0,5544
α	<0,0000	<0,0000
G.L	10	4

Correlações genótípicas entre características agrônômicas de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Crislene Vieira dos Santos⁽¹⁾; Cicero Beserra de Menezes⁽²⁾; Celso Henrique Tuma e Silva⁽¹⁾ Ruane Alice da Silva⁽¹⁾ ; Marcos Paulo Júlio Mingote⁽¹⁾; Dalila Dominique Duarte Rocha⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Graduanda (os); Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas - MG; cris-vieira15@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

RESUMO: A produção de grãos é o alvo central, que resume todo o trabalho do melhorista. Dessa maneira, as correlações são uma ferramenta interessante e eficaz, funcionando de forma a identificar características fortemente associadas a uma variável principal. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi estimar os valores de correlações da produtividade de grãos com outras características, a fim de, determinar a possibilidade de estimar a produção de grãos, para que, a seleção de híbridos potenciais seja mais rápida. Para isso, foram avaliados 144 híbridos de sorgo granífero, com experimento conduzido em Sete Lagoas. Assim, avaliou-se as características de florescimento (dias); altura de plantas (cm); produtividade de grãos (ton.ha⁻¹); diâmetro de panículas (polegadas); e comprimento de panículas (cm). Os procedimentos estatísticos de análise de variância e correlação de Pearson foram desenvolvidos no programa GENES. O teste de correlações apresentou resultados significativos para as características, com valores médios para todas as correlações. Através das regressões é admissível inferir que poderiam ser suprimidas as etapas de colheita individual de parcelas, pesagem de panículas, trilha de panículas, pesagem de grãos, aferimento de teor de umidade e peso de mil grãos, que correspondem a todas as etapas anteriores ao dado de produtividade. Isso porque é razoável gerar uma regressão que estime a produtividade, maximizando o trabalho do pesquisador, pela redução do tempo gasto com a coleta de dados pós-colheita e redução de mão de obra. Porém, mais genótipos devem ser avaliados para aumentar a precisão das estimativas.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, associação de variáveis, produtividade de

grãos.

INTRODUÇÃO

O potencial agrônômico do sorgo tem sido amplamente explorado em diversos setores da cadeia produtiva, devido às suas características de multifuncionalidade. Essas destinações diversas que tornam o sorgo uma excelente opção para o mercado, podem ser divididas de acordo com os tipos de sorgo: como o sorgo granífero, para produção de grãos; forrageiro e silageiro, para corte e pastejo, respectivamente; e os tipos sacarino e biomassa, para demanda industrial por etanol de primeira e segunda gerações, e queima para energia, em específico para o biomassa (RIBAS, 2000).

Para a obtenção de materiais graníferos, com boa qualidade de grãos e altas produtividades são necessárias avaliações para diversas características, que respondem pelo desempenho da planta no campo, considerando; fitossanidade, tempo gasto para completar ciclo, porte da planta, desempenho agrônômico em relação aos pais, comprimento de panículas, diâmetro de panículas, diâmetro do colmo, número de panículas colhidas, produção de grãos e peso de mil grãos, dentre outras. Considerando estas características são selecionados genótipos superiores, que apresentam alguma correlação; forte, média ou fraca com outras, o que possibilita aferir uma característica de interesse, de acordo com outra de medição mais fácil, ou que dispensa maior mão de obra.

As associações entre características têm sido estudadas a fim de estimar valores que respondam por alguma variável principal (PIMENTEL-GOMES, 2009). E, para o sorgo granífero, o resultado alto de produtividade de grãos é o objetivo final das

pesquisas, que possibilita a identificação de genótipos promissores para inserção no mercado. No entanto, são necessárias avaliações de aspectos quantitativos e características que estão intimamente ligadas à produtividade final (RODRIGUES, 2010).

Diante do exposto anteriormente, o objetivo do presente trabalho foi estimar valores de correlações da produtividade de grãos com outras características, afim de, determinar a viabilidade de estimar a produção de grãos, para que, a seleção de híbridos potenciais seja mais rápida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano agrícola de 2014, na unidade experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, localizada a 15°47' de latitude sul, 43°18' de longitude oeste e 516m de altitude. O ensaio foi conduzido em safrinha, com suporte de irrigação, e tratos culturais, de acordo com a recomendação para adubação do sorgo e densidade de plantas por metro linear.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 144 híbridos de sorgo granífero, sendo 141 experimentais e 3 comerciais. Para estes, avaliou-se as características: florescimento (dias), contagem de dias decorridos da semeadura até o florescimento de 50% das plantas da parcela; altura de plantas (cm), medida do colo da planta até o ápice da panícula; produtividade de grãos ($\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$), peso de grãos da parcela, extrapolado para toneladas por hectare; diâmetro de panículas (polegadas), medida no terço médio de 2 plantas da parcela; comprimento de panículas (cm), medida de 2 plantas da parcela, da intersecção final da panícula ao ápice.

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi o DBC (blocos ao acaso), com duas repetições, em que cada parcela da unidade experimental foi composta de 2 linhas de 5 m, espaçadas 0,5m entre si, e considerando como área útil 5m.

As estimativas genotípicas do teste t, de acordo com grau de liberdade foram procedidas pelo programa computacional Genes (CRUZ, 2013), realizando análise de variância e verificando o coeficiente de correlações simples, pelo teste de Pearson. Através desse foi medida a relação linear dada entre as variáveis, determinada pela seguinte expressão:

$$r = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) \cdot \text{Var}(Y)}} \quad -1 \leq r \leq 1$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right]}}$$

Sendo que, a classificação dos coeficientes é feita de acordo com sua magnitude, onde $r = 0$ expressa correlação nula; $0,30 < |r| < 0,60$, considerada interação média; $0,60 < |r| < 0,90$, forte e quando $|r| = 1$ a correlação é perfeita, sugerindo dependência completa, positiva ou negativa entre as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que os genótipos avaliados possuem variabilidade entre si (Tabela 1). Apenas a característica de diâmetro de panículas não expressou diferença estatística entre os dados, observando dessa forma que, esta varia pouco entre os híbridos. Os coeficientes de variação foram de baixos a médios para todas as características, dentro da faixa recomendada para este tipo de ensaio. O que significa dizer que, os resultados obtidos expressam bem o desempenho dos genótipos.

A média de produtividade dos híbridos foi de $4,27 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, situando-se bem acima da média nacional que é de $2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. A altura de plantas foi de 134 cm, ideal para materiais graníferos, facilitando a mecanização, reduzindo riscos de acamamento e até aumentando a eficiência da planta na produção de grãos. E o ciclo médio dos materiais foi de 61 dias, demonstrando precocidade (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise variância para as características de florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), produtividade de grãos (PG), diâmetro de panícula (DP) e comprimento de panícula (CP), em Sete Lagoas – MG (2014).

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F.

O teste de correlações de Pearson apresentou resultados significativos para todas as associações entre características ao nível de 1% ($p < 0,01$) de probabilidade (Tabela 2).

A produtividade de grãos obteve maior correlação negativa com a altura de plantas, o que pode ser explicado pelo balanço energético da planta. Com isso, significa dizer que, as plantas destinadas a produção e qualidade de grãos, tendem a translocar os nutrientes absorvidos e suas reservas energéticas para a fase reprodutiva, o que requer menos gasto metabólico com crescimento vegetativo (MAGALHÃES & DURÃES, 2003). Portanto, a correlação de $r = -0.71$ entre produtividade e altura de plantas, sugerem que, quanto maior a produção de grãos, menor é o porte das plantas, no caso médio desta unidade de experimento. E, ainda em relação à altura de plantas é interessante discutir que a correlação entre altura e diâmetro de panículas foi a mais forte observada no ensaio ($r = 0.92$). Desse modo, pode-se afirmar que, selecionar uma planta de porte reduzido levaria a seleção de panículas de menor diâmetro, já que a correlação entre estas é alta e proporcional. Portanto, a seleção também seria conduzida para panículas de maior comprimento, o que implica dizer que, plantas mais eficientes para produção de grãos seriam identificadas, já que a relação entre essas variáveis é média ($r = 0.63$) e cresce de maneira proporcional.

Diante das correlações foi possível notar que, a característica positiva mais fortemente correlacionada com a produtividade de grãos é o comprimento de panícula, sendo sua interação média, de valor ($r = 0.63$). Assim é possível compreender que, quanto maior o comprimento da panícula é possível que a produção de grãos também aumente, podendo assim, recomendar que as panículas sejam selecionadas pelo seu comprimento, mas não por seu diâmetro, que indicou associação negativa, tanto para produção de grãos ($r = -0.66$), quanto para comprimento das panículas ($r = -0.66$).

Por meio dessa correlação, entre as características de comprimento e diâmetro de panículas, pode ser possível calcular uma regressão que estime a produção, como uma variável dependente, dessas citadas. Com esta regressão seriam dispensáveis os processos de colheita individual de parcelas, pesagem de panículas, trilha de panículas, pesagem de grãos, aferimento de teor de umidade e peso de mil grãos, que correspondem a todas as etapas anteriores ao dado de

FV	GL	QM				
		FLOR (dias)	ALT (cm)	PG (ton.ha ⁻¹)	DP (polegada)	CP (cm)
Blocos	1	13.7813	8.855	6.1737	0.1542	2.0279
Genótipos	143	16.491**	416.5344**	0.9477**	0.2824 ^{ns}	8.6137**
Resíduo	143	4.9491	54.1907	0.5882	0.2763	2.6274
Média		61.47	134.21	4.27	4.08	26.23
CV (%)		3.62	5.49	17.95	12.87	6.18

produtividade, que é o objetivo central para o lançamento de um híbrido comercial granífero.

Tabela 2 - Estimativas de correlações fenotípicas entre caracteres de híbridos de sorgo granífero, avaliados em Sete Lagoas, 2014.

Características	ALT	PG	DP	CP
FLOR	-0.73**	0.61**	-0.68**	0.59**
ALT		-0.71**	0.92**	-0.70**
PG			-0.66**	0.63**
DP				-0.66**

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

CONCLUSÕES

Com o estudo de correlações de Pearson foi possível concluir que, selecionar uma planta por porte pode induzir a seleção de panículas de menor diâmetro, e assim a seleção também seria conduzida para panículas de maior comprimento, o que implica dizer que, plantas mais eficientes para produção de grãos seriam identificadas, de acordo com as correlações entre estas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à EMBRAPA MILHO E SORGO e à FAPEMIG, pelo financiamento, apoio e oportunidade de desenvolver este trabalho.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Sorgo: acompanhamento da safra brasileira de grãos: 2015/16**. Brasília, 2014. Disponível em: . Acesso em: 01 jun. 2016.

CRUZ, C.D. GENES - **A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Ecofisiologia da Produção de Sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2003. 2 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 86).

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RIBAS, P. M. **Sistema de produção: cultivo de sorgo**. 2000. Disponível em: [HTTP://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/). Acesso em 21 de maio de 2016.

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: . Acesso em: 10 de maio. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Depressão por endogamia em híbridos de sorgo granífero

Celso Henrique Tuma e Silva⁽¹⁾; Cicero Beserra de Menezes⁽²⁾; Karla Jorge da Silva⁽³⁾; Crislene Vieira dos Santos⁽¹⁾; Ruane Alice da Silva⁽¹⁾; Dalila Dominique Duarte Costa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia agrônômica – UFSJ/Sete Lagoas-MG/Brasil. Bolsista Embrapa –e-mail: celsotuma@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisador - Embrapa Milho e Sorgo – Sete Lagoas-MG/Brasil. ⁽³⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas – UFV/Viçosa-MG/Brasil; ⁽⁴⁾ Mestranda em Produção vegetal – UFSJ/Sete lagoas -MG/Brasil.

RESUMO: Apesar de o sorgo granífero ser uma espécie autógama, os programas de melhoramento genético tem explorado bastante ovigor híbrido. No entanto, poucos trabalhos são encontrados na literatura sobre este assunto. O objetivo do presente trabalho foi estimar a depressão por endogamia em híbridos de sorgo granífero. O experimento foi realizado na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, na primeira safra de 2015. Foram utilizados vinte e um híbridos simples, avaliando-se as gerações F1 (híbrido simples) e F2, para a característica produtividade de grãos. Em média a depressão por endogamia foi de 45,20%. Nove híbridos apresentavam queda de produção na geração F2 de mais de 40% (1167017, AG1040, A9737R, 1167093, 80G80, 1G282, 1G100, 1168093, Buster, BRS373, 1236020, 1167092, BRS380, Jade, 1167048 50A50). Nesse sentido, pode-se dizer que não é viável a utilização de sementes F2 em produção comercial de sorgo granífero, visto que sua produtividade é reduzida significativamente tornando-se inviáveis economicamente. Portanto recomenda-se que o produtor compre sementes anualmente, ao invés de utilizar sementes F2 de híbridos simples.

Termos de indexação: híbrido simples, produtividade, *Sorghum bicolor*, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo granífero tem sido uma opção muito utilizada na agricultura brasileira, sendo observados aumentos expressivos de áreas semeadas (Albuquerque *et al.*, 2014). Hoje o sorgo granífero desempenha papel fundamental em plantios de segunda safra, devido suas características agrônômicas favoráveis às

condições climáticas, sendo excelente opção em plantios de sucessão, na região do Brasil central (Borém *et al.*, 2014). Em busca de maior rentabilidade na produção de grãos são utilizadas sementes com alto nível de pureza genética, e híbridos simples com alto vigor, na finalidade de maximizar cada vez mais a produção (Casela *et al.*, 2003).

O sorgo granífero, plantado na safrinha, utiliza em quase sua totalidade híbridos simples e existem poucos trabalhos sobre a viabilidade da utilização de sementes F2.

O objetivo do trabalho foi estimar a depressão por endogamia em sorgo granífero, buscando subsidiar o produtor com a melhor opção de sementes a utilizar.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado na Embrapa Milho e Sorgo na cidade de Sete Lagoas-MG, na primeira safra de 2015.

Foram utilizados vinte e um híbridos experimentais em ciclo F1 e F2, avaliados para característica de produtividade de grãos.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi constituído por 63 parcelas distribuídas em duas linhas de 5 m, consideradas como área útil, com espaçamento 0,5 m entre fileiras.

Delineamento e análise estatística

O delineamento foi composto por blocos casualizados, sendo realizada análise de variância para determinar a significância e teste de medias

Scott & Knott a 5%, por meio do recurso computacional do programa SISVAR (Ferreira, 1998).

O índice de depressão foi estimado utilizando-se a fórmula:

$$DP = \left[\frac{(\bar{F}_1 - \bar{F}_2)}{\bar{F}_1} \right] 100$$

Onde:

DP: Índice de depressão por endogamia;

\bar{F}_1 : Média do híbrido na geração;

\bar{F}_2 : Média do híbrido na geração F2.

O plantio foi realizado em boas condições ambientais, com adubação de plantio 411 kg/ha de 08-28-16 e cobertura de 240 kg/ha de uréia a 45%. Foram realizadas duas aplicações de Atrazina com concentração de 3,5 l/ha, sendo a primeira imediatamente após a semeadura e a segunda após quinze dias. A colheita foi mecanizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram significância entre os híbridos testados para característica de produtividade de grãos. O valor do coeficiente de variação obtido foi de 14,27 %, demonstrando-se que houve boa condução experimental, segundo (Pimentel-Gomes, 2000), que para a cultura do sorgo, considera-se adequado quando abaixo de 20%. A média geral dos híbridos foi de 4,80 t.ha⁻¹, o que é considerado um bom resultado, sendo que as estimativas de produção de sorgo realizadas pela Conab para a safra 2015/16 obtiveram valores de 2,90 t.ha⁻¹ (CONAB 2016).

As médias dos híbridos F1 e F2 foram de 5,68 e 3,91 t.ha⁻¹, respectivamente, o que representa um índice de depressão de 45,20% (Tabela 1). Alguns híbridos demonstraram alta produtividade de grãos na geração F2, que foram: 1G282, 1G100 e 1168093.

Dentre os vinte e um híbridos avaliados, para índice de depressão foi possível identificar que nove destes apresentavam queda na produtividade de grãos, em relação a F1 para F2 de aproximadamente 40%. E estes foram: 1167017, AG1040, A9737R, 1167093, 80G80, 1G282, 1G100,

1168093, Buster, BRS373, 1236020, 1167092, BRS380, Jade, 1167048 50A50. A partir dos resultados observados, sugere-se que não é viável a utilização de sementes de ciclo F2, visto que a produtividade de grãos de muitos dos híbridos avaliados reduz drasticamente, tornando-se inviáveis economicamente.

Tabela 1. Médias de produção e estimativas do índice de depressão por endogamia (ID) em híbridos F2 em relação ao F1 para a característica de produtividade de grãos (ton.ha⁻¹) em Sete Lagoas- MG (2015).

Híbridos	Produtividade de grãos (ton.ha ⁻¹)			% DP
	F1	F2		
1105661	5,02	a 3,73	b	-34,46
1167017	7,06	a 3,73	b	-89,45
1167048	5,23	a 3,69	b	-41,95
1167092	5,95	a 4,06	b	-46,63
1167093	6,21	a 3,58	b	-73,37
1168093	6,11	a 4,05	b	-50,91
1236020	5,70	a 3,87	b	-47,16
1236043	4,06	a 4,13	b	1,62
1G 100	6,25	a 4,07	b	-53,61
1G 282	8,21	a 5,11	b	-60,63
50A50	5,90	a 4,19	b	-40,70
80G80	5,03	a 3,05	b	-64,85
A 9735R	6,79	a 3,91	b	-73,89
AG 1040	5,51	a 2,97	b	-85,62
AS 4625	6,25	a 5,32	a	-17,54
BRS 330	5,20	a 4,13	a	-25,81
BRS 332	4,28	a 4,01	a	-6,82
BRS 373	5,13	a 3,46	b	-48,36
BRS 380	5,89	a 4,07	b	-44,68
Buster	4,43	a 2,95	b	-50,45
FOX	3,94	a 3,29	a	-19,88
Jade	6,79	a 4,69	b	-44,60
Médias	5,68	3,91		-45,20

De acordo com a CONAB (2016), a produção de sementes representa, na cultura do sorgo granífero, 17,68% do custo de produção, tornando-se inviável a utilização de sementes F2, com redução média de produtividade de 45,20%.

CONCLUSÕES

A utilização de sementes F2 não é viável, diante da queda na produtividade de grãos em relação à geração F1.

A depressão por endogamia no cultivo de sementes F2 é significativamente maior que o investimento na compra de sementes F1.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e a EMBRAPA Milho e Sorgo pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.J.B.; MANTOVANI, E.C.; MENEZES, C.B.; TARDIN, F.D.; FREITAS, R.S.; MAY, A.; ZANDONADI, C.H.S. Sorgo granífero: manejo, colheita e armazenamento. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n.278, p.41-48, jan./fev. 2014

BOREM, A., PIMENTEL, L.; PARRELA, R.A.C. Sorgo do plantio à colheita. Viçosa, MG:Ed. UFV, 2014, 275p.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. Doenças foliares de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 72)..

FERREIRA, D. F. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. Livraria Nobel S. A., São Paulo, SP, 2000. 477p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Desempenho de sorgo silageiro no sul do RS

Maria da Graça de Souza Lima⁽¹⁾; Zeferino Genésio Chielle⁽²⁾; Daniele de Lima Alves⁽³⁾; Gabriela Machado Ribeiro⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisadora; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-Sul; Domingos Petroline; RS; maria-lima@fepagro.rs.gov.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária Vale do Taquari; ⁽³⁾ Técnica em laboratório; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-Sul; ⁽⁴⁾ Auxiliar de serviços complementares; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-Sul.

RESUMO: O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) é o quinto cereal mais produzido no mundo e reconhecido como o principal grão alternativo ao milho. O trabalho visou avaliar o desempenho de materiais promissores de sorgo no sul do Rio Grande do Sul. O ensaio foi conduzido na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) Sul. Os canteiros foram constituídos de 60 parcelas com 1,40 m de largura x 5,0 m de comprimento, com duas linhas de plantio espaçadas em 0,70 m cada. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 20 materiais (híbridos simples, cultivares e linhagens) de sorgo: Past-29-51-70-75-03-04 a; Past-29-49 cc-04 a; Fepagro 19; Fepagro 18; Past-38-23 b-04 a; Fepagro RS 12; Fepagro RS 11; Past-11-46 a-03-04 a; Past RS 12 sel; Past-81-04; Past-19-10-aa-04; Fepagro 17; Past-01-37-04; 28; P03-sel; 137; BRS 610; BRS 655; BRS 658 e BRS 659, com três repetições. Foram avaliadas variáveis como altura da planta (AP), massas fresca e seca da parte aérea (MFPA/ MSPA). As cultivares Past-29-51-70-75-03-04 a, Past-19-10-aa-04 e BRS 659 de maneira geral foram os exemplares que apresentaram o maior porte, enquanto a Past-11-46 a-03-04 foi o de menor altura. Para MFPA os materiais com melhor desempenho foram Past-29-51-70-75-03-04 a e Past-19-10-aa-04, este último apresentou o maior conteúdo de massa seca, enquanto que P03-sel foi o material com menores massas fresca e seca. A cultivar Past-19-10-aa-04 foi o material que apresentou melhor desempenho em todas características avaliadas, demonstrando-se promissor para uso na região sul do RS.

Termos de indexação: massa seca, silagem, *Sorghum bicolor* (L.) Moench..

INTRODUÇÃO

A diversificação de culturas anuais para a produção de forragem é altamente desejável devido

à redução do custo de produção de leite e carne. O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) é o quinto cereal mais produzido no mundo, atrás, apenas, do arroz, do trigo, do milho e da cevada. A maior área produzida localiza-se na África, enquanto a maior produção está na América do Norte (México e EUA). O investimento na produção e na utilização do sorgo no Brasil se justifica dentro da política estabelecida pelo governo, que seria o aumento da eficiência, da qualidade e da competitividade dos produtores. É uma cultura versátil, podendo ser utilizada na alimentação humana e como matéria-prima para a produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas, tintas, vassouras, açúcar, produção de amido e óleo comestível (Conab, 2015). Para utilização específica na agropecuária, o sorgo é destinado à ração animal, silagem e pastejo. É reconhecido como o principal grão alternativo ao milho com a vantagem de menor custo de produção e valor de comercialização. A cultura de sorgo tem sido utilizada no processo de ensilagem, principalmente por sua facilidade de cultivo, pelos altos rendimentos, pela tolerância à seca, pela capacidade de explorar grande volume de solo, por apresentar um sistema radicular abundante e profundo, pela possibilidade de se cultivar a rebrota quando submetido a manejo adequado e, especialmente, pela qualidade da silagem produzida sem necessidade de aditivo para estimular a fermentação (Santos, 2008).

Entre as práticas culturais empregadas para a obtenção de maior produção vegetal, a seleção de materiais promissores torna-se fundamental devido as respostas destes ao uso eficiente dos recursos ambientais disponíveis.

Este trabalho visou avaliar o desempenho de materiais promissores de sorgo no sul do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho fez parte do ensaio Sul-Rio-Grandense de sorgo silageiro coordenado pela FEPAGRO Vale do Taquari – Emílio Schenk e desenvolvido em regiões representativas para os produtores do Rio Grande do Sul, nos Centros de Pesquisa da FEPAGRO. Os mesmos serviram também para ensaios de VCU (Valor de cultivo e uso). Os participantes foram empresas públicas que realizam pesquisa em sementes de sorgo.

O ensaio foi conduzido no Centro de Pesquisa da Região Sul (FEPAGRO/SUL), município de Rio Grande/RS, situada a 31° 59' de latitude Sul e a 52 17' de longitude Oeste de Greenwich e 10,4 m de altitude. A área de implantação do experimento apresenta um solo 'Tuia' ARGISSOLO VERMELHO AMARELO típico, profundo, muito arenoso, levemente ácido, com teores baixos de matéria orgânica, fósforo e potássio (Embrapa, 2006). O solo foi corrigido para pH 6,0 e na base foram adicionados 350 Kgha-1 de NPK na formulação 8-28-18.

A instalação do ensaio deu-se com o preparo do solo de forma convencional (uma aração e duas gradagens) seguido de encanteiramento. O plantio foi realizado em 01/12/2015. Os canteiros foram constituídos de 60 parcelas com 1,40 m de largura x 5,0 m de comprimento, com duas linhas de plantio espaçadas em 0,70 m cada. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 20 materiais híbridos simples (Embrapa), cultivares e linhagens de sorgo, oriundos da Fepagro Vale do Taquari consideradas de duplo propósito e silageiros altos: Past-29-51-70-75-03-04 a; Past-29-49 cc-04 a; Fepagro 19; Fepagro 18; Past-38-23 b-04 a; Fepagro RS 12; Fepagro RS 11; Past-11-46 a-03-04 a; Past RS 12 sel; Past-81-04; Past-19-10-aa-04; Fepagro 17; Past-01-37-04; 28; P03-sel; 137; BRS 610; BRS 655; BRS 658 e BRS 659, com três repetições. O material foi colhido, em 27/04/2016, com os grãos na fase de massa mole, no meio da panícula.

Foram avaliadas variáveis como altura da planta (AP), em cm, e massas fresca e seca da parte aérea (MFPA/ MSPA), em gramas. Para AP as plantas foram medidas com auxílio de uma trena e os resultados expressos em cm planta. A MFPA foi determinada a partir da média do peso de três plantas, em seguida da coleta. Para MSPA as plantas foram levadas a estufa de ventilação forçada a temperatura de 70 °C até atingirem massa constante, os resultados foram expressos em grama planta. A estimativa de produtividade foi calculada com base na área plantada (7 m²) e na média da massa fresca total (dados não apresentados) ajustadas para 1ha, os valores foram apresentados em tha-1.

Os dados foram analisados estatisticamente por

análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 1% probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares Past-29-51-70-75-03-04 a, Past-19-10-aa-04 e BRS 659 (Tabela 1) foram os exemplares que apresentaram o maior porte, não diferindo estatisticamente entre si, enquanto a Past-11-46 a-03-04 foi o de menor altura. De acordo com Pereira Filho & Rodrigues (2015) os sorgos forrageiros e de duplo propósito apresentam porte que varia de 2,00 a 2,50 m de altura e caracterizam-se pela grande capacidade de produção de matéria verde. Com relação a esta característica os dados apresentados na tabela 1, mostram que os materiais com melhor desempenho foram Past-29-51-70-75-03-04 a e Past-19-10-aa-04, este último apresentou o maior conteúdo de massa seca (Tabela 2), enquanto que P03-sel foi o material com menores massas fresca e seca. A estimativa de produtividade, apresentada na tabela 2, indica que o material Past-19-10-aa-04 foi o que apresentou maiores valores, cerca de 100 tha-1, superando inclusive cultivares já utilizadas no mercado. Este material revela-se promissor para uso no RS. Pereira Filho et al. (2013) ao avaliarem cultivares de sorgo constataram que a variedade BR 506 produziu cerca de 86,0 tha-1. Ao analisar cultivares de sorgo sacarino em rede nacional de ensaio em Santa Maria, RS, Marchezan & Silva (1984) verificaram que uma das cultivares mais promissoras (BR 505) obteve rendimento de massa verde de 46 t ha-1. Em trabalho de revisão, Almodares & Hadi (2009) relacionaram 36 materiais de sorgo sacarino entre variedades, híbridos e linhagens e encontraram variações no rendimento de massa verde de 27,9 a 128,9 tha-1

Tabela 1: Altura (m) e massa fresca (g) de diferentes materiais de sorgo. Rio Grande, 2015/2016

Trat.	Altura (m)	Massa fresca (g)
Past-29-51-70-75-03-04 a	2,11 a*	823,33 c
Past -29-49 cc-04 a	1,94 bc	390,67 ghi
Fepagro 19	1,55 i	525,67 ef
Fepagro 18	2,05 ab	284,00 ijl
Past-38-23 b-04 a	1,81 cdefg	901,33 bc
Fepagro RS 12	1,69 ghi	377,67 ghij
Fepagro RS 11	1,92 bcd	368,33 ghij
Past-11-46 a-03-04 a	1,22 j	272,33 jl
Past RS 12 sel	1,79 defh	325,67 hijl

Past-81-04	1,89 cdef	593,00 de
Past-19-10-aa-04	2,11 a	1040,00 a
Fepagro 17	1,59 i	264,00 jl
Past-01-37-04	1,75 fgh	332,00 ghijl
28	1,89 cde	446,00 fg
P03-sel.	1,62 hi	235,00 l
137	1,56 i	389,67 ghi
BRS 610	1,59 i	435,00 fgh
BRS 655	1,77 efg	949,67 ab
BRS 658	1,74 gh	313,67 ij
BRS 659	2,10 a	679,00 d
CV (%)	2,49	7,46

*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 2: Massa seca (g) e produtividade estimada (tha^{-1}) de diferentes materiais de sorgo. Rio Grande, 2015/2016

Trat.	Massa seca	Produt. estim.
	(g)	(tha^{-1})
Past-29-51-70-75-03-04 a	403,00 a	70,48
Past -29-49 cc-04 a	259,00 bcd	49,24
Fepagro 19	221,00 cde	48,71
Fepagro 18	159,0 defgh	16,48
Past-38-23 b-04 a	280,33 bc	46,38
Fepagro RS 12	121,00 efg	21,90
Fepagro RS 11	101,00 fgh	20,86
Past-11-46 a-03-04 a	88,00 h	18,57
Past RS 12 sel	148,33 efg	25,10
Past-81-04	227,33 cde	36,81
Past-19-10-aa-04	413,00 a	102,00
Fepagro 17	153,00 defgh	29,29
Past-01-37-04	168,00 defgh	28,81
28	212,00 cde	40,29
P03-sel.	93,00 gh	16,95
137	200,67 cdefg	16,86
BRS 610	204,67 cdef	11,00
BRS 655	357,00 ab	41,00
BRS 658	148,00 efg	9,38
BRS 659	360,00 ab	29,81
CV (%)	16,30	-----

*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey a 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A cultivar Past-19-10-aa-04 foi o material que apresentou melhor desempenho em todas características avaliadas, demonstrando-se promissor para região sul do RS.

REFERÊNCIAS

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 4, n. 9, p. 772-780, 2009. Disponível em: <http://www.academicjournals>. Acessado em 25 de junho de 2016.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Perspec. agropec. Safra 2015/2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acessado em 27 de junho de 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

MARCHEZAN, E.; SILVA, M. I. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, p. 161-172, 1984.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F. CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. Sorgo: o produtor pergunta. Brasília, DF, Embrapa, 2015. 327 p.

SANTOS, J. A. BRS 655 Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. EMBRAPA, CIRCULAR 107. EMBRAPA, Sete Lagoas, 2008.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Desempenho do ensaio de sorgo silageiro na região do Baixo Vale do Rio Uruguai na safra 2015/2016

Zeferino Genésio Chielle¹; Nilton Luís Gabe²; Adair Lourenço Portela³.

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro); Taquari, RS; zeferino-chielle@fepagro.rs.gov.br; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Fepagro em São Borja, RS; nilton-gabe@fepagro.rs.gov.br; ⁽³⁾ Técnico Agrícola da Fepagro em São Borja, RS; cereais@fepagro.rs.gov.br

RESUMO: A produção e conservação de forragem é uma prática amplamente utilizada por produtores de leite e carne para atender as necessidades diárias dos ruminantes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de 20 genótipos de sorgo silageiro sendo cinco cultivares e onze entradas codificadas da Fepagro e quatro híbridos da Embrapa para produção de forragem para silagem. O ensaio foi conduzido no Centro de Pesquisa José Pereira Alvarez em São Borja com delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram semeados em novembro de 2015 com uma população inicial estimada em 120 a 160 mil plantas por hectare, foi utilizada uma semeadora de parcelas com quatro linhas de sete metros, com as duas linhas centrais colhidas como área útil (7m²). Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas cm; população final de plantas; kg de massa verde/m²; kg de massa seca/m². O corte dos tratamentos ocorreu na fase de grão entre massa mole e massa dura. Verificou-se que não houve diferença estatística em relação a massa verde colhida pelo teste de Scott-knott (5%) tendo como média 5,905 kg/m², em relação a matéria seca o genótipo com código 137 apresentou o melhor rendimento com 2,61 kg/m² não diferindo estatisticamente em um grupo de doze genótipos. As precipitações que ocorreram durante o cultivo foram bem distribuídas e superiores a condição normal do período proporcionando um rendimento médio de 1,94 kg/m². Nestas condições de cultivo constatamos pouca diferença na produção entre os genótipos.

Termos de indexação: genótipos, ambiente, produção.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção tecnificados o uso da silagem é prática recorrente para atender

parcialmente as necessidades diárias de volumoso dos ruminantes tanto na produção de carne como de leite. Os registros climáticos do Rio Grande do Sul indicam que o estado sofre de estiagens recorrentes tornando a produtividade do milho instável, deste modo, a cultura do sorgo se torna interessante para o uso como forragem na forma de silagem.

O presente trabalho faz parte da rede sul-rio-grandense de sorgo silageiro com o objetivo de avaliar o desempenho de 20 genótipos de sorgo na região do Baixo Vale do Rio Uruguai na safra 2015/2016.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa José Pereira Alvarez em São Borja RS, o delineamento foi de blocos ao acaso com quatro repetições e 20 tratamentos constituídos por genótipos de sorgo silageiro, sendo, cinco cultivares e onze entradas codificadas da Fepagro e quatro híbridos da Embrapa. As unidades experimentais foram semeadas mecanicamente com uma semeadora de parcelas em novembro de 2015 com quatro linhas espaçadas a 0,5m entre si e com 7m de comprimento, as duas linhas centrais constituíram a área útil da parcela com 7m², a população inicial do sorgo foi de 120 a 160 mil plantas por hectare. A adubação de base e cobertura foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo. Nos tratamentos foram realizadas as seguintes avaliações: registro da data de florescimento; registro da data de colheita; registro da altura de plantas; número de plantas colhidas; massa verde em kg/m²; % de massa seca; massa seca em Kg/m². Os dados de massa verde e massa seca foram submetidos a análise de variância e ao teste de agrupamento de médias (Scott- Knott 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo da cultura de dezembro a março ocorreram precipitações bastante expressivas totalizando 923 mm este valor correspondente a 161,2% da normal do período de acordo com os valores da **(tabela 1)** Desta forma, não ocorreu restrição hídrica no período de avaliação do ensaio.

Na **(tabela 2)** constam os parâmetros avaliados no ensaio a média de matéria verde foi de 5,905 kg/m², sendo que, não houve diferença estatisticamente entre os genótipos pelo teste de Scott-Knott (5%). Em relação a matéria seca a média de produção foi de 1,94 kg/m² o genótipo com código 137 apresentou o melhor rendimento com 2,61 kg/m² não diferindo estatisticamente em um grupo de doze genótipos. No dia 25 de março ocorreu um forte vendaval provocando o acamamento total dos materiais não colhidos até então, porém não houve problemas ou prejuízo com a colheita dos materiais.

CONCLUSÕES

Na condição de cultivo sem restrições hídricas os genótipos avaliados apresentam pouca variação na produtividade de matéria verde e matéria seca.

REFERÊNCIAS

CEMETRS – Centro estadual de meteorologia. Precipitação normal mensal. Disponível em <http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/7289/?Boletim_Meteorol%C3%B3gico_Dezembro_de_2015>. Acesso em 28 de junho de 2015

SINDA - Sistema nacional de dados ambientais. Precipitação mensal em São Borja <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/dados.php?id=31919>>

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica ocorrida, precipitação normal e diferença entre a normal e a ocorrida no período de cultivo do ensaio de sorgo silageiro semeado em 24 de novembro de 2015 em São Borja RS (CEMETRS) (SINDA).

Precipitação	precipitação pluviométrica (mm)					
	Novembro/15	Dezembro/15	Janeiro/16	Fevereiro/16	Março/16	Abril/16
Ocorrida	277	491	128	89,75	214,75	189,5
normal	143,6	128,10	151,7	134,4	158,6	187,10
diferença	133,4	362,9	-23,7	-44,65	56,15	2,4

Tabela 2 - Data de florescimento e colheita, altura de plantas (cm), densidade de plantas (pl/m²), massa verde (kg/m²), % de massa seca e massa seca (kg/m²) de 20 genótipos de sorgo sacarino-silageiro semeadas no Centro de Pesquisa José Pereira Alvarez em São Borja RS, na safra 2015/2016

tratamento	Data		altura Pl. (cm)	densidade Pl/m ²	massa verde Kg/m ²	massa seca %	Massa seca Kg/m ²
	Floresc.	colheita					
1 Past-29-51-70-75-03-04 a	25/02	01/04	310	15,1429 b	5,2929 a	32,27 a	1,7286 b
2 past -29-49 cc-04 a	01/03	01/04	305	18,3571 a	5,9607 a	34,05 a	2,0206 a
3 fepagro 19	25/02	01/04	345	15,6071 b	5,8071 a	35,26 a	2,0167 a
4 fepagro 18	03/03	01/04	275	16,8214 b	6,2107 a	30,97 a	1,9294 a
5 past-38-23 b-04 a	26/02	01/04	355	18,0000 a	6,3821 a	28,60 a	1,8178 b
6 fepagro rs 12	26/02	01/04	335	16,0000 b	5,5321 a	35,56 a	1,9600 a
7 fepagro rs 11	29/02	01/04	300	14,9286 b	6,4036 a	33,32 a	2,1309 a
8 Past-11-46 a-03-04 a	29/02	01/04	320	19,6786 a	6,3357 a	33,28 a	2,1004 a
9 Past rs 12 sel	26/02	01/04	350	19,2857 a	6,3643 a	34,10 a	2,1742 a
10 Past-81-04	29/02	01/04	305	18,8929 a	6,5750 a	34,70 a	2,2834 a
11 Past-19-10-aa-04	03/03	01/04	350	17,2857 b	6,3893 a	32,92 a	2,0452 a
12 fepagro 17	01/03	01/04	335	17,7857 a	6,2964 a	34,33 a	2,1913 a
13 past-01-37-04	26/02	01/04	325	18,9286 a	5,4821 a	33,27 a	1,8379 b
14 28	01/03	01/04	305	13,7143 b	5,2929 a	29,41 a	1,5416 b
15 p03-sel.	01/03	01/04	305	15,9286 b	5,8500 a	33,09 a	1,9317 a
16 137	25/02	01/04	295	19,7857 a	6,6036 a	39,37 a	2,6100 a
17 BRS 610	22/02	23/03	250	24,1071 a	6,0250 a	30,44 a	1,8268 b
18 BRS 655	15/02	16/03	245	19,1429 a	5,3607 a	27,12 a	1,4568 b
19 BRS 658	16/02	16/03	285	22,0714 a	5,3607 a	31,75 a	1,7039 b
20 BRS 659	19/02	23/03	260	15,2143 b	4,575 a	31,29 a	1,4284 b
média				17,8339	5,905	32,76	1,9368
CV				18,57	15,24	11,04	19,49

Médias seguidas da mesma letra nas colunas são agrupadas pelo teste de Scott-Knott 5%

Desempenho produtivo de genótipos de sorgo silageiro-sacarino na região sul-rio-grandense

Marcos Caraffa⁽¹⁾; Márcia Stein⁽²⁾; Angélica Reolon da Costa⁽²⁾; Emerson Antunes Carneiro⁽³⁾; Thiago Monteiro Giesen⁽³⁾; Gilson Preussler Witczak⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor; Sociedade Educacional Três de Maio; Três de Maio, RS; garrafa@setrem.com.br; ⁽²⁾ Professora; Sociedade Educacional Três de Maio; ⁽³⁾ Acadêmico; Sociedade Educacional Três de Maio.

RESUMO: O sorgo se constitui uma interessante opção de alimentação ao rebanho bovino, seja para pastejo ou para silagem. Os cultivares de sorgo com aptidão silageira também possibilitam utilização para produção de etanol e açúcar. Conhecer o desempenho de genótipos de sorgo silageiro e silageiro-sacarino nas condições edafoclimáticas do município de Três de Maio, RS, na safra 2015/2016 em termos de altura de plantas, ciclo produtivo, teor de matéria seca e produção de massa verde e seca foi o objetivo do presente estudo. Para tanto, foram cultivados vinte materiais genéticos por delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo determinada a altura de plantas, o ciclo da emergência ao estágio de massa dura, o teor de matéria seca, a massa verde e a massa seca. O período da emergência ao estágio de massa dura foi analisado considerando a média mais um desvio padrão (resultado superior) e a média menos um desvio padrão (resultado inferior). Os demais dados foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Relativamente à altura de plantas se destacaram os genótipos Past-81-04 e Past-29-49 cc-04 a, no quesito teor de matéria seca destacaram-se os cultivares BRS 658 e BRS 659, em termos de massa cuba destaque ao genótipo FEPAGRO RS 11, sem se diferenciar estatisticamente de outros dezesseis materiais e, em relação à produção de massa seca, se destacou o cultivar FEPAGRO 19. Como 15 dos 20 genótipos estudados não apresentaram diferença significativa em relação ao cultivar destaque, pode se afirmar que ocorreu ótima produção de massa seca, sendo que, em média, aos 114 dias após a emergência eles estão prontos para serem ensilados.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, ciclo para ensilagem, produção de massa verde e seca.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.), quinto cereal mais cultivado no mundo, pertence à família das *Poaceae* e teve sua origem provavelmente na África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia (Ribas, 2007). No Brasil ele vem se destacando na produção de silagem em função da sua alta produção por área e até possibilitando dois cortes em uma única semeadura (Botelho et al., 2010).

Estudos estão voltados à cultura do sorgo porque ele vem se mostrando como uma alternativa técnica e economicamente viável na produção de silagem de qualidade, pois é tolerante a períodos críticos de déficit hídrico e eventuais ataques de pragas e doenças, comparativamente a cultura do milho (Neumann et al., 2005).

Segundo Dalla Chiesa et al. (2008), a planta de sorgo é adaptada ao processo de ensilagem devido às suas características fenotípicas que facilitam a semeadura e colheita, sendo amplamente utilizado na alimentação de animais, pastejo e na produção de silagem para a terminação de bovinos. Esta espécie mostrou-se viável, principalmente, em regiões onde o cultivo e o potencial produtivo da cultura do milho sofrem limitações pluviométricas. Além disto, Zago (1997) e Neumann et al. (2005) salientam o uso do sorgo por ser um alimento de alto valor nutritivo, com alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para adequada fermentação láctica, altos rendimentos de massa seca por unidade de área, apresentando, em média, 85% a 90% do valor nutritivo das silagens de milho.

No intuito de gerar informações contributivas às propriedades que trabalham com pecuária na região fronteira noroeste do estado do Rio Grande do Sul, este estudo teve como objetivo avaliar o ciclo produtivo, a altura de plantas, o rendimento de massa verde e massa seca e os

teores de matéria seca de genótipos de sorgo silageiro e silageiro-sacarino, pertencentes ao Ensaio Sul-Rio-Grandense, organizado anualmente pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Área Experimental da SETREM, localizada na cidade de Três de Maio, com altitude de 344 m. O solo da área experimental é um latossolo vermelho distrófico típico (EMBRAPA - SiBCS, 2006). Por ocasião da implantação do experimento, foram amostradas as camadas de solo de 0,0-0,20 m para determinação de atributos químicos, obtendo-se os seguintes resultados: 5,9 pH-H₂O; 30,8 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 238 mg dm⁻³ de K; 2,3 % de matéria orgânica; 6,4 cmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 2,9 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺². A precipitação pluviométrica no período foi de 245 mm no mês de novembro, 554,5 mm em dezembro, 250,5 mm em janeiro, 127 mm no mês de fevereiro e 140,5 mm no mês de março.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, contando com vinte genótipos (**Tabela 1**). Cada parcela teve área de 16 m², sendo que a área útil foi de 8,0 m². Na semeadura foi utilizado espaçamento entre linhas de 0,8 m e densidades variando de 120.000 a 160.000 plantas ha⁻¹.

A área foi dessecada em 16/11/2015, usando paraquat (Helmoxone - 1,5 L ha⁻¹) e, em 02/12/2015, foi efetuada aplicação de atrazina + simazina (Exrazin SC - 6,0 L ha⁻¹).

O estabelecimento dos genótipos no campo foi efetuado no dia 18 novembro de 2015, em sistema de semeadura direta, com auxílio de semeadura de parcelas, quando foram aplicados 400 kg ha⁻¹ da fórmula 12-30-20 de NPK, conforme CQFS-RS/SC (2004). A emergência plena ocorreu em 28 de novembro e, 30 dias depois, foi realizada a primeira adubação de cobertura, com 100 kg ha⁻¹ de ureia. A segunda aplicação de ureia ocorreu aos 60 dias, com mais 100 kg ha⁻¹.

Foi avaliada produção de massa seca dos sorgos silageiros (BRS 655, BRS 658, BRS 659 e BRS 610) e silageiros-sacarinos (demais genótipos participantes do ensaio, conforme **tabela 1**) considerando as duas linhas centrais de cada parcela. A colheita para ensilar ocorreu no momento em que cada material genético apresentava o estágio do grão em massa dura.

O período da emergência ao estágio de massa dura foi analisado considerando a média mais um desvio padrão (resultado superior) e média menos um desvio padrão (resultado inferior). Os demais

dados coletados para cada variável (altura de plantas, densidade de plantas, teor de matéria seca, massa verde e massa seca) foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro, por intermédio do programa estatístico Silva (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos ao período da emergência ao estágio de massa dura (DEMD), altura de plantas (AP), densidade de plantas (DP), teor de matéria seca (MS), produção de massa verde (PMV) e produção de massa seca (PMS) obtidos no ensaio estão apresentados na **tabela 1**.

Relativo à altura de plantas (média de 351 cm), se destacaram, diferenciando-se estatisticamente dos demais, os genótipos Past-81-04 (392 cm) e Past-29-49 cc-04 a (390 cm).

Quanto à densidade de plantas (média 11,1 plantas m⁻²), a mesma variou de 8,59 a 13,72 plantas m⁻², sem ocorrer diferença significativa na análise estatística do quesito.

Referente à MS (média 32,48 %), destacaram-se os genótipos BRS 658 e BRS 659 (respectivamente 39,73 e 39,35 %), diferenciando-se estatisticamente de todos os demais.

No quesito produção de massa verde, se destacou o cultivar FEPAGRO RS 11 (90,08 Mg ha⁻¹), se diferenciando estatisticamente ao nível de 5 % de significância apenas dos cultivares BRS 658, BRS 659 e BRS 655.

Com relação à produção de massa seca, o cultivar FEPAGRO 19 apresentou o melhor rendimento (28,6 Mg ha⁻¹), diferindo (P<0,05) apenas das variedades BRS 658, BRS 610, BRS 659 e BRS 655.

Apenas o genótipo BRS 655 apresentou produção de massa seca inferior àquelas obtidas por Flaresso *et al.* (2000) que, avaliando híbridos de sorgo, obtiveram, em média, rendimento de 15,0 Mg ha⁻¹. Já, Zago (1991), considera produções de massa seca acima de 10,0 Mg ha⁻¹ como ótimas para o sorgo, patamar suplantado por todos os materiais genéticos avaliados no presente estudo.

Cabe salientar que os teores de matéria seca, produção de massa verde e produção de massa seca constituem informações iniciais para identificação de materiais com potencial silageiro, uma vez que para ocorrer uma recomendação efetiva há necessidade de se considerar características de qualidade como teores de proteína, FDN, FDA, digestibilidade, padrões de fermentação, palatabilidade, entre outros.

A identificação do período da emergência plena dos genótipos até o estágio de massa dura do grão

permite ao agricultor planejar seu cultivo e o momento de ensilar o material, visando aproveitar ou não a área para introdução de uma nova cultura. No momento da colheita para ensilagem, definiu-se o ciclo produtivo dos diferentes materiais genéticos, no qual se constata que apenas um dos genótipos estudados (Past-19-10-aa-04) apresentou intervalo acima de 119 dias para alcance do ponto de grão massa dura. Já, outros quatro genótipos (FEPAGRO 17, FEPAGRO RS 12, 28 e P03-Sel.) atingiram este estágio antes dos 109 dias, com o período entre 106 e 108 dias.

CONCLUSÕES

O genótipo FEPAGRO 19 destacou-se pelo maior potencial de produção de massa seca, indicando, juntamente com outros quinze genótipos que dele não se diferenciaram significativamente ao nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Scott-Knott, potencial alternativo para a produção de forragem com um alto aporte de massa de forragem.

A maioria dos genótipos de sorgo estudados apresentou ótima produção de massa seca, sendo que, em média, aos 114 dias após a emergência estão prontos para serem ensilados.

Considerando os dados gerados no ensaio, há boa perspectiva do uso do sorgo como material silageiro na região fronteira noroeste do estado do Rio Grande do Sul, havendo necessidade, no entanto, de geração de informações substanciais quanto à qualidade a fim de consubstanciar a indicação de materiais promissores para este fim.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JUNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 287-297. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCC - Núcleo Regional Sul, EMBRAPA/CNPQ, 2004.

DALLA CHIEZA, E.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; SANTI, M. A. M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 67-73. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008.

EMBRAPA, C.N.P.S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1608-1615. Viçosa: UFV, 2000.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 02, p. 224-242. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2005.

RIBAS, P. M. **Cultivo de sorgo**. Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa/publicações/sorgo/importancia.htm>>. Acesso em 30 de junho de 2015.

SILVA, F. de A. S. **Assistat – versão 7.7 beta**. Disponível em <http://www.assistat.com>. Acesso em 02 de julho de 2016.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. **Anais... Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos**, 4. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. pp.169-217.

_____. **Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes**. In: Manejo Cultural do Sorgo para Forragem (EMBRAPA – CNPMS, Circular Técnica, 47). Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 1997. p. 66.

Tabela 1 - Valores médios de dias da emergência ao estágio de massa dura (DEMD), altura de plantas (AP), densidade de plantas (DP), teor de matéria seca, produção de massa verde (PMV) e massa seca (PMS) em vinte genótipos de sorgo. Três de Maio, RS, 2016.

Genótipos	DEMD	AP (cm)	DP (pl m ⁻²)	Matéria Seca (%)	PMV (Mg ha ⁻¹)	PMS (Mg ha ⁻¹)
FEPAGRO 19	111	374 c	11,94 a	33,13 b	86,32 a	28,60 a
Past RS 12 sel	117	374 c	13,72 a	33,96 b	83,64 a	28,45 a
FEPAGRO RS 11	111	375 c	11,50 a	31,23 b	90,08 a	28,43 a
FEPAGRO 17	107 I ¹	348 e	10,97 a	31,47 b	88,12 a	27,76 a
FEPAGRO RS 12	106 I	371 c	11,19 a	32,87 b	85,05 a	27,55 a
Past -29-49 cc-04 a	116	390 a	11,16 a	31,93 b	86,47 a	27,49 a
28	108 I	377 c	10,34 a	30,57 b	89,95 a	27,32 a
Past-81-04	112	392 a	11,41 a	32,37 b	83,26 a	26,92 a
P03-Sel.	107 I	351 e	10,91 a	34,63 b	77,26 a	26,83 a
Past-11-46 a-03-04 a	116	375 c	11,38 a	33,02 b	78,94 a	26,07 a
Past-01-37-04	116	368 c	10,91 a	33,07 b	78,35 a	25,87 a
Past-38-23 b-04 a	118	358 d	10,75 a	32,55 b	78,58 a	25,60 a
137	111	368 c	10,41 a	31,57 b	75,27 a	23,73 a
Past-29-51-70-75-03-04 a	114	351 e	11,28 a	31,41 b	72,76 a	23,21 a
Past-19-10-aa-04	122 S ²	383 b	9,22 a	31,70 b	73,48 a	23,17 a
FEPAGRO 18	114	359 d	11,34 a	30,12 b	76,84 a	23,08 a
BRS 658	119 S	268 g	11,81 a	39,73 a	55,09 b	19,53 b
BRS 610	118	284 f	12,06 a	24,55 c	75,93 a	18,65 b
BRS 659	118	279 f	8,59 a	39,35 a	47,24 b	18,52 b
BRS 655	110	276 f	11,13 a	30,32 b	49,23 b	14,98 b
Média	114	351	11,10	32,48	76,24	24,59
Desvio Padrão	4,58					
CV%		1,59	12,88	6,09	13,53	15,28

Valores seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ¹I = inferior (média – desvio padrão). ²S = superior (média + desvio padrão).

Desempenho produtivo de híbridos de sorgo biomassa em diferentes ambientes

Ledovan Ferreira de Souza⁽¹⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽²⁾; Crislene Vieira dos Santos⁽³⁾; Vander Fillipe de Souza⁽⁴⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁵⁾; Robert Eugene Schaffert⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG, email: ledovanfs@gmail.com; ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁴⁾Doutorando em Bioengenharia; Universidade Federal de São João del-Rei; Professora Adjunta, Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de híbridos de sorgo biomassa, em diferentes locais. Foram avaliados 24 híbridos de sorgo biomassa e um híbrido forrageiro (BRS 655) como testemunha. Para estes, avaliou-se as características de altura de plantas (m), produção de massa verde ($t \cdot ha^{-1}$) e produção de matéria seca ($t \cdot ha^{-1}$). Houve diferenças significativas entre os híbridos e locais avaliados. Os híbridos de sorgo biomassa apresentaram alta produção de massa verde, matéria seca, associada ainda a um maior porte nos dois locais avaliados. Os híbridos B002, B014, B017, B021, B023 e o híbrido comercial BRS 716 se destacaram por apresentar produtividade de biomassa seca superior a $38 t \cdot ha^{-1}$. Todos os híbridos de sorgo biomassa apresentaram produtividade superior ao híbrido de sorgo forrageiro, confirmando seu grande potencial produtivo.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, produção de matéria seca, geração de energia.

INTRODUÇÃO

A busca por fontes renováveis de energia é um desafio para suprir a demanda da indústria sucroenergética. Dessa forma, o sorgo biomassa mostra-se como uma alternativa potencial para a cogeração de energia e produção de etanol de segunda geração (PARRELLA et al., 2014; MAMEDES et al., 2010).

O sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta rápido crescimento, alto potencial

produtivo, manejo da cultura integralmente mecanizada. Além disso, apresenta poder calorífico alto, semelhante ao bagaço da cana-de-açúcar, que é a principal matéria prima utilizada neste setor atualmente. Este tipo de sorgo é cultivado durante a primavera/verão, com colheita ocorrendo nos meses de março, abril e maio, possibilitando a cogeração de energia na entressafra da cana de açúcar e com isso, aumentando a geração de renda no setor (MAY et al., 2014). Ainda, a sua biomassa apresenta altos teores de celulose e hemicelulose, associados a baixos teores de lignina, favorecendo a produção de etanol de segunda geração. Com isso, o sorgo biomassa mostra-se como uma opção para ampliar a matriz energética brasileira.

O desenvolvimento de cultivares que atendam às características tecnológicas demandadas pelo setor sucroenergético é um dos papéis dos programas de melhoramento genético. Além de produtivas, as cultivares também precisam ser estáveis, quanto às variações ambientais e responsivas às melhorias no ambiente. O programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo desenvolve híbridos de sorgo biomassa para cogeração de energia e produção de etanol celulósico, sendo importante a caracterização dos mesmos em diferentes ambientes.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e potencial de produção de biomassa de híbridos de sorgo em diferentes locais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015/2016, na unidade experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, e Janaúba – MG. Os ensaios receberam suporte de irrigação, e tratamentos culturais, de acordo com a recomendação para adubação do sorgo, e densidade de plantas inicial de 110.000 plantas por hectare.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 24 híbridos de sorgo biomassa, sendo 23 experimentais, um comercial (BRS 716), e um híbrido de sorgo forrageiro (BRS 655) considerado como testemunha, desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo. Foram avaliadas as características de altura de plantas (ALT): altura média das plantas representativas da área útil da parcela, medidas, em m, da superfície do solo ao ápice da panícula; produção de massa verde (PMV): produção de massa verde total das plantas da parcela, extrapolado resultado para $t.ha^{-1}$; produção de matéria seca (PMS): produto da PMV pela porcentagem de matéria seca determinada nas amostras verdes das parcelas, através do armazenamento em estufa a $65^{\circ}C$, por 72 horas e medida a diferença entre os pesos secos e úmidos, expressos em $t.ha^{-1}$.

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi o DBC (blocos ao acaso), com três repetições, em que cada parcela da unidade experimental foi composta de duas linhas de cinco metros, espaçadas em 0,7 m.

Foi realizada análise de variância conjunta entre os dois locais, utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2013). O teste de Scott-Knott ($P < 0,05$) foi usado para agrupamento das médias dos genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) mostrou que os híbridos avaliados possuem diferença estatística ($p \leq 0,01$) para todos os caracteres avaliados, mostrando a existência de variabilidade genética. Houve diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre os locais, confirmando a existência de diferenças ambientais. Verificou-se que, não houve interação genótipos por ambientes, ou seja, o comportamento dos híbridos foi coincidente nos dois locais avaliados para todos os caracteres. Pode-se notar que, os valores de coeficiente de variação foram abaixo de 20% para todas as características, determinando boa precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 2009).

A ALT, PMV e PMS variou de 5,28m, 102,55

$t.ha^{-1}$ e $37,95 t.ha^{-1}$, em Janaúba a 4,80m, $72,56 t.ha^{-1}$ e $27,95 t.ha^{-1}$, em Sete lagoas, respectivamente. Todos os híbridos avaliados obtiveram melhor desempenho em Janaúba, para as características avaliadas. Uma explicação para isso seria pela semeadura antecipada em Janaúba, que ocorreu um mês antes de Sete Lagoas. Devido ao fotoperíodo destes híbridos, esta diferença entre plantios aumentou o período vegetativo e, conseqüentemente, a produção de massa. Adicionalmente, as condições climáticas de Janaúba, como temperaturas superiores as de Sete Lagoas, favorecem para a planta de sorgo, considerando fatores como, maior acúmulo de fotoassimilados, e adiante, a conversão destes em crescimento e produção de massa verde.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância conjunta para as características altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) de 25 híbridos de sorgo cultivados em Sete Lagoas - MG e Janaúba- MG (2016).

FV	GL	QM		
		ALT	PMV	PMS
Bloco/Local	4	0,2507	493,81	95,51
Híbridos	24	55,5550**	42263,39**	7152,21**
Locais	1	8,3497**	33733,50**	3753,80**
HíbridosXLocais	24	4,2334 ^{NS}	3882,59 ^{NS}	1009,38 ^{NS}
Resíduo	96	10,7120	17455,14	3902,60
Total	149			
Média		5,04	87,56	32,96
CV (%)		6,63	15,40	19,35

^{NS}, ** e * não significativo, significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Foram identificados 20 híbridos com maior PMS (Tabela 2). Destes, vale destacar os híbridos B002, B014, B017, B021, B023 e o híbrido comercial BRS 716, que apresentaram produção de massa seca superior a $38 t.ha^{-1}$ na média dos dois locais.

A característica de PMV está fortemente correlacionada ao PMS (PMS) (Damasceno, et al., 2010), e, portanto, os híbridos que se destacaram para PMV, também obtiveram altas taxas de PMS.

O PMS é uma das características principais, e que demonstra o potencial dos híbridos para cogeração de energia e produção de etanol de segunda geração. Observa-se que os híbridos mais produtivos apresentam maior porte. Este fato foi observado por Damasceno et. al., (2010), que identificou uma correlação significativa e positiva, entre ALT e PMS. Desta forma, quanto maior o

porte das plantas é aceitável que a produção de matéria seca também seja maior.

Todos os híbridos de sorgo biomassa apresentaram ALT, PMV e PMS bastante superior ao híbrido de sorgo forrageiro (BRS 655) avaliado nos ensaios, confirmando o grande potencial produtivo do sorgo biomassa.

Os resultados obtidos neste trabalho qualificam o sorgo biomassa como matéria prima alternativa para atender ao setor sucroenergético e, com isso, ampliar a matriz energética brasileira.

CONCLUSÕES

Houve diferenças significativas entre os híbridos e locais avaliados. Os híbridos de sorgo biomassa apresentaram alta produção de massa verde, matéria seca, associada ainda a um maior porte nos dois locais avaliados.

Os híbridos B002, B014, B017, B021, B023 e o híbrido comercial BRS 716se destacaram por apresentar produtividade de biomassa seca superior a 38 t.ha⁻¹.

Todos os híbridos de sorgo biomassa apresentaram produtividade superior ao híbrido de sorgo forrageiro, confirmando seu grande potencial produtivo.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à FAPEMIG e ao projeto Sweetfuel, pelo apoio financeiro para desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C.D. GENES - **A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAMASCENO, C. M. B.; PARRELLA, R. A. da C.; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E.; MAGALHAES, J. V. de (2010) **Caracterização bioquímica de genótipos de sorgo quanto ao teor de lignina e análise molecular de rotas metabólicas visando à produção de etanol de segunda geração** in XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

MAMEDES, J. A.; RODRIGUES, M. P. J.; VANISSANG; C. A. **Biomassa no Brasil**. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, v. 1, p. 65-73, 2010.

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. **Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014. 25719.

PARRELLA, R. A. da C.; MENEZES, C. B. de; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. daC. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014. cap. 7, p. 169-187.

Tabela 2 -Valores médios para altura de plantas (ALT), produção de massa verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS), avaliados em híbridos de sorgo nos municípios de Janaúba-MG e Sete Lagoas-MG, nasafra agrícola de 2015/16.

Híbridos	Altura (m)		PMV (t ha ⁻¹)		PMS (t ha ⁻¹)	
201545B017	5.28	a	108.41	a	43.94	a
201545B002	5.12	a	107.42	a	40.43	a
201545B021	5.24	a	104.77	a	39.87	a
201545B014	5.28	a	94.90	a	38.75	a
201545B023	5.27	a	102.59	a	38.54	a
BRS 716	4.83	a	108.89	a	38.14	a
201545B018	4.78	a	102.14	a	37.89	a
201545B016	5.27	a	95.16	a	36.52	a
201545B022	5.00	a	96.34	a	35.86	a
201545B012	5.31	a	95.13	a	35.28	a
201545B005	5.00	a	89.06	a	35.22	a
201545B011	5.40	a	86.55	a	35.06	a
201545B010	5.39	a	90.50	a	34.64	a
CMSXS 7027	5.18	a	94.50	a	34.12	a
CMSXS 7016	5.16	a	95.04	a	32.72	a
201545B019	5.32	a	87.12	a	32.16	a
201545B004	5.07	a	81.81	b	31.55	a
201545B013	5.30	a	77.61	b	30.79	a
CMSXS 7031	4.69	a	81.65	b	29.83	a
201545B009	5.35	a	71.81	b	29.74	a
201545B015	5.50	a	70.88	b	26.82	b
201545B020	5.25	a	75.69	b	26.75	b
201545B001	5.12	a	73.57	b	25.89	b
201545B003	4.63	a	66.25	b	24.79	b
BRS 655	2.25	b	31.18	c	8.63	c

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas na vertical são homogêneas estatisticamente.

ENSAIO ESTADUAL DE SORGO SILAGEIRO 2015/2016

**Zeferino Genésio Chielle¹; Marcelo de Carli Toigo²; Rogério Ferreira Aires²;
Maria da Graça de Souza Lima²; Nilton Luis Gabe² e Marcos Caraffa³.**

¹Pesquisador; Fepagro; Taquari, rs; zeferino-chielle@fepagro.rs.gov.br; ²Pesquisador; Fepagro; ³Professor; Setrem.

RESUMO: O sorgo silageiro/sacarino é uma ótima opção para produção de biomassa para alimentação, energia e cobertura do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares e linhagens de sorgos silageiros/sacarinos e de duplo propósito (silageiro/granífero) para produção de silagem em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Foram avaliadas 20 cultivares e linhagens de sorgos em cinco locais no RS: Rio Grande, São Borja, Taquari, Três de Maio e Veranópolis. Os sorgos silageiros/sacarinos apresentam, em geral, maior produção de biomassa e maior teor de açúcar no colmo. Os de duplo propósito apresentam uma menor estatura de planta e maior produção de panícula.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, sorgo silageiro, sorgo sacarino.

INTRODUÇÃO

A produção de biomassa para alimentação, energia e cobertura de solo é uma necessidade estratégica para a sustentabilidade da agropecuária. Neste sentido, o sorgo silageiro/sacarino é uma ótima opção, pois tem alta capacidade de produção em curto espaço de tempo e nas mais diversas condições climáticas de cultivos de primavera, verão e outono.

A Fepagro Vale do Taquari "Emílio Schenk" vem, desde 1978, avaliando cultivares, mantendo e qualificando o banco genético de sorgo, que possui em torno de 220 linhagens. O objetivo da Fepagro é o lançamento de cultivares de melhor qualidade e produtividade, possibilitando a produção de alimento e bioenergia em maior

quantidade com menor custo, beneficiando o setor agropecuário e a sociedade em geral.

Os sorgos silageiros/sacarinos podem ser utilizados tanto para bioenergia, através da produção de álcool, biogás e energia elétrica a partir da biomassa, como para produção de alimento, através das silagens para produção de leite e carne, grãos para farinhas, etc.. Como vantagem, além da alta produtividade por área e das múltiplas aplicações, o sorgo é um cultivo que em condições de déficit, ou de excesso, hídrico apresenta produtividade superior a outras culturas nos mesmos períodos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares e linhagens de sorgos silageiros/sacarinos e de duplo propósito (silageiro/granífero) para produção de silagem em diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 20 cultivares e linhagens de sorgos silageiros/sacarinos e de duplo propósito, em cinco locais no RS: Rio Grande, São Borja, Taquari, Três de Maio e Veranópolis. Os genótipos testados incluem sorgos silageiros/sacarinos, de porte mais alto, e sorgos identificados com o prefixo BRS que são de duplo propósito (silageiro/granífero). Foram avaliados em sistema de manejo para produção de silagem.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições em Rio Grande e Taquari e quatro repetições em São Borja, Três de Maio e Veranópolis. A análise estatística foi realizada com o software SAS (SAS, 2013). Foi executada análise de variância por local e conjunta e realizado o teste de Tukey para comparação de médias.

A fertilização foi realizada conforme análise de solo, seguindo as recomendações das Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 (EMIGDYO et al., 2013). A colheita foi realizada quando os grãos atingiram a fase de massa mole, avaliada no meio da panícula. As determinações na cultura foram: número de plantas por m², estatura de plantas em cm, massa verde em kg.m⁻² e percentual de massa seca produzida, massa de panículas por m², e teor de açúcares em °Brix.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas variáveis não puderam ser obtidas em todos os locais do ensaio. A massa de panícula foi medida em Taquari, Três de Maio e Veranópolis. O °Brix foi obtido apenas em Três de Maio. Em Veranópolis não foi medido a estatura de planta.

Na média dos locais, foi observada diferença estatística significativa entre os genótipos testados para produtividade de massa verde (**Tabela 1**), sendo que os sorgos silageiros/sacarinos foram mais produtivos que os silageiros/graníferos. Foram observadas diferenças nas produtividades médias dos locais e no comportamento dos genótipos em cada local. As maiores produtividades médias foram observadas na região mais quente do Estado, sendo a maior em Três de Maio, onde a média foi de 76,23 Mg.ha⁻¹. Uma exceção foi o genótipo Past-19-10-aa-04 que apresentou a maior produção de biomassa do ensaio em Rio Grande, uma região de clima mais ameno. Com uma produção de massa verde de 102 Mg.ha⁻¹ demonstrou uma interação genótipo x ambiente. Não houve diferença estatística significativa entre os percentuais de matéria dos genótipos avaliados. Estes resultados confirmam o grande potencial produtivo do sorgo (AIRES et al., 2012).

A estatura de planta apresentou comportamento semelhante ao da produção de biomassa, o que é esperado, pois quanto mais altas as plantas maior será a produção de biomassa (**Tabela 2**). Os genótipos caracterizados como de dupla aptidão, granífera e silageira, apresentaram um percentual de massa de panículas em relação a biomassa total, em geral, superior, com o genótipo BRS 658 apresentando o maior valor com 24,35%. O maior percentual de grãos é importante, pois indica maior qualidade na silagem, mas, por outro lado, esses genótipos apresentaram menor produção de biomassa e menor teor de açúcares no colmo. Os resultados comprovam que o sorgo é uma cultura com alto potencial produtivo de biomassa

nas diversas regiões do Estado (CHIELE et al., 2012).

CONCLUSÃO

Os sorgos silageiros/sacarinos apresentam, em geral, maior produção de biomassa e maior teor de açúcar no colmo. Os de duplo propósito apresentam uma menor estatura de planta e maior produção de panícula.

O genótipo past-19-10-aa-04 apresentou interação genótipo x ambiente para maior produção de biomassa na região de Rio Grande. O genótipo BRS 658 apresentou, em geral, maior percentual de produção de massa de panícula.

Na média dos locais, não foi observada diferença estatística para percentual de matéria seca entre os genótipos de sorgos silageiros/sacarinos e de duplo propósito (silageiro/granífero) testados para produção de silagem em diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

AIRES, R. F.; ZUCHI, J.; MONTEIRO, P. F. C.; TOIGO, M. C.; CHIELE, Z. G. Ensaio de cultivares de sorgo silageiro/sacarino ecorte/pastejo em Vacaria/RS – Safra 2011/12 In: **Reunião Técnica Anual do Milho e Sorgo (57. e 40. : 2012: Porto Alegre, RS) -Atas e Resumos**. Organizado por Lia Rosane Rodrigues ; Dulphe Pinheiro Machado Neto; Alencar Paulo Rugeri – Porto Alegre : Fepagro, 2012. 92 p.

CHIELE, Z. G.; TIRA, N.; PICCULI, D.; BURILLE, C. Desempenho agrônomico dos sorgos silageiros-sacarinos, duplo-propósito e milho para silagem em 2012. In: **Reunião Técnica Anual do Milho e Sorgo (57. e 40. : 2012: Porto Alegre, RS) -Atas e Resumos**. Organizado por Lia Rosane Rodrigues ; Dulphe Pinheiro Machado Neto; Alencar Paulo Rugeri – Porto Alegre : Fepagro, 2012. 92 p.

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; TEIXEIRA, M. C. C. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 41. EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. 2013, Pelotas.

SAS Institute . **2013. SAS/STAT® 13.1 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2013. Disponível em <<https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/66859/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm>>. Acesso em: 08 de junho de 2016.

Tabela 1 – Produtividade de massa verde (MV) em Kg.m⁻², por local e conjunta, e percentual de massa seca (PMS), conjunta, de genótipos de sorgo avaliados no Ensaio Estadual de Sorgo Silageiro na safra 2015/16.

Genótipo	Rio Grande	São Borja	Taquari	Três de Maio	Veranópolis	Conjunta MV	Conjunta PMS
11 Past-19-10-aa-04	10,200 a	6,389 N.S.	7,036 a	7,348 abc	4,380 bcde	6,899 a	34,51 a
5 Past-38-23 b-04 a	4,638 cd	6,382	6,512 ab	7,857 a	6,535 a	6,475 ab	32,82 a
3 Fepagro 19	4,871 cd	5,807	5,976 ab	8,632 a	6,260 ab	6,408 ab	37,31 a
1 Past-29-51-70-75-03-04-a	7,048 b	5,293	7,107 a	7,276 abc	5,075 abcde	6,280 abc	35,06 a
10 Past-81-04	3,681 cdefg	6,575	6,059 ab	8,326 a	5,895 abcd	6,245 abc	33,84 a
9 Past rs 12 sel	2,509 efgh	6,364	6,631 a	8,363 a	6,450 ab	6,230 abc	36,22 a
12 Fepagro 17	2,929 cdefgh	6,296	6,214 ab	8,812 a	5,885 abcd	6,189 abc	36,52 a
2 Past-29-49 cc-04 a	4,924 c	5,961	5,714 ab	8,647 a	4,915 abcde	6,111 abc	40,62 a
14 28	4,029 cdef	5,293	5,690 ab	8,995 a	5,790 abcd	6,081 abc	34,79 a
7 Fepagro rs 11	2,867 defgh	6,404	6,071 ab	9,008 a	5,165 abcde	6,062 abc	32,37 a
4 Fepagro 18	1,648 h	6,211	5,905 ab	7,684 a	6,720 a	5,840 abcd	35,91 a
6 Fepagro rs 12	2,190 fgh	5,532	6,417 ab	8,401 a	5,870 abcd	5,837 abcd	33,70 a
8 Past-11-46- a-03-04 a	1,857 h	6,336	6,048 ab	7,894 a	6,065 abc	5,827 abcd	50,87 a
13 Past -01-37-04	2,881 defgh	5,482	5,786 ab	7,835 a	5,825 abcd	5,698 abcd	35,58 a
16 137	1,686 gh	6,604	5,500 ab	7,527 ab	4,360 bcde	5,307 abcd	37,81 a
17 BRS 610	1,100 h	6,025	6,488 ab	7,593 ab	3,920 de	5,162 bcd	31,54 a
15 P03-sel	1,695 gh	5,850	5,571 ab	7,726 a	3,975 cde	5,111 bcd	37,59 a
18 BRS 655	4,100 cdef	5,361	4,405 ab	4,923 c	4,395 bcde	4,679 cd	31,38 a
20 BRS 659	4,400 cde	4,575	4,524 ab	4,724 c	3,605 e	4,355 d	38,57 a
19 BRS 658	1,300 h	5,361	3,607 b	4,889 c	5,320 abcde	4,278 d	38,80 a
Média	3,528	5,905	5,863	7,623	5,320	5,754	36,29
C. V.	18,35	15,23	16,61	13,53	15,16	23,40	45,21

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

N.S. – Não significativo pelo teste F ($\alpha=0,05$).



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Tabela 2 – Número de plantas por m² (NPL), estatura de planta, em cm, teor de açúcares (SST - sólidos solúveis totais) do colmo, em graus Brix, e relação massa de panículas por massa verde total (MPA/MV), em percentagem, de genótipos de sorgo avaliados no Ensaio Estadual de Sorgo Silageiro na safra 2015/16.

Local	NPL		EST		SST		MPA/MV	
	Conjunta		Rio Grande, São Borja, Taquari e Três de Maio.		Três de Maio		Taquari, Três de Maio e Veranópolis.	
Genótipos								
11	Past-19-10-aa-04	17,2 ab	307,6 a		13,92 abc		11,08 e	
5	Past-38-23 b-04 a	15,5 ab	295,4 ab		14,17 abc		12,00 e	
3	Fepagro 19	18,5 ab	287,1 abc		17,17 a		11,73 e	
1	Past29-51-70-75-03-04a	17,0 ab	294,8 ab		15,58 ab		10,74 e	
10	Past-81-04	16,6 ab	308,8 a		15,58 ab		9,98 e	
9	Past rs 12 sel	18,0 ab	301,1 ab		13,67 abc		11,07 e	
12	Fepagro 17	18,0 ab	287,6 abc		12,75 abc		11,45 e	
2	Past-29-49 cc-04 a	19,3 a	305,6 a		15,58 ab		10,99 e	
14	28	15,5 ab	295,5 ab		15,83 ab		10,96 e	
7	Fepagro rs 11	16,7 ab	294,2 ab		15,00 ab		11,77 e	
4	Fepagro 18	15,9 ab	298,8 ab		12,92 abc		11,78 e	
6	Fepagro rs 12	15,2 ab	292,4 ab		15,58 ab		11,20 e	
8	Past-11-46- a-03-04a	17,4 ab	281,4 abcd		16,42 ab		12,12 de	
13	Past -01-37-04	16,9 ab	283,7 abc		17,33 a		11,51 e	
16	137	16,5 ab	280,2 abcd		16,00 ab		13,41 de	
17	BRS 610	17,0 ab	243,4 de		13,83 abc		16,38 cd	
15	P03-sel	15,4 ab	284,4 abc		16,42 ab		11,26 e	
18	BRS 655	16,3 ab	229,2 e		10,83 bc		19,73 bc	
20	BRS 659	14,0 b	262,8 bcde		8,83 c		22,30 ab	
19	BRS 658	15,6 ab	247,8 cde		10,83 bc		24,35 a	
Média		16,6	284,1		14,41		13,29	
C. V.		26,46	9,16		15,58		21,21	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Estabilidade de Variedades e Híbridos de Sorgo Silageiro na Safra e Safrinha em Uberlândia - MG

Carlos Juliano Brant Albuquerque ⁽¹⁾; **Alyne Dantas Mendes de Paula** ⁽²⁾;
José Avelino Santos Rodrigues ⁽³⁾

⁽¹⁾ Professor / pesquisador, Carlos Juliano Brant Albuquerque; Universidade Federal de Minas Gerais; Montes Claros, MG; carlosjuliano-brant@gmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, MG; ⁽³⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Sete Lagoas, MG.

RESUMO: O potencial de cultivo do sorgo para silagem na safrinha é limitado principalmente pela pouca oferta de cultivares insensíveis ao fotoperíodo. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade nutricional, produtividade e estabilidade de variedades e híbridos de sorgo Silageiro na safra e safrinha no município de Uberlândia, MG. Para cada época de semeadura foram instalados dois experimentos em área contínua com 25 híbridos e 25 variedades sob delineamento em blocos casualizados, com três repetições. O florescimento das cultivares, a produtividade de matéria seca, a altura de plantas, a FDA, a FDN e a PB são afetados pelo ambiente e pela cultivar. As variedades são mais promissoras para uso como forrageira na safrinha e os híbridos na safra. Em relação a estabilidade da produção, as variedades SF15, SF 11, SF 25 e PROG 134 IPA são superiores, independentemente do ambiente avaliado.

Termos de indexação: Sorghum bicolor, Forragem, Fotoperíodo.

INTRODUÇÃO

O cultivo do sorgo Silageiro é marginal quando comparado ao milho em regiões com maior índice pluviométrico. Isso ocorre devido maior número de empresas de melhoramento de milho bem como maior disponibilidade de cultivares ofertadas para esse segmento. Em condições de estresse hídrico, comum na safrinha ou segunda safra em regiões do cerrado, o sorgo tem demonstrado maior resistência a seca que a maioria dos cereais. Entretanto, quando cultivado para silagem na safrinha, o comprimento do dia é apresentado como grande limitante para maiores produções devido sensibilidade do sorgo silageiro ao fotoperíodo.

Assim, o sorgo tem desenvolvimento variável, conforme a região de cultivo e a época de semeadura, o que resulta em variação no rendimento de forragem dentro e entre materiais distintos (Silva et al., 2005).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade nutricional, produtividade e estabilidade de variedades e híbridos de sorgo Silageiro na safra e safrinha no município de Uberlândia, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas épocas: safrinha 2014 e safra 2014/2015 na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia - MG (latitude 18° 53'19"S, longitude 48° 20'57"W, e 843 m de altitude), na safrinha, no ano agrícola 2014/15. O clima, segundo a classificação de Köppen, é o tipo tropical com estação seca (Aw). O solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, de textura argilosa.

Para cada época de semeadura foram instalados dois experimentos em área contínua com 25 híbridos e 25 variedades sob delineamento em blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas de duas linhas de 5m de comprimento no espaçamento de 70cm e população de 100.000 plantas ha⁻¹.

O solo foi preparado de maneira convencional, e a adubação e foi aplicado 300 kg ha⁻¹ do formulado 04:30:10 no plantio, e na adubação de cobertura, 400 kg ha⁻¹ de 20:00:20 quando as plantas apresentavam-se com seis folhas expandidas. O controle de plantas invasoras foi realizado com aplicação de 4L de Atrazina ha⁻¹ em pré-emergência associado a capinas manuais. Realizaram-se pulverizações, quando necessário, com o produto Decis 25CE, na dosagem de 200 ml ha⁻¹, por meio

de pulverizador costal, para controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Na ocasião do florescimento, panículas da área útil foram protegidas com sacos de papel Kraft de 10 kg para proteção de pássaros.

As características avaliadas foram: florescimento (dias); altura de planta (m); matéria seca ($t \cdot ha^{-1}$); Fibra em Detergente ácido (%); Fibra em Detergente Neutro (%); e Proteína Bruta (%).

A colheita foi realizada manualmente com o corte no colmo feito a uma altura de 10 cm do solo quando os grãos da panícula estavam no estágio de leitoso a farináceo.

Os dados obtidos foram submetidos, inicialmente, a uma análise de variância individual por experimento. Foram realizados os testes de aditividade dos dados, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias dos experimentos envolvendo as variedades e os híbridos. Posteriormente, foi realizada análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos em cada ano e outra, considerando simultaneamente todos os experimentos conduzidos nos dois anos.

Para o agrupamento de médias, foi utilizado o teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises, incluindo o estudo de estabilidade fenotípica proposta por Annicchiarico (1992), foram realizadas utilizando o programa estatístico Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância do experimento conduzido na safra e safrinha estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para florescimento (Flor); altura de planta (AP); matéria seca (MS); Fibra em Detergente ácido (FDA); Fibra em Detergente Neutro (FDN); e Proteína Bruta (PB) do experimento conduzido na safra.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Flor	AP	MS	FDA	FDN	PB
Blocos	2	45.50	0.06	2.70	30.46	40.33	7.11
Cultivar	49	329.10**	0.96**	60.70**	104.44**	151.17**	9.06**
Variedade (V)	24	183.00**	1.20**	35.10**	64.59 ^{NS}	170.13 ^{NS}	8.16**
Híbrido (H)	24	40.90**	0.40**	42.50**	28.51 ^{NS}	32.06**	2.73**
V x H	1	10752.6**	8.81**	1114.20**	2883.18**	2555.31**	182.4**
Resíduo	98	5.47	0.10	9.80	45.74	35.65	1.36
Total	149						
Média Geral		58.76	2.31	10.93	40.08	73.41	7.95
Média das Variedades		50.29	2.06	8.21	35.69	69.31	9.06
Média dos Híbridos		67.23	2.55	13.66	44.46	77.57	6.85
Coef. de Var. (%)		3.98	7.54	28.69	16.87	8.13	14.68

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; NS Não significativo.

Foi constatado efeito significativo na maioria das características avaliadas em todas as cultivares, entre as variedades de polinização aberta, entre os híbridos e entre os híbridos vs variedades ($p < 0,01$)

(Tabela 1). A exceção foi para a FDA nas variedades e híbridos e FDN nas variedades.

Ao comparar o florescimento do grupo de variedades com o grupo de híbridos na safra (tabela 1), notou-se que os híbridos tiveram ciclo mais tardio ($p < 0,01$) com aproximadamente 67 dias para o florescimento. Já as variedades de polinização aberta tiveram 50 dias para iniciar ântese.

Interessante destacar que, na safrinha o resultado foi oposto, ou seja as variedades apresentaram ciclo mais alongado (68 dias) quando comparado com os híbridos silageiros (43 dias) (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para florescimento (Flor); altura de planta (AP); matéria seca (MS); Fibra em Detergente ácido (FDA); Fibra em Detergente Neutro (FDN); e Proteína Bruta (PB) do experimento conduzido na safrinha.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Flor	AP	MS	FDA	FDN	PB
Blocos	2	5.69	0.11	14.09	109.53	64.69	7.10
Cultivar	49	608.42**	1.92**	51.64**	131.03**	81.66**	9.69**
Variedade (V)	24	253.05**	1.65**	49.81**	191.86**	70.82*	8.24**
Híbrido (H)	24	5.27*	0.08**	5.68 ^{NS}	55.08 ^{NS}	57.54 ^{NS}	0.69 ^{NS}
V x H	1	23612.82**	52.74**	1198.45**	493.66**	921.22**	256.15**
Resíduo	98	2.76	0.02	4.54	50.25	38.10	
Total	149						
Média Geral		56.09	2.33	9.95	41.71	73.96	8.18
Média das Variedades		68.64	2.92	12.77	43.52	71.48	6.87
Média dos Híbridos		43.54	1.73	7.12	39.89	76.44	9.48
Coef. de Var. (%)		2.96	6.15	21.41	16.98	8.35	11.67

Para altura de planta e produtividade de matéria seca observou-se tendência semelhante. Nesse caso, os híbridos foram mais altos (2.55 m) e mais produtivos ($13.75 t \cdot ha^{-1}$) que as variedades (2.06 m e $8.21 t \cdot ha^{-1}$) no cultivo da safra. As variedades na safrinha foram superiores (2.92 m e $12.77 t \cdot ha^{-1}$) para essas características quando comparado com os híbridos (1.73 m e $7.12 t \cdot ha^{-1}$). Dessa forma podemos inferir que as plantas de maior ciclo vegetativo permaneceram maior tempo assimilando carboidratos produzidos pela fotossíntese bem como nutrientes do solo para o seu desenvolvimento, tendo assim, maiores rendimentos em altura e matéria seca.

Para as características de FDN e FDA avaliadas na safra, as variedades de polinização aberta (35.69% e 69.31%) obtiveram menores valores quando comparado com os híbridos (44.46% e 77.56%). Entretanto, a PB foi superior nas variedades com 9.05%, ao contrário dos híbridos que tiveram 6.85%. Importante destacar que menores teores de fibras e maiores porcentagens de proteínas são características favoráveis para uma silagem de qualidade, mas, essas características devem ser associadas a uma alta produtividade de matéria seca devido ao custo operacional do cultivo e armazenamento do

alimento.

Ademais, a melhor qualidade nutricional das variedades na safra pode ser justificada pelo menor porte da planta apresentado anteriormente na tabela 1. Essa característica possivelmente aumentou a fração panícula com grãos ricos em aminoácidos essenciais e amido na amostra avaliada, propiciando, desta forma, melhor valor nutricional para variedade nessa época de cultivo. Essa tendência foi evidenciada no experimento conduzido na safrinha, entretanto, para os híbridos (Tabela 2). Ou seja, as plantas desse grupo tiveram menores portes, menores produtividades de matéria seca, menores valores de fibras e maiores porcentagens de proteína.

Macedo et al. (2012), ao pesquisarem sobre a composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada, encontraram resultados de PB entre 3,92% e 6,49% (média de 5,59%). Enquanto isso, Albuquerque et al. (2011), ao abordarem diferentes cultivares de sorgo forrageiro, encontraram valores maiores de PB entre 7,68 e 9,16%, na safra 2006/07, e de 6,44 a 8,92%, na safra 2007/08, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Silva et al. (2005) averiguaram valores de proteína bruta entre 6,9 e 7,28% em função de inoculantes microbianos e períodos de fermentação. Segundo Van Soest (1994), a concentração de proteína bruta mínima desejada para garantir a fermentação ruminal adequada é de 6%; por conseguinte, os resultados obtidos neste trabalho ficaram dentro dos índices considerados adequados para uma silagem de boa qualidade.

Para estimar a estabilidade dos genótipos, utilizou-se a metodologia de Annicchiarico (1992). Ao avaliar as cultivares (híbridos e variedades) por meio desse método, em relação às características florescimento (Flor), altura de planta (AP) e matéria seca (MS), as que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade foram as variedades SF15, SF 11, SF 25 e PROG 134 IPA (Tabela 3).

Almeida Filho et al. (2010), ao avaliarem o desempenho agrônomo e a estabilidade fenotípica de sorgo, notaram que 15 genótipos dos 25 avaliados teriam rendimentos superiores à média ambiental. Conforme esses autores, tenciona-se obter uma cultivar com bom desempenho para que ela seja estável no decorrer dos anos, ou seja, tenha pouca passividade com os efeitos da interação de genótipos por ambientes.

Tabela 3 – Estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica por meio do método de Annicchiarico (1992) – índice de confiança (li) de 50 cultivares de sorgo silageiro cultivado em safra e safrinha.

Cultivar	Base Genética	li (%)		
		FLOR	AP	MS
946013	Híbrido	79.20	69.32	45.68
944013	Híbrido	79.97	66.72	50.75
945013	Híbrido	81.02	69.49	53.40
BRS 655	Híbrido	76.58	67.95	54.70
944043	Híbrido	76.38	66.65	60.75
944034	Híbrido	75.61	73.66	60.98
946007	Híbrido	75.65	68.22	63.67
945042	Híbrido	78.75	67.01	64.31
944007	Híbrido	79.34	73.82	65.82
944040	Híbrido	79.80	81.32	66.69
945022	Híbrido	76.46	68.31	67.54
944042	Híbrido	80.99	75.25	70.83
945015	Híbrido	80.55	73.66	70.84
944029	Híbrido	75.71	75.48	73.59
946042	Híbrido	76.99	74.18	73.77
945041	Híbrido	79.82	79.69	82.14
945040	Híbrido	81.73	80.86	82.23
945019	Híbrido	78.06	84.05	83.23
946015	Híbrido	75.67	80.96	85.13
945020	Híbrido	79.33	72.65	85.57
946016	Híbrido	74.99	79.23	87.13
944033	Híbrido	75.58	73.79	88.34
BRS 610	Híbrido	78.89	88.91	90.78
Volumax	Híbrido	80.72	77.15	91.64
946043	Híbrido	83.91	94.49	95.92
FEPAGRO 19	Variedade	78.30	92.67	37.07
9929026	Variedade	74.11	55.57	37.14
9929036	Variedade	73.19	72.07	42.08
9929030	Variedade	73.63	57.16	44.53
FEPAGRO 18	Variedade	73.62	88.02	46.03
947252	Variedade	84.61	65.77	46.71
947030	Variedade	75.92	67.37	48.22
FEPAGRO 11	Variedade	74.27	87.96	56.64
12F042066	Variedade	82.56	75.72	61.68
947254	Variedade	82.25	81.63	62.15
9929012	Variedade	73.15	74.30	63.36
12F042226	Variedade	80.71	73.96	66.19
947216	Variedade	77.15	71.64	67.45
BRS 506	Variedade	93.38	100.21	72.76
12F042224	Variedade	87.41	78.20	77.10
1141562	Variedade	83.56	98.43	80.08
947072	Variedade	78.71	72.89	83.63
BRS Ponta Negra	Variedade	91.11	71.32	90.05
12F042150	Variedade	93.88	93.25	95.40
SF 25	Variedade	106.11	150.75	101.39
1141572	Variedade	90.36	95.39	108.77
1141570	Variedade	90.32	96.95	113.71
PROG 134 IPA	Variedade	111.13	120.71	116.90
SF15	Variedade	113.89	149.11	138.32
SF 11	Variedade	115.17	146.37	145.42

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.

CONCLUSÕES

O florescimento das cultivares, a produtividade de matéria seca, a altura de plantas, a FDA, a FDN e a PB são afetados pelo ambiente e pela cultivar.

As variedades são mais promissoras para uso como forrageira na safrinha e os híbridos na safra.

Em relação a estabilidade da produção, as variedades SF15, SF 11, SF 25 e PROG 134 IPA são superiores, independentemente do ambiente avaliado.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE. C. J. B.; PINHO. R. G. V.; RODRIGUES. J. A. S.; BRANT. R. S.; Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 35. n. 3. p. 494- 501, 2011.

ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. C. P.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.

ANNICHIARICO. P. Variety adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics of Breeding**. Rome. v. 46. n. 1. p. 269-278. Mar. 1992.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

MACEDO. C. H. O.; ANDRADE. A. P.; SANTOS. E. M.; SILVA. D. S. da; SILVA. T. C. da; EDVAN. R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13. n. 2. p. 371-382, 2012.

SILVA, A.G.; ROCHA, V.S.; CECOM, P.R. et al. Avaliação dos caracteres agrônômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.28-44, 2005.

Geração de energia a partir de Sorgo Biomassa e Capim Elefante com adição de Óleos Residuais

Wyllian Winckler Sartori⁽¹⁾; André Luiz da Silva⁽²⁾; Flávio Dessaune Tardin⁽³⁾; Vanessa Quitete Ribeiro da Silva⁽⁴⁾; Crislene Vieira dos Santos⁽⁵⁾; Gheorges Willians Rotta⁽⁶⁾; Marina Moura Morales⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática - Química; Universidade Federal de Mato Grosso; Sinop, MT; wyllianws@hotmail.com ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽³⁾ Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Dra. Pesquisadora, Embrapa Agrossilvipastoril; ⁽⁵⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽⁶⁾ Gerente de Sustentabilidade, Fiagril Ltda; ⁽⁷⁾ Pesquisador A; Nucleo de desafio para o desenvolvimento regional Embrapa Florestas.

RESUMO: O mundo busca fontes alternativas de energia, bem como aproveitamento de resíduos industriais considerados poluentes. Este trabalho avaliou a utilização de sorgo biomassa e capim elefante, e óleos residuais (glicerina e bio-óleo) para geração de energia. Para tanto, foi implantado um experimento no delineamento inteiramente casualizado com três repetições, composto por 10 tratamentos: sorgo biomassa, capim elefante e as misturas destas com duas concentrações de bio-óleo e duas concentrações de glicerina. Foi avaliada a umidade, voláteis, cinzas, carbono fixo e poder calorífico superior (PCS). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As características avaliadas demonstraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A adição dos óleos residuais elevou a umidade das amostras *in natura* de sorgo e capim. Para os voláteis, alterações dos valores, em relação às biomassas *in natura*, só ocorreram para tratamentos com adição de glicerina. Resultado contrário foi observado para as cinzas, onde apenas os tratamentos com bio-óleo variaram em relação às biomassas *in natura*. Para a característica carbono fixo, formaram-se cinco grupos de médias entre tratamentos. Quanto ao PCS, apenas a adição de bio-óleo, independentemente da concentração, promoveu uma elevação de aproximadamente 1000 Kcal kg⁻¹ na biomassa, atingindo valor médio de 4907 Kcal Kg⁻¹. As biomassas de capim elefante e sorgo apresentaram potencial para uso energético e a adição de bio-óleos nessas biomassas demonstrou ser mais atrativa que a glicerina para geração de energia térmica.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, *Pennisetum purpureum*, Glicerina e Bio-óleo.

INTRODUÇÃO

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2010, aproximadamente 47% da energia interna do Brasil são provenientes de fontes renováveis, dos quais 30% correspondem à energia proveniente da biomassa (EPE, 2016).

De acordo com Protásio et al. (2011) na crescente preocupação em aumentar o uso de energia oriundas de fontes renováveis, considerar resíduos de varias origens para fins energéticos é atrativo, visto, o caráter sustentável da reutilização e disposição final adequada. Além disso, plantas com alta produção de biomassa como capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), e sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], surgem como alternativas para este papel.

O uso da biomassa como fonte de energia tem aspecto ambiental favorável já que a emissão de CO₂ da queima da biomassa na atmosfera geralmente é compensada pela absorção no plantio da nova biomassa (INGHAM, 1999).

A adição de ligantes como bio-óleo (fração líquida residual do processo de carbonização) e/ou Glicerina (fração residual da produção de biodiesel), neste processo é uma alternativa para aumentar o teor energético.

Brito et al. (1978) indicaram o poder calorífico, o teor de umidade, a densidade e a análise imediata como as propriedades mais importantes de espécies vegetais para utilização como combustível.

Desta forma, objetivou-se avaliar o comportamento energético do sorgo biomassa e do

capim elefante com e sem adição de óleos residuais, oferecendo possíveis alternativas na geração mais sustentável de energia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as biomassas de capim elefante e sorgo biomassa com e sem adição de dois óleos residuais, bio-óleo (BO) e glicerina (GI).

As amostras de capim elefante e sorgo biomassa foram produzidas no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop/MT, onde foram secas em estufa por 72 horas a 60°C e posteriormente triturados em moinho com peneira de 1 mm.

O bio-óleo (BO) foi obtido na empresa ML da Silveira, localizada no município de Sinop, MT. Foram carbonizados resíduos de serraria da espécie madeireira Cambará (*Qualea sp.*) em forno do tipo "rabo quente", com temperatura média de 500°C e tempo médio de residência de 72 horas. A amostra de bio-óleo foi coletada, após a separação gravimétrica da fração aquosa. A glicerina, residual do processo de produção de biodiesel, foi obtida na empresa Fiagril Ltda localizada em Lucas do Rio verde, MT.

As amostras de capim elefante, sorgo biomassa, e dos óleos residuais bio-óleo (BO) e glicerina (GI) foram submetidos a análise de Poder Calorífico Superior em calorímetro Parr 6400. A análise imediata (carbono fixo, voláteis e cinzas) foi realizada por análise gravimétrica em forno mufla. Todas as análises respeitaram as NBRs vigentes. Para o preparo das amostras testes, foram pesados quatro gramas das biomassas vegetais (Sorgo biomassa e Capim Elefante) para todas as repetições, os óleos residuais (BO e GI) foram adicionados separadamente em três doses: 0%, 27% (1,5 g de ligante para 4 g de amostra vegetal) e 33% (2 g de ligante para 4 g de amostra vegetal), o BO foi adicionado as biomassas à 100°C e a GI à temperatura ambiente, revolvendo até obter uma mistura homogênea, num total de 30 amostras. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado, com três repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das diferentes características foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Tais análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os recursos computacionais do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância (Tabelas 1a e 1b)

demonstraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Isto mostra a existência de variabilidade entre os tratamentos e a possibilidade de seleção daqueles com atributos superiores para fins energéticos. Nas Tabelas 2a e 2b estão apresentados os valores médios das características avaliadas dos diferentes tratamentos e os coeficientes de variação (CV) relacionados aos mesmos. A umidade variou de 3,56 a 11,70 %, os voláteis de 73,92 a 80,51 %, as cinzas de 4,52 a 5,42 %, o carbono fixo de 14,13 a 21,56 % e o poder calorífico superior variou de 3.329,33 a 5.281,60 Kcal Kg⁻¹.

Tabela 1a - Resumo da análise de variância com as fontes de variação (FV) e respectivos graus de liberdade (GL) e quadrados médios de diferentes características^{2/} avaliadas em 10 tratamentos de espécies de sorgo biomassa e capim elefante.

FV	GL	CARACTERÍSTICAS ^{2/}		
		UM	VOL	CIN
TRAT	9	22,27*	20,84*	0,35**
ERRO	20	0,30	0,68	0,02
TOTAL	29			
MÉDIA		8,17	77,04	5,05
CV(%)		6,69	1,07	2,95

^{1/} ** * significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

^{2/} UM = umidade, VOL = voláteis, CIN = cinzas.

Tabela 1b - Resumo da análise de variância com as fontes de variação (FV) e respectivos graus de liberdade (GL) e quadrados médios de diferentes características^{2/} avaliadas em 10 tratamentos de espécies de sorgo biomassa e capim elefante.

FV	GL	CARACTERÍSTICAS ^{2/}	
		Cf	PCS
TRAT	9	25,31*	1.024.257,70*
ERRO	20	0,55	173.036,93
TOTAL	29		
MÉDIA		17,91	4315,43
CV(%)		4,15	9,64

^{1/} * significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste F.

^{2/} Cf = carbono fixo, PCS = poder calorífico superior.

Observaram-se cinco grupos de médias para umidade, sendo que, a adição dos óleos residuais elevaram a umidade das amostras *in natura* de

sorgo biomassa e capim elefante, visto a umidade que cada um naturalmente contém (Tabela 2a).

Os voláteis aumentaram com adição de GI para ambas as biomassas, comportamento esperado por se tratar de um óleo leve. O comportamento inverso é observado para o Cf, visto que os teores de Cf e voláteis são inversamente proporcionais. Combustíveis com maior teor de Cf têm maior tempo de residência no processo de queima, ou seja, queimam mais lentamente (Tabela 2a).

O bio-óleo quando comparado com a glicerina mostrou-se mais atrativo na mistura com sorgo biomassa e capim elefante para geração de energia, tanto pelo teor de Cf quanto para os valores significativamente maiores de poder calorífico superior após sua adição (Tabela 2b).

As cinzas são indesejáveis no processo de produção de energia uma vez que aumentam os resíduos das fomalhas, além de serem corrosivas., tornando assim o bio-óleo ainda mais atrativo no processo de queima quando comparada a adição de glicerina e as biomassa *in natura*, apresentando valores significativamente menores.

Tabela 2a - Média de diferentes características obtidas em análise imediata e bomba calorimétrica.

TRAT ^{2/}	CARACTERÍSTICAS ^{1/}		
	UM	VOL	CIN
S1,5GL	8,30 b	78,80 b	5,30 b
S2GL	7,92 b	80,44 a	5,42 b
S	3,56 a	74,76 c	5,17 b
S1,5BO	9,10 c	74,81 c	4,76 a
S2,0BO	11,5 e 4	73,92 c	4,52 a
CE1,5GL	7,89 b	80,17 a	5,24 b
CE2,0GL	7,96 b	80,51 a	5,32 b
CE	3,94 a	76,10 c	5,36 b
CE1,5BO	9,84 d	75,24 c	4,61 a
CE2BO	11,7 e 0	75,63 c	4,79 a
Média	8,17	77,04	5,05
CV(%)	6,69	1,07	2,95

^{1/} Características: UM = umidade, VOL = voláteis, CIN = cinzas.

^{2/} Tratamentos codificação: S1,5G = sorgo biomassa mais 1,5 g de glicerina; S2GL = sorgo biomassa mais 2,0 g de glicerina; S= sorgo biomassa sem acréscimo de ligantes; S1,5BO = sorgo biomassa mais 1,5 g de bio-óleo; S2BO = sorgo biomassa mais 2,0 g de bio-óleo; CE1,5GL = capim elefante mais 1,5 g de glicerina; CE2GL = capim elefante mais 2,0 g de glicerina; CE = capim elefante sem acréscimo de ligantes; CE1,5BO = capim elefante mais 1,5 g de bio-óleo; CE2BO = capim elefante mais 2,0 g de bio-óleo.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo de médias pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Os valores PCS, como já mencionado aumentaram consideravelmente com a adição do bio-óleo, e um aumento de 1000 Kcal Kg⁻¹ na biomassa, atingindo valores médios de 4907 e 4443 Kcal Kg⁻¹. valores próximos à biomassa de eucalipto que tem PCS de 4600 Kcal Kg⁻¹ (Schuck et al. 2014) mostrando o valor energético da biomassa aliado ao bio-óleo.

O uso destes óleos residuais em conjunto com biomassa de baixa densidade, como é o caso do sorgo biomassa e do capim elefante, mostraram-se atrativas para uso energético, com isso sugerimos estudos futuros destes óleos como ligantes no processo de densificação destas biomassas, podendo torná-las ainda mais atrativas na geração de energia de forma sustentável.

Tabela 2b - Média de diferentes características obtidas em análise imediata e bomba calorimétrica.

TRAT ^{2/}	CARACTERÍSTICAS ^{1/}			
	Cf	PCS		
S1,5GL	15,89	b	4032,27	a
S2GL	14,13	a	3914,69	a
S	20,07	d	4235,07	a
S1,5BO	20,43	d	4833,27	b
S2,0BO	21,56	e	4829,89	b
CE1,5GL	14,58	a	3831,63	a
CE2,0GL	14,17	a	3329,33	a
CE	18,53	c	4183,28	a
CE1,5BO	20,14	d	4683,25	b
CE2BO	19,58	c	5281,60	b
Média	17,91		4315,43	
CV(%)	4,15		9,64	

¹⁾ Características: Cf = carbono fixo; PCS = poder calorífico superior.

²⁾ Tratamentos codificação: S1,5G = sorgo biomassa mais 1,5 g de glicerina; S2GL = sorgo biomassa mais 2,0 g de glicerina; S = sorgo biomassa sem acréscimo de ligantes; S1,5BO = sorgo biomassa mais 1,5 g de bio-óleo; S2BO = sorgo biomassa mais 2,0 g de bio-óleo; CE1,5GL = capim elefante mais 1,5 g de glicerina; CE2GL = capim elefante mais 2,0 g de glicerina; CE = capim elefante sem acréscimo de ligantes; CE1,5BO = capim elefante mais 1,5 g de bio-óleo; CE2BO = capim elefante mais 2,0 g de bio-óleo.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo de médias pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Vale a ressalva que, conforme estudo realizado por Urtado et al. (2014) o bio-óleo apresenta potencial para uso energético, entretanto para uso em caldeiras e turbinas modificadas, visto a alta densidade e corrosividade.

CONCLUSÕES

As biomassas de capim elefante e sorgo apresentaram potencial para uso energético na forma in natura, com PCS próximos a biomassas convencionalmente usadas na geração de energia.

As misturas das biomassas mencionadas com glicerina e bio-óleo também mostram potencial energético, sendo o bio-óleo o mais atrativo ente eles.

A glicerina e o bio-óleo, futuramente devem ser testados como ligantes no processo de densificação da biomassa, podendo trazer maior valor agregado a estes materiais vegetais de baixa densidade.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa, a FAPEMIG, a FAPEMAT e a FIAGRIL Ltda pelos recursos financeiros aportados a realização dessa pesquisa e ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao terceiro autor desta obra.

REFERÊNCIAS

BRITO, O.J.; FERREIRA, M.; BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal: II. Densidade Básica da madeira x

Densidade Aparente do carvão - Perspectivas de melhoria. **Boletim Informativo**, Piracicaba, v. 6, n. 16, p.1-9, 1978.

EPE – Empresa de pesquisa energética. Balanço energético nacional 2010: ano base 2009. Rio de Janeiro, 2010, 276 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2010.pdf>. Acesso em 27 de junho de 2016.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, UFLA, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

INGHAM, J. M. **Biomassa no mundo e no Brasil**. In: Fontes não-convencionais de energia: as tecnologias solar, eólica e de biomassa. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1999. 160 p.

PROTÁSIO, T. P.; ALVES, I.C.N.; TRUGILHO, P.F.; SILVA, V.O.; BALIZA, A.E.R. Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.68, p. 273-283, 2011.

SCHUCK, D. A; TARDIN, F. D; SCHANFRANSKI, N. O; DIEL, F. A; MORALES, M. M; SILVA, V. Q. R. da; PARELLA, R. A. C; SILVA, A. F. da. Productive behavior of biomass sorghum hybrids (Sorghum bicolor) for energy production in Sinop - MT. In: Genetics and Plant Breeding Meeting of Rio de Janeiro, 2014, Campos Goytacazes. **Abstracts...** [S.l.]: SBMP: UENF, 2014. p. 57.

URTADO, A.; SARTORI, W. W.; MORALES, M. M.; TONINI, H. Caracterização do bio-óleo como fonte energética. In: Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril, 4., 2015, Sinop, **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Implicações da interação genótipos por épocas de corte no desempenho de linhagens e híbridos de sorgo sacarino

Gabrielle Maria Romeiro Lombardi⁽¹⁾; Daniela Oliveira Ornelas⁽²⁾; Mayra Luiza Costa Moura⁽²⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽³⁾; Jales Mendes Oliveira Fonseca⁽⁴⁾; José Airtton Rodrigues Nunes⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras – MG; gabriellelombardi@hotmail.com; ⁽²⁾ Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Lavras; ⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto do Departamento de Biologia; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: O conhecimento do comportamento dos genótipos de sorgo sacarino em diferentes épocas de corte é importante para o planejamento agroindustrial da matéria-prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar as implicações da interação genótipos por épocas de corte no desempenho médio de linhagens macho-estéreis e determinar a época ideal de corte de acordo com o tipo de genótipo avaliado. Foram avaliados 20 genótipos, em duas localidades do estado de Minas Gerais, Lavras e Sete Lagoas, em quatro épocas de corte após a semeadura (97, 111, 125 e 139 DAP) no ano agrícola de 2014/2015. Os experimentos foram implantados segundo o delineamento látice retangular 4 x 5 com três repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas 20x4. Os caracteres avaliados foram produção de massa verde (PMV, t/ha), extração (EXT, %), sólidos solúveis totais (SST, % caldo) e toneladas de Brix por hectare (TBH). A precisão experimental foi aferida pelo coeficiente de variação. Os resultados foram submetidos à análise de variância conjunta. Para as diferenças significativas envolvendo o fator épocas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), as médias foram estudadas via modelos de regressão. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os genótipos e entre as épocas de corte para todos os caracteres. Houve efeito significativo da interação genótipo x época de corte para os caracteres TBH, PMV e SST. A época de corte ideal depende do caráter e do tipo de genótipo a ser considerado. As linhagens R apresentaram melhor comportamento médio dos caracteres quanto à época de corte.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, regressão, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

A elevada demanda energética e a intensa poluição gerada por derivados petrolíferos têm estimulado em todo o mundo pesquisas por fontes energéticas renováveis e de menor impacto ambiental (Regassa e Wortmann, 2014). Nesse contexto, o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) vem sendo apontado com fonte alternativa para a produção de bioetanol no Brasil (Durães, 2011), devido as suas características agroindustriais favoráveis para a produção de etanol, com teor de sólidos solúveis variando entre 13 a 24° Brix (Durães, 2014).

Os programas de melhoramento dessa cultura visam à obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados, capazes de superar as cultivares que estão no mercado (Parrella, 2011), bem como amenizar problemas relacionados ao planejamento agroindustrial da matéria-prima (Borém et al., 2014).

Para conhecer o comportamento de genótipos de sorgo em diferentes épocas de corte é importante para a adoção de estratégias de manejo mais eficientes do ponto de vista agrônomo, como planejamento de plantio e colheita, processamento da matéria-prima e possibilidade do escalonamento pelas usinas e produtores (Souza et al., 2013; Borém et al., 2014).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as implicações da interação genótipos por épocas de corte no desempenho médio de linhagens macho-estéreis, linhagens restauradoras e híbridos de sorgo sacarino, bem como determinar a época ideal de corte de acordo com o tipo de genótipo avaliado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas localidades do Estado de Minas Gerais, Lavras e Sete Lagoas, no ano agrícola de 2014/2015.

Foram avaliados 20 genótipos do Programa de Melhoramento de Sorgo Sacarino pertencente à Embrapa Milho e Sorgo, situado em Sete Lagoas – MG, sendo quatro linhagens restauradoras de fertilidade (R), três linhagens macho-estéreis (A), doze híbridos resultantes do cruzamento dialélico parcial entre linhagens A e R, além do híbrido comercial CV 198 como testemunha, em quatro épocas de corte após a semeadura (97, 111, 125 e 139 DAP).

Os experimentos foram implantados segundo o delineamento látice retangular 4 x 5 com três repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas 20x4. Os 20 genótipos foram aleatorizados às parcelas, enquanto as quatro épocas de corte foram aleatorizadas às subparcelas. As subparcelas constituíram-se por uma linha de 5,0 m de comprimento e espaçadas de 0,60 m.

Os caracteres avaliados foram produção de massa verde (PMV, t/ha), extração (EXT, %), sólidos solúveis totais (SST, % caldo) e toneladas de Brix por hectare (TBH).

A precisão experimental foi aferida pelo coeficiente de variação. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas entre épocas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), foram ajustados modelos de regressão. As análises foram realizadas com o auxílio do programa R (R Core Team, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão experimental foi verificada pelo coeficiente de variação, cujos valores oscilaram de 8,08% a 23,46% na subparcela e de 8,96% a 28,80% nas parcelas (**Tabela 1**) indicando uma boa precisão.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os genótipos e entre as épocas de corte para todos os caracteres avaliados e quanto à interação genótipo x época de corte para os caracteres TBH, PMV e SST (**Tabela 1**), indicando que o comportamento dos genótipos de sorgo difere frente às épocas de corte.

O efeito médio da época de corte sobre as variáveis PMV, SST e TBH das linhagens A e R e híbridos foram descritos por equações quadráticas ($r^2 = 79,52\%$ para as linhagens R quanto ao caráter PMV á $r^2 = 99,99\%$ para os híbridos quanto o caráter TBH)

As linhagens A mostraram-se baixo desempenho para todos os caracteres, atingindo os maiores valores na época 97, no entanto, quando comparado com os demais genótipos, seu desempenho foi superior apenas para o SST aos 97 DAP (**Figura 1, 2 e 3**).

As linhagens R apresentaram incremento do SST e TBH ao longo das épocas atingindo o maior valor aos 139 DAP (**Figura 1 e 3**). Já para o caráter PMV houve oscilação e conseguinte redução, apresentando maior desempenho aos 97 DAP (**Figura 2**).

Para os híbridos, o PMV e o TBH apresentaram maior valor aos 97 DAP e conseguinte diminuição do caráter. Já para o caráter TBH ocorreu o inverso, havendo incremento de produção até os 139 DAP (**Figura 1, 2 e 3**).

Tanto os híbridos quanto as linhagens R apresentaram-se tardios para o SST e precoces para o PMV, no entanto para o caráter PMV as linhagens R foram superiores em todas as épocas, já para o caráter SST ela só foi superior após 132 DAP, resultados esses que corroboram com os estudos de Parrella e Schaffert (2012) Andrade e Oliveira (1988). Para o caráter TBH os híbridos foram superiores até 109 DAP e conseguinte a essa data as linhagens R foram superiores.

Ao considerar os três caracteres, as linhagens R apresentaram melhor comportamento médio dos caracteres quanto à época de corte (**Figura 1, 2 e 3**), bem como médias superiores (**Tabela 1**). Quanto à época de corte ideal irá depender do caráter e do tipo de genótipo a ser considerado, para o TBH seria as 97 DAP para os híbridos e para as linhagens R aos 139 DAP, para o caráter PMV aos 97 DAP e para o caráter SST aos 139 DAP (**Figura 1, 2 e 3**).

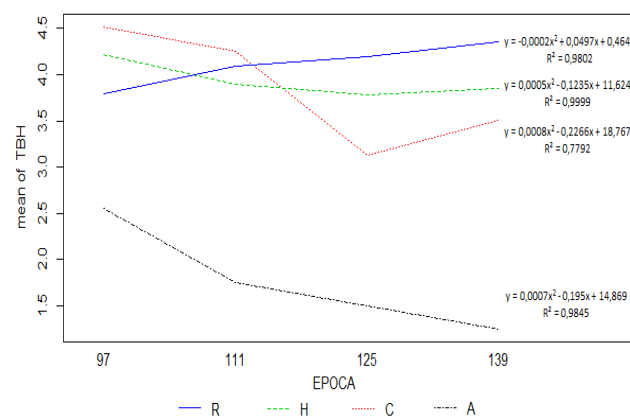


Figura 1 - Valores de toneladas de Brix por hectare (TBH) quanto à época de corte (97, 111, 125, 139 DAP) em genótipos de sorgo sacarino em Lavras, MG e Sete Lagoas, MG. R – linhagens restauradoras, H – híbridos experimentais, C – híbrido comercial (testemunha) e A – linhagens macho-estéreis.

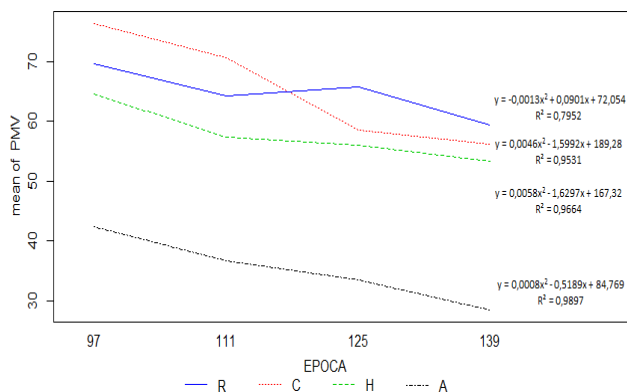


Figura 2- Valores de produção de massa verde (PMV) quanto à época de corte (97, 111, 125, 139 DAP) em genótipos de sorgo sacarino em Lavras, MG e Sete Lagoas, MG. R – linhagens restauradoras, H – híbridos experimentais, C – híbrido comercial (testemunha) e A – linhagens macho-estéreis.

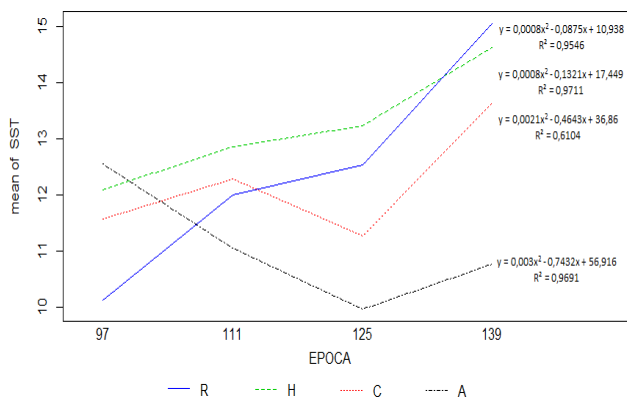


Figura 3- Valores de sólidos solúveis totais (SST) quanto à época de corte (97, 111, 125, 139 DAP) em genótipos de sorgo sacarino em Lavras, MG e Sete Lagoas, MG. R – linhagens restauradoras, H – híbridos experimentais, C – híbrido comercial (testemunha) e A – linhagens macho-estéreis.

CONCLUSÕES

A época de corte ideal depende do caráter e do tipo de genótipo a ser considerado.

As linhagens R apresentam melhor comportamento médio dos caracteres quanto à época de corte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo – EMBRAPA CNPMS, a CAPES, CNPQ e à FAPEMIG pelo apoio na condução do projeto e concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.V. e OLIVEIRA, A.C. Maturação fisiológica do colmo e da semente de sorgo sacarino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 10, nº3, p.19-31, 1988.

BORÊM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R.A.C. Sorgo do plantio à colheita. Viçosa, MG. Editora UFV, p. 275, 2014.

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. **Revista Agroenergia**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 2-5, 2011.

DURÃES, N.N.L. Heterose em sorgo sacarino. Dissertação de Mestrado. UFLA, Lavras. 2014.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia** em Revista 2(3): 8-9, 2011.

PARRELLA, R. A. C. e SCHAFFERT, R.E. Cultivares. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino. 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015.

REGASSA, T.H. e WORTMANN, C.S. Sweet Sorghum as a bioenergy crop: Literature review. **Biomass and Bioenergy**. p. 1 – 8. 2014.

SOUZA, V.F.; PARRELLA, R.A.C.; TARDIN, F.D.; COSTA, M.R.; CARVALHO, G.A.; SCHAFFERT, R.E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 13: 144-151, 2013.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices. **Biomass and Bioenergy**, 40:1-12, 2012.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres agroindústrias: Peso de Massa Verde (PMV, t/ha), Extração (EXT, %), Sólidos Solúveis Totais (SST, % de caldo), Toneladas de brix por hectare (TBH), referentes aos genótipos de sorgo sacarino em Lavras, MG e Sete Lagoas, MG.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		TBH	PMV	EXT	SST
AMB	1	146,7	8951	118649	352,6
TR	19	17,27**	2433**	242,8**	29,76**
AMB*RE	4	0,989	141,7	35,47	1,89
AMB*TR	19	3,197**	392,8**	67,63*	9,71**
AMB*RE*TR	72	1,1	122,7	32,86	1,29
Epoca	3	4,01**	2954,4**	273,19**	118,6**
TR*Epoca	54	1,36**	140,5*	17,64	5,57**
AMB*Epoca	3	45,61**	2656,2**	291,31**	68,73**
AMB*TR*Epoca	54	0,95	105,2	22,12	1,70**
Erro	228	0,73	98,6	23,87	1,05
Média Geral		3,641876	56,22015	52,17771	12,68208
Linhagens A		1,766653	35,28611	46,76228	11,0875
Linhagens R		4,110171	64,73348	54,62241	12,43021
Híbridos Experimentais		3,937295	57,84739	52,85862	13,20556
Híbrido Comercial		3,849332	65,44206	50,47428	12,19167
CVpar		28,80%	19,70%	10,99%	8,96%
CVsub		23,46%	17,66%	9,36%	8,08%

IMPLICAÇÕES DO PERFILHAMENTO NA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS EM SORGO BIOMASSA

Ivan Dario Delgado⁽¹⁾; José Airton Rodrigues Nunes⁽²⁾; Fernanda Maria Rodrigues Castro⁽³⁾; Daniela Oliveira Ornelas⁽⁴⁾; Mayra Luiza Costa Moura⁽⁴⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil, delgado.ivan.dario@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Associado, Departamento de Biologia, UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil; ⁽³⁾ Doutorando em Fitotecnia, UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO: O sorgo biomassa é uma promissora alternativa entre as matérias-primas vegetais utilizadas para cogeração de energia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de genótipos de sorgo biomassa quanto ao número de perfilhos e caracteres relacionados com a produção de biomassa, bem como verificar a existência de associação entre elas. O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA - Fazenda Muquém, situada no município de Lavras, Minas Gerais. Foram avaliados 25 genótipos (linhagens/híbridos), considerando duas testemunhas (BRS 716 e BRS 655). O delineamento foi o látice triplo 5 x 5, com parcelas de dois sulcos de 5,0 m, espaçados em 0,60 m. Foram medidos os seguintes caracteres: altura da planta (ALT), diâmetro do colmo (DC), perfilhamento (Nperf), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS). Foram feitas as análises de variância e o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observaram-se diferenças significativas entre os genótipos para ALT, Nperf, PMV e PMS. Estimou-se a correlação linear de Pearson entre as médias ajustadas dos genótipos para Nperf em relação a ALT, PMV, e PMS, observando-se maior correlação com PMS (42,9%), e menores correlações com PMV (30,4%) e ALT (17,1%), indicando em princípio a possibilidade de proceder a seleção indireta de genótipos produtivos que associem alto ou mediano perfilhamento.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, híbridos, seleção indireta, correlação.

INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma promissora alternativa entre as matérias-primas vegetais utilizadas para cogeração de

energia. É uma cultura cujas características agrônômicas e tecnológicas necessitam ser melhor investigadas para fins de melhoramento genético e tecnológico, a exemplo do perfilhamento.

O perfilhamento é uma característica que tem fatores genéticos e não-genéticos relacionados com a sua expressão fenotípica (MOULIA et al., 1999). Este caráter pode ser influenciado pela densidade de plantas e pelo espaçamento entrelinhas no plantio (SCHWEITZER et al., 2009). Num estande reduzido, as plantas não podem explorar adequadamente os recursos ambientais disponíveis (luz, água e nutrientes) diminuindo assim seu potencial produtivo (SCHWEITZER, 2010). Segundo Almeida (1998, et al., 2004), os perfilhos que são gerados por plantas das famílias *Poaceae*, atuam como estruturas de compensação de espaços vazios, por incrementar o número de colmos na área, e em consequência aumentando o índice de área foliar. Existem espécies como trigo e o arroz onde os perfilhos são destacados como benéficos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de genótipos de sorgo biomassa quanto ao número de perfilhos e caracteres relacionados à produção de biomassa, bem como verificar a existência de associação entre estas características.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA - Fazenda Muquém, situada no município de Lavras, Minas Gerais, na safra agrícola 2015/2016. A semeadura foi feita de forma manual no dia 10/11/2015 considerando uma data de chuvas freqüentes sem irrigação adicional. A parcela foi constituída de dois sulcos de 5,0 m, espaçados em 0,60 m e o experimento foi composto de 25 genótipos (linhagens/híbridos), considerando duas testemunhas (BRS 716 e BRS 655), utilizando-se

três repetições. Para análise estatística utilizou-se o delineamento o látice triplo 5 x 5. Os tratos culturais realizados foram de acordo com a necessidade da cultura. Para adequação da densidade de plantas foi feito um desbaste após emergência (10 dias).

Após 86 dias da semeadura foi realizada a colheita da testemunha BRS 655, mas devido a sua precocidade não foi possível realizar as medições dos caracteres, sendo descartada do experimento, ficando em um total de 24 genótipos para serem avaliados. Após 172 dias da semeadura foi realizada a colheita da totalidade das plantas, realizando as medições dos seguintes caracteres: altura da planta (ALT.), diâmetro do colmo (DC), perfilhamento (Nperf.), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS).

Delineamento e análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Também se estimou a correlação linear de Pearson entre as médias ajustadas dos genótipos. Para número de perfilhos adotou-se o modelo linear generalização Poisson com função de ligação logarítmica. As análises foram realizadas com o aporte do software estatístico R (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve heterogeneidade entre blocos dentro das repetições. Assim, as análises foram realizadas admitindo o delineamento em blocos completos. Observaram-se diferenças significativas entre os genótipos para ALT, PMV e PMS, enquanto que para Diâmetro do colmo não foi verificada significância (Tabela 1). Os genótipos também se mostraram divergentes quanto ao perfilhamento pelo teste da razão de verossimilhança ou qui-quadrado ($P < 0,05$).

As estimativas das acurácias indicaram uma elevada confiabilidade na estimação dos valores genotípicos a partir dos valores fenotípicos observados para os caracteres altura (86,38%), PMV (84,24%) e PMS (72,98%) (Resende e Duarte, 2007), conforme tabela 1.

Tabela 1. Estimativas do teste F-Snedecor para o efeito de genótipos (Fc) e da acurácia seletiva para os caracteres mensurados referente à avaliação de 24 genótipos de sorgo biomassa em Lavras - Minas Gerais na safra 2015/2016.

Parâmetros	Altura (m)	Diâmetro (cm)	PMV (kg/parc)	PMS (kg/parc)
Fc Genótipos	3,94*	1,57	3,44*	2,14*
Acuracia(%)	86,38	60,38	84,24	72,98

*Significativo a 5% de probabilidade.

Pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, observou-se que os genótipos foram reunidos em dois grupos para altura de planta, sendo que um grupo com 22 genótipos apresentou altura média de 5,81m e o outro grupo contendo os genótipos 7 e 24, apresentou média de 5,1m. Para PMV, as médias variaram de 42,46 (Genótipo 5) a 71,15 (Genótipo 23) kg/parcela. Os genótipos mais produtivos tiveram média de 58,5 kg/parcela. Para PMS, apesar da significância apontada pelo teste F (Tabela 1), não houve separação de grupos pelo teste de Scott-Knott, fato que pode estar associado a diferenças nos controles das taxa de erro e poder dos testes em questão. Em se tratando do perfilhamento, os genótipos apresentaram de 11,33 (Genótipo 5) a 48,74 (Genótipo 22) perfilhos na parcela. (Tabela 2).

A partir das correlações entre caracteres, evidenciou-se maior associação positiva entre o perfilhamento e a PMS (42,9%) (figura 3), e correlações de menor magnitude com PMV (30,4%) (figura 2) e ALT (17,1%) (figura 1).

Tabela 2. Médias ajustadas dos genótipos de sorgo biomassa quanto a altura (m), produção de matéria verde (kg/parcela) e produção de matéria seca (kg/parcela).

Genótipo	Altura	PMV	PMS	Nº perf.
1	5,70 a ¹	45,25 b ¹	16,15 a ¹	14,23
2	5,78 a	54,24 a	17,65 a	20,22
3	5,57 a	36,18 b	13,07 a	27,29
4	5,50 a	45,30 b	13,62 a	34,94
5	5,80 a	42,46 b	15,46 a	11,33
6	5,63 a	52,56 a	17,51 a	29,85
7	5,17 b	38,84 b	13,82 a	15,49
8	5,77 a	53,07 a	16,62 a	17,82
9	5,65 a	39,03 b	15,49 a	28,50
10	6,00 a	51,46 b	17,69 a	18,97
11	5,87 a	48,25 b	19,34 a	23,63
12	6,07 a	45,95 b	17,30 a	14,48
13	5,80 a	50,55 b	19,80 a	20,64
14	5,77 a	47,56 b	17,49 a	11,48
15	6,03 a	45,95 b	15,99 a	16,58
16	5,83 a	46,70 b	17,34 a	15,58
17	5,83 a	55,29 a	19,29 a	24,52
18	5,90 a	58,79 a	19,50 a	29,27
19	5,77 a	47,44 b	19,27 a	21,53
20	5,83 a	44,65 b	17,36 a	37,68
21	5,95 a	57,20 a	21,70 a	30,68
22	5,88 a	62,59 a	25,02 a	48,74

23	5,97	a	71,15	a	25,72	a	30,70
24	5,02	b	61,78	a	18,58	a	12,49

Obs.: Médias seguidas da mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

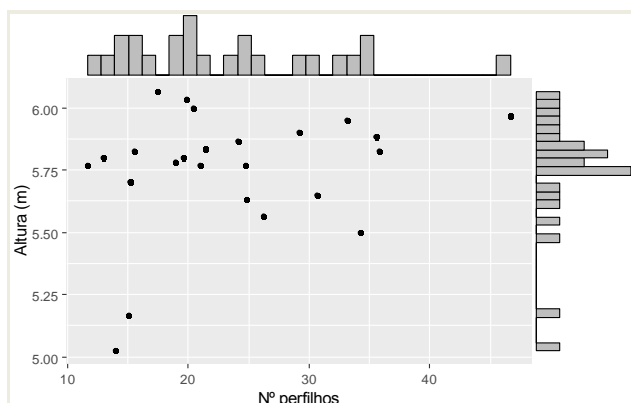


Figura 1. Diagrama de dispersão entre altura de plantas e o número de perfilhos de 24 genótipos de sorgo biomassa.

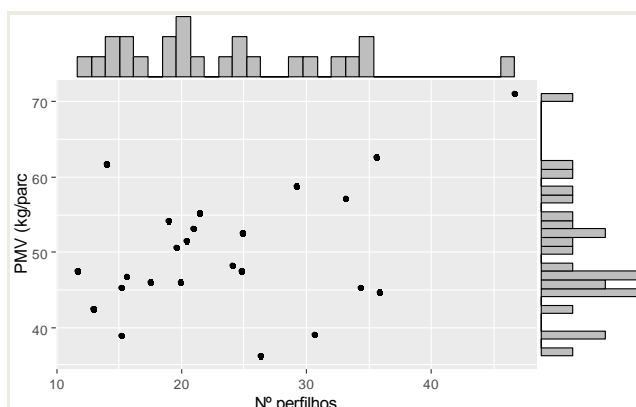


Figura 2. Diagrama de dispersão entre produção de matéria verde e o número de perfilhos de 24 genótipos de sorgo biomassa.

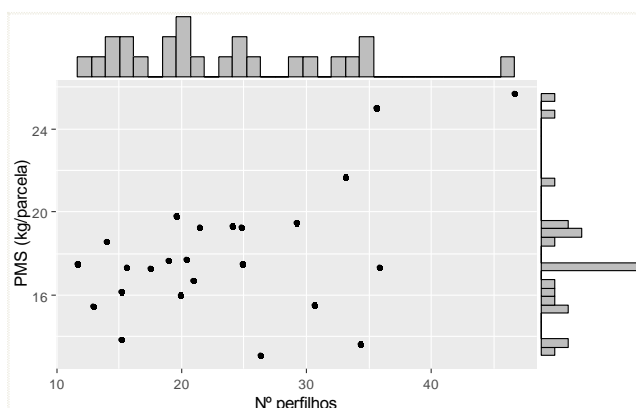


Figura 3. Diagrama de dispersão entre produção de matéria seca e o número de perfilhos de 24 genótipos de sorgo biomassa.

CONCLUSÕES

Oito genótipos (2, 6, 8, 17, 18, 21, 22 e 23) apresentaram desempenho superior quanto aos caracteres ALT, PMV e PMS. As correlações entre o número de perfilhos e os caracteres ALT, PMV e PMS foram de mediana a baixa magnitude, indicando a possibilidade de proceder a seleção de genótipos produtivos que associem alto ou mediano perfilhamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Biologia da UFLA, Embrapa Milho e Sorgo, pela parceria, as organizações OEA, Capes, FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.L. **Modificação do afilamento de trigo e aveia pela qualidade de luz.** 1998. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de pós-graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ALMEIDA, M.L. de; SANGOI, L.; MEROTTO JUNIOR, A.; ALVES, A.C.; NAVA, I.C.; KNOPP, A. Tiller emission and dry mass accumulation of wheat cultivars, under different stress. *Scientia Agricola*, v.61, p.266-270, 2004.

MOULIA, B.; LOUP, C.; CHARTIER, M.; ALLIRAND, J. M.; EDELIN, C. Dynamics of architectural development of isolated plants of maize (*Zea mays* L.), in a non-limiting environment: the branching potential of modern maize. *Annals of Botany*, London, v. 84, p. 645-656, 1999.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SCHWEITZER C.; **Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho em função do arranjo de plantas.** 2010. Tese (mestre em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages.

SCHWEITZER, C.; SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R.; MENGARDA, R. T.; SALDANHA, A.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; VIEIRA, J.; PLETSCH, A. J.; BIANCHET, P.; PICOLI, G. J. Arranjo de plantas e



contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 54.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 37., 2009, Veranópolis. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – safras 2009/2010 e 2010/2011.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

Índice de Adaptação da Lagarta-do-Cartucho em Diferentes Tipos De Sorgo¹

Lorena de Oliveira Martins², Adriano Jorge Nunes dos Santos³, Michele Silva Rocha³, Caio César Souza Coelho⁴, José Avelino Santos Rodrigues⁵, Simone Martins Mendes⁵, Camila da Silva Fernandes Souza⁽⁶⁾

(¹) Trabalho financiado pelo CNPq/Fapemig (²) Estudante do Curso de Biologia da UNIFEMM, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/ FAPED; Sete Lagoas; MG; (lorena-71@hotmail.com) (³) Bolsistas de Pós Doutorado FAPEMIG - Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; MG; (adrianojnsantos@gmail.com); (⁴) Estagiários e Bolsistas da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; MG; (michelehp220@gmail.com); (caiobzrra@yahoo.com.br); (⁵) Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; MG; (simone.mendes@embrapa.br); (avelino.rodrigues@embrapa.br); (⁶) Mestranda em Entomologia; Universidade Federal de Lavras (camilasfs4@hotmail.com)

RESUMO: Com o intuito de conhecer o potencial de diferentes tipos de sorgo como fonte de resistência a *Spodoptera frugiperda* estudou-se os aspectos biológicos e a adaptação dessa espécie de praga em genótipos de sorgo com diferentes aptidões. Foram avaliados dois híbridos de sorgo granífero BRS 373 e BRS 380, uma variedade de sorgo sacarino BRS 511, dois híbridos de sorgo forrageiro BRS 658 e BRS 659, uma variedade de sorgo biomassa BRS 716 e um híbrido de milho DKB 390, plantados no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, levados ao laboratório quando se encontravam com 6 a 8 folhas completamente desenvolvidas. Cada larva neonata foi colocada em copo de 50 mL, contendo aproximadamente 50 cm² de folhas, as quais foram trocadas a cada dois dias até o final da fase larval. Avaliou-se a sobrevivência larval, a biomassa das pupas e o período de desenvolvimento. As cultivares que apresentaram o menor índice de adaptação foram a BRS 659 e a BRS 716 sendo, assim, a que se mostraram mais resistente ao ataque da praga.

Termos de indexação: *Spodoptera frugiperda*, resistência de plantas, MIP.

INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie polífaga, considerada das mais nocivas para as culturas anuais nas regiões

tropicais das Américas. Pode causar perdas de 17% a 38,7% na produção de milho e de sorgo, dependendo do ambiente e do estágio de desenvolvimento das plantas atacadas. Sua ocorrência também é registrada em lavouras de algodão, soja, pastagens dentre outras (CRUZ E TURPIN, 1982; BOREGAS et al., 2013).

Lavouras de sorgo estão sujeitas a infestações dessa espécie de inseto-praga, independente de sua aptidão, sendo necessária maior atenção para o monitoramento quando as plantas apresentam entre três e oito folhas completamente desenvolvidas. Como o ciclo da cultura, geralmente, é muito curto, é recomendado integrar o máximo possível de estratégias do manejo de pragas (MENDES et al, 2014). Contudo, o aporte de produtos inseticidas com registro para a lavoura é muito baixo (AGROFIT, 2014), intensificando a necessidade de buscar estratégias de manejo. Nesse contexto o uso de plantas resistentes deve ser fomentado como ação prioritária.

A resistência de plantas possui a seu favor os benefícios de ser compatível com outras estratégias do MIP e de ser sustentável. Segundo CHRISPIM & RAMOS (2007), os termos que definem resistência, tolerância, e suscetibilidade são, muitas vezes expressos, de maneira subjetiva. Para Moraes (2014), uma planta pode ser considerada resistente ao proporcionar um efeito adverso sobre a população de uma ou mais espécies de insetos-praga. Assim a resistência de plantas pode ser classificada em tipos: 1) antibiose quando altera negativamente as características biológicas do desenvolvimento do inseto, 2) não-

preferência ou antixenose quando a planta é menos utilizada ou preferida para alimentação, oviposição ou abrigo e, 3) tolerância quando a cultivar é menos danificada do que as demais em igualdade de condições.

Dessa forma, a relação inseto/planta não é passiva, mas se comporta como organismo ativo e, como tal, vem desenvolvendo, por meio de seleção no processo evolutivo, certos mecanismos de proteção que interferem na utilização dos insetos (VENDRAMIM e GUZZO, 2009). Segundo esses autores os principais efeitos nos insetos decorrentes da ingestão de alimento que causam antibiose são o prolongamento e mortalidade das fases imaturas, redução de tamanho e peso das fases imaturas e adultas e redução da fecundidade e fertilidade em adultos. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar em laboratório os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* no que se refere a sobrevivência e biomassa de larvas e pupas em diferentes genótipos de sorgo, com aptidão para produção de forragem, biomassa, grãos e caldo fermentescível (sorgo sacarino), além de calcular o índice de adaptação desta espécie de Lepidoptera nos diferentes tipos de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no laboratório de Ecotoxicologia de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (MG), em ambiente climatizado com temperatura de $26\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. As lagartas utilizadas foram oriundas de criação de manutenção mantida no mesmo laboratório. Os genótipos de sorgo avaliados foram selecionados entre variedades e híbridos comerciais com diferentes aptidões: Dois híbridos de sorgo granífero, BRS 373 e BRS 380, uma variedade de sorgo sacarino, BRS 511, dois híbridos de sorgo forrageiro, BRS 658 e BRS 659, uma variedade de sorgo biomassa, BRS 716, e uma cultivar de milho como testemunha, DKB 390. O plantio foi realizado no campo, com tratos culturais convencionais, exceto pela aplicação de inseticida. Quando as plantas apresentavam entre seis e oito folhas completamente desenvolvidas foram cortadas e trazidas ao laboratório, onde foram limpas, secas e preparadas para os ensaios.

Para os parâmetros biológicos relacionados à antibiose, avaliou-se as seguintes variáveis: sobrevivência da pré-imaginal, biomassa de pupas e período de desenvolvimento larval. As lagartas de primeiro instar foram individualizadas em copos plásticos de capacidade de 50 mL e tampas de acrílico transparente. Sempre foram utilizadas seis seções de folhas tenras, com cerca de 10 centímetros quadrados (cada), de cada tipo de sorgo selecionado para o presente estudo. As folhas

foram substituídas a cada dois dias, até o final da fase larval onde se avaliou a sobrevivência e biomassa das pupas. A avaliação da biomassa foi aferida em balança de precisão 0,001mg. Para os dados de sobrevivência, cada repetição foi considerada como dez indivíduos e para as demais variáveis biológicas avaliadas cada indivíduo foi considerado uma repetição, com número de repetições (n) variável (TABELA 1). O delineamento do ensaio foi inteiramente casualizado e, após análise de variância os dados foram submetidos a teste de Tukey a 5% de probabilidade para distinção das médias.

As variáveis de sobrevivência, biomassa de pupas e período de desenvolvimento larval foram utilizadas para o cálculo do Índice de Adaptação, onde $IA = (SI * BP) / (PDL)$ em que IA= índice de adaptação, SI = sobrevivência pré-imaginal, BP= biomassa de pupas e PDL=período de desenvolvimento larval, como proposto por Boregas et al., (2013). Depois calculou-se o Índice de Adaptação Relativo, tomando-se a planta de milho como padrão de comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença significativa na sobrevivência pré-imaginal de *S. frugiperda* nos diferentes genótipos de sorgo avaliados (**Tabela 1**), onde a cultivar BRS 659 apresentou a menor sobrevivência, e o BRS 511 a maior. A diferença entre a sobrevivência das cultivares que proporcionaram maior e menor sobrevivência é da ordem de 35%, dessa forma pode-se inferir que, somente pelo uso de cultivares menos suscetíveis, é possível reduzir o número de *S. frugiperda* em condições de campo.

Diferença significativa também foi encontrada para o período de desenvolvimento larval (**Tabela 1**). O genótipo BRS 716 apresentou o maior período, com 18,17 dias, resultados semelhantes foram encontrados no BRS 373 e no milho. Já os genótipos BRS 511, BRS 658 e BRS 659 apresentaram menor período de desenvolvimento. Esse resultado é superior ao encontrado por Boregas et al., (2013), que foi de cerca de 15 dias, para sorgo granífero e selvagem. Porém aqueles autores não trabalharam com muitos genótipos de sorgo diferentes. Já Sá et al., (2009) encontraram período de desenvolvimento dessa espécie em sorgo em torno de 21 dias. Mostrando que os resultados encontrados no presente estudo se encontram dentro de uma faixa observada em literatura. Tais diferenças podem ser atribuídas, além das condições experimentais a desempenho do inseto nos diferentes hospedeiros.

Para biomassa de pupas, também se verificou diferença significativa para os hospedeiros avaliados (**Tabela 1**). De acordo com Pencoe & Martin (1981), existe uma correlação entre biomassa de pupas dessa espécie e a fertilidade dos adultos, esperando-se maior fertilidade de fêmeas oriundas de pupas de maior biomassa. Assim, genótipos que propiciam o desenvolvimento de pupas de menor biomassa, devem ser preferidos no programa de melhoramento, pois levariam intrinsecamente a redução da fertilidade dos insetos. Nesse sentido, os genótipos de sorgo biomassa BRS 716 e o forrageiro BRS 659, se destacaram por proporcionar pupas de biomassa significativamente menores que os demais genótipos.

Em relação ao IA, todos os genótipos, de sorgo com exceção do BRS 716 e BRS 659 apresentaram nível de adaptação superior ao milho (**Tabela 1**). Como o milho foi utilizado como testemunha, calculou-se o IRA em comparação a esse. Assim, pode-se inferir que em sorgo sacarino, essa espécie tem uma adaptação cerca de 34% superior ao milho. Além disso, em sorgo granífero, a adaptação dessa espécie também foi superior ao milho. Corroborando com observações de campo, onde os maiores danos causados por essa praga são observados em genótipos de sorgo com tais aptidões.

CONCLUSÕES

As cultivares BRS 659 (sorgo forrageiro) e BRS716 (sorgo biomassa) apresentam o menor índice de adaptação para *S. frugiperda*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Ao Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM) e EMBRAPA Milho e Sorgo, pelo apoio na realização do trabalho. Aos colegas de trabalho do Laboratório de Ecotoxicologia de Insetos e Manejo da EMBRAPA Milho e Sorgo pela contribuição na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, 2014. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em janeiro de 2016.

BOREGAS, K. G. B. et al. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera:

Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Bragantia* 0[online], Campinas, v. 72, n. 1, p. 61-70, 2013.

CHRISPIM, T.P.; RAMOS, J.M. REVISÃO DE LITERATURA: RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS. Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal. Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF. Ano VI, n 10, agosto de 2007.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, p. 355-359, 1982.

DIAS, A.S; MARUCCI, R.C; MENDES, S.M; MOREIRA, S.G; ARAÚJO; SANTOS, C.A; BARBOSA, T.A. BIOECOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) EM DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA. Biosci. J., Uberlândia, v. 32, n. 2, p. 337-345, Mar./Apr. 2016.

MENDES, M.M.; WAQUIL, J.M.; RODRIGUES, J.A.S.; SAMPAIO, M.V.; VIANA, P.A. Manejo de pragas na cultura do sorgo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n 278, p. 89-99, jan/fev 2014.

MENDES, M.M.; BOREGAS,G.B.; LOPES,M.E.; WAQUIL,M.S.; WAQUIL,J.M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n3, p239-244, mar.2011.

MORAES, R.F.O. Categorias e mecanismos de resistência de genótipos de couve a *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE). 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Jaboticabal. 2014

PENCOE, N.L.; MARTIN, P.M. Development and reproduction of Fall Armyworm on several wild grasses. *Environmental Entomology*, v.10, p.999-1002, 1981.

SÁ, V. G. M.et al. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuide) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology*, v. 38, p.108-115, 2009.

VENDRAMIM, J.D.;GUZZO,E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In PANIZZI,A.R; PARRA,J.R.P. Bioecologia e nutrição de insetos : Base para o manejo integrado de pragas. Brasília,2009,p.1055-1105.

Tabela 1 – Média (\pm ep) de sobrevivência larval, tempo de desenvolvimento larval e biomassa de pupa de *Spodoptera frugiperda* alimentadas em diferentes genótipos de sorgo e milho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, fevereiro de 2016.

Cultivares	n	Sobrevivência pré- imaginal (%)	n	Período larval (dias)	n	Biomassa de pupa (g)	IA	IRA
BRS 373	5	62.00 \pm 8,60ab	35	18,00 \pm 0,21a	35	259,42 \pm 5,46ab	893,56	1,16
BRS 380	5	56.00 \pm 4,00abc	35	17,43 \pm 0,28ab	35	254,45 \pm 5,44abc	817,51	1,06
BRS 511	5	66.00 \pm 8,72a	35	16,63 \pm 0,21b	35	260,30 \pm 4,17ab	1.033,06	1,34
BRS 658	5	58.00 \pm 5,83ab	36	16,86 \pm 0,40b	36	245,65 \pm 5,90abc	845,06	1,10
BRS 659	5	42.00 \pm 6,63d	24	16,96 \pm 0,32b	24	243,54 \pm 5,17bc	603,11	0,78
BRS 716	5	46.00 \pm 5,10cd	25	18,17 \pm 0,31a	25	237,09 \pm 4,12c	600,23	0,78
DKB 390	5	52.00 \pm 6,63bcd	30	18,03 \pm 0,34a	30	266,78 \pm 5,53a	769,41	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P=0,05)

IA = Índice de adaptação

IRA= índice relativo de adaptação dos genótipos de sorgo quando comparado ao milho

Influência da densidade de cultivo no perfilhamento de sorgo sacarino (*Sorghum Bicolor* (L.))

Dalila Dominique Duarte Rocha⁽¹⁾; Samuel Moreira Moura⁽²⁾; Ruane Alice Silva⁽³⁾; Crislene Vieira dos Santos⁽⁴⁾; Celso Henrique Tuma e Silva⁽⁵⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal São João del-Rei, UFSJ; Sete Lagoas-MG/Brasil; E-mail: daliladominik@hotmail.com; ^(2,3,4,5)Graduandos em Engenharia Agrônômica; UFSJ-MG/Brasil; ⁽⁶⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas-MG/Brasil.

RESUMO: O perfilhamento durante o cultivo do sorgo sacarino pode ser prejudicial no acúmulo de açúcares no colmo principal. O objetivo do trabalho foi caracterizar o perfilhamento do sorgo sacarino em relação a densidades de plantas cultivadas. O ensaio foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, situada no município de Sete Lagoas - Minas Gerais na safra agrícola 2013/2014. Foram utilizados oito genótipos (G1, G2, BR505, G4, G5, G6, G7, BR501) nas densidades 1, 2 e 3 (4, 8, 12 plantas por metro linear, respectivamente). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. As variáveis avaliadas foram o número de plantas mãe e o número de perfilhos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média Tukey a 5%, utilizando-se o programa Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2007). A interação genótipo x densidade foi significativa para variável perfilho/planta, indicando que cada genótipo respondeu diferentemente de acordo com cada densidade. Os genótipos G6 e G7 alcançaram as maiores médias de perfilhamento para todas as densidades estudadas, já os genótipos G2, BR505 e BR501 obtiveram as menores médias de perfilhamento em todas as densidades. Os genótipos G1, G2, BR505 e BR501 não apresentaram diferenças estatísticas para as médias de perfilhamento independentemente da densidade de cultivo. Pode-se concluir que os genótipos mais adequados para o sistema de produção do sorgo sacarino são G2, BR505 e BR501. O perfilhamento foi reduzido com maior densidade de plantas. A densidade de 4 plantas por metro linear foi a melhor densidade para expressão do perfilho.

Termos de indexação: Espaçamento, perfilhos.

INTRODUÇÃO

A crise do petróleo incentiva a busca por novas fontes de energias renováveis, como o etanol (LIMA, 2011). A agricultura brasileira visa, entre outros, à produção de bioenergia sustentável por meio da diversificação de matérias-primas (MACEDO, 2006). Atualmente existem diversas matérias-primas renováveis e sustentáveis para auxiliar o setor sucroalcooleiro do Brasil, entre elas pode-se citar o sorgo sacarino. O sorgo sacarino, *Sorghum bicolor* (L.), é uma planta alternativa para produção de etanol assemelhando-se à cana-de-açúcar no armazenamento de açúcares nos colmos (MAY et al., 2012). Dessa forma, apresenta-se como uma alternativa viável, podendo ser semeado na rotação de culturas nas áreas de reforma de cana-de-açúcar, em outubro e novembro, para colheita em março e abril (PEREIRA FILHO et al., 2012). No Brasil, há poucos trabalhos relacionados com o manejo cultural do sorgo sacarino, principalmente em relação ao perfilhamento (RODRIGUES; LEITE, 1999; ALBUQUERQUE et al., 2010; SOUZA et al., 2011; TEIXEIRA et al., 1999; MAY et al., 2012). O perfilhamento durante o cultivo dessa cultura pode ser prejudicial na produção de massa verde e na acumulação de açúcares no colmo principal. Segundo Peacock e Wilson (1984), o perfilhamento pode ter efeito negativo no rendimento, pois, além de sombrear as folhas da planta-mãe, pode competir por nutrientes e água no solo. Albuquerque et al. (2010) verificaram que o aumento da densidade de semeadura e a redução do espaçamento entre linhas resultaram em maior produtividade de massa verde. Em relação à massa de caldo, quando há redução do espaçamento entre linhas há um maior

incremento na produção e elevação de brix no caldo (MAY et al., 2012).

O objetivo do estudo foi analisar o perfilhamento do sorgo sacarino em diferentes densidades de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo localizada no município de Sete Lagoas - Minas Gerais. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,7 metros e o experimento foi composto de oito genótipos de sorgo sacarino (G1, G2, BR505, G4, G5, G6, G7, BR501) semeados cada um com três densidades, sendo:

Densidade 1 = 4 plantas metro⁻¹ ou 57 mil plantas ha⁻¹;

Densidade 2 = 8 plantas/metro ou 114 mil plantas/ha⁻¹;

Densidade 3 = 12 plantas/metro ou 171 mil plantas/ha⁻¹.

Os genótipos estudados foram avaliados em um experimento prévio sobre a emissão de perfilhos. Dessa forma, estabeleceu-se que três genótipos tinham uma predisposição a não perfilhar: G1, G2, BR505. Os demais, G4, G5, G6, G7, e BR501, tinham uma predisposição ao perfilhamento. Sendo assim utilizaram-se três repetições por tratamento, totalizando 72 parcelas. As parcelas foram compostas por três linhas de três metros. A adequação de estande para cada tratamento foi feita por meio de um raleio com auxílio de bambus delimitados com os espaçamentos definidos no experimento.

Após 76 dias da semeadura foi realizada uma avaliação do perfilhamento. Inicialmente foi contado o número de plantas-mãe na parcela. Em seguida contou-se na mesma fileira o número de perfilhos de cada planta-mãe, e foi feita a média de perfilhos por colmo principal. As variáveis analisadas foram: número de plantas-mãe, número de perfilhos e a média de perfilhos por planta.

Delineamento e análise estatística

Para análise estatística utilizou o delineamento de blocos casualizados, com 3 repetições, e fatorial de 8 materiais x 3 densidades totalizando 24 tratamentos distintos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se os recursos computacionais do programa Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante a análise de variância (Tabela 1), foram observadas diferenças significativas, ($p < 0,05$), nas variáveis perfilhos e perfilhos/planta, demonstrando diferenças entre os genótipos em relação a essas características. Para fonte de variação "Densidades" foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para planta-mãe e perfilhos/planta. A interação genótipo x densidade foi significativa apenas para variável perfilhos/planta, indicando que cada genótipo respondeu diferentemente de acordo com cada densidade. Maiores médias de perfilhos/planta dos genótipos avaliados foram observadas na densidade de 4 plantas metro⁻¹. Esse comportamento corrobora as conclusões de Baumhardt e Howell (2006), que afirmaram que o perfilhamento em cultivares de sorgo é uma característica afetada pela época de semeadura, espaçamento, densidade e ciclo da cultura. Magalhães et al. (2003) afirmaram que menores populações de plantas resultam em maior possibilidade de perfilhamento, possivelmente pela maior disponibilidade de fotoassimilados de reserva na planta e devido à incidência de luz no colo da planta que resulta em alterações hormonais, que, por sua vez, estimulam a emissão de perfilhos pela planta principal.

De acordo com Silva (2001), a densidade de plantas de sorgo pode influenciar a produção de grãos e de etanol. Contudo, o sorgo pode compensar, até certo ponto, a redução na densidade com a emissão de perfilhos, entretanto é difícil para o produtor identificar a partir de quando o comprometimento da produção ocorre por falta de informações sobre a relação entre redução de densidade de plantas e rendimento. May et al. (2012) avaliando o efeito de diferentes arranjos de plantas para a cultivar CMSXS 647, em Minas Gerais, observaram que o aumento da população de plantas não causou diferença significativa na produtividade de massa fresca de colmos, com exceção na menor população de plantas avaliada, 80.000 plantas ha⁻¹, associado ao menor espaçamento entrelinhas, 50 cm, resultando em menor rendimento. Assim, resultados de produtividade de colmos de sorgo sacarino por área cultivada em função da população de plantas podem diferir conforme o ambiente e a cultivar estudada (HABYARIMANA et al., 2004; WORTMANN et al., 2010).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para planta-mãe e perfilhos por planta. Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas - MG, 2013/2014.

FV	GL	QM	
		Planta mãe	Perfilho/planta
Blocos	2	10,50 ^{NS}	0.72 ¹
Genótipos (G)	7	32,74 ^{NS}	8.53 ^{1/1}
Densidades (D)	2	606,12 ^{1/1}	4,77 ^{1/1}
G x D	14	12,32 ^{NS}	0.45 ¹
Erro	46	25,85	0.2
Média		30,28	28.44
CV(%)		16,79	1.56

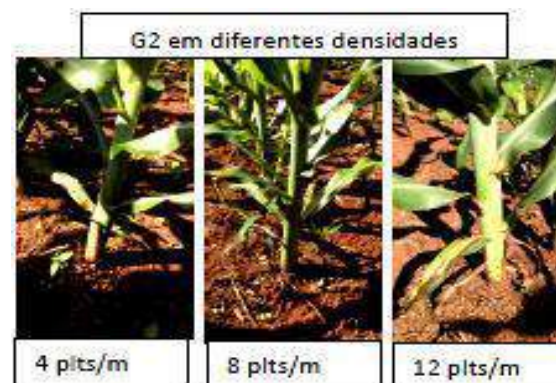
^{1/1} e ¹ significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. ^{NS} não significativo.

De acordo com o agrupamento de médias, (Tabela 2), os genótipos G6 e G7 alcançaram as maiores médias de perfilhamento para todas as densidades estudadas. Os genótipos G2, G3 e G8 obtiveram as menores médias de perfilhamento em todas as densidades, corroborando com as pressuposições levantadas nos ensaios anteriores. Os genótipos G1, G2, G3 e G8 não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade independentemente da densidade de semeadura. Segundo Magalhães et al. (2003), o perfilhamento é influenciado pelo grau de dominância apical, que é regulado por fatores hormonais, ambientais e genéticos, e a dominância apical é uma característica herdável e pode ser modificada por fatores ambientais como temperatura do ar, fotoperíodo e umidade do solo.

Tabela 2 – Médias de perfilhos/planta dos genótipos de sorgo sacarino em diferentes densidades de cultivo realizado na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas - MG.

Genótipos	Densidades								
	1			2			3		
G1	2.23	bc	A	1.66	B	A	1.61	ab	A
G2	0.26	d	A	0.37	C	A	0.39	c	A
G3	0.62	d	A	0.35	C	A	0.56	bc	A
G4	2.73	ab	A	1.62	B	A	1.14	abc	B
G5	1.96	bc	A	0.93	Bc	AB	1.16	abc	B
G6	3.44	a	A	2.88	A	AB	2.27	a	B
G7	3.79	a	A	3.02	A	B	1.80	a	B
G8	1.37	cd	A	0.85	Bc	A	0.49	bc	A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si.



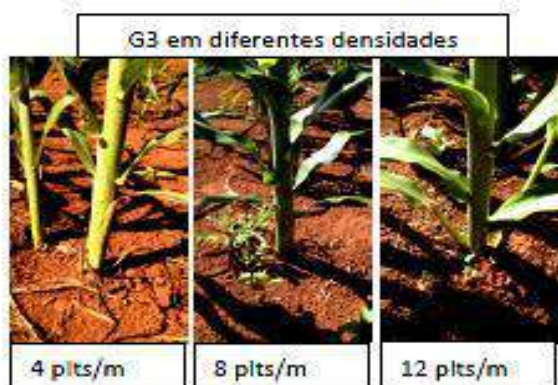


Figura 1. Tratamentos G2 E G3 em diferentes densidades de cultivo.

CONCLUSÕES

A densidade de plantas interfere no perfilhamento dos genótipos estudados.

Menores densidades resultaram em maiores médias de perfilhamento. A partir deste estudo, sugere-se que o plantio do sorgo sacarino deve ser realizado em maior densidade para evitar o desenvolvimento de perfilhos, que podem ocasionar redução da produtividade.

Além disso, aconselha-se a utilização de cultivares dos genótipos G2, G3 e G8 por apresentarem menor número de perfilhos por planta.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JÚNIOR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T. A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, p. 462-470, 2006.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar versão 5.1**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007.

HABYARIMANA, E.; LAURETI D.; NINNO, M.; LORENZONI, C. Performances of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under diferente water

regimes in mediterranean region. **Industrial Crops and Products**, v. 20, p. 23-28, 2004.

LIMA, A. M. **Estudos recentes e perspectivas da viabilidade técnica - econômica da produção de etanol lignocelulósico**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011. 10 p. (Embrapa Agroenergia. Circular técnica, 5). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/890268/1/CITE05.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.

MACEDO, I. C. **Feasibility of biomass-derived ethanol as a fuel for transportation**. México: SENER/BID, 2006. (Project ME-T1007 - ATN/DO-9375-ME).

MAGALHÃES, J. A. M.; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES, J. A. M.; GOMES, A. S.; ANDRES, A. (Ed.) **Arroz irrigado**: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 13-33. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 113).

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; FILHO, I. P. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 3, p. 278-290, 2012.

PEACOCK, J. M.; WILSON, G. L. Sorghum. In: GOLDSWORTHY, P.; FISHER, N. M. (Ed.). **The physiology of field crops**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELA, R. A. da C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F. de; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando à obtenção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 2376-2382. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, E. F.; LEITE, I. C. Crescimento de genótipos de sorgo plantados nos sentidos norte-sul e leste-oeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 173-179, 1999.

SILVA, P. C. S. **Reduções iniciais de populações em três híbridos de milho e sua relação como rendimento**. 2001. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

SOUZA, V. F. de; PARRELA, R. A.; PORTUGAL, A. F.; TARDIN, F. D.; DURÃES, N. N. L.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no norte de Minas Gerais visando a produção de etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios.



Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

WORTMANN, C. S.; LISKA, A. J.; FERGUSON, R. B.; LYON, D. J.; KLEIN, R. M.; DWEIKAT, I. Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, n. 1, p. 319-326, 2010.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Interação genótipo x ambiente em híbridos de Sorgo Biomassa

Raiane Scandiane da Silva⁽¹⁾; Gustavo Igor dos Santos Delforno⁽²⁾; Marco Antonio Aparecido Barelli⁽³⁾; Taiana Paula Streck Vendruscolo⁽⁴⁾; Marcilene Alvez Castrilon⁽⁵⁾; Carla Lima Correa⁽⁶⁾; Flavio Dessaune Tardin⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Mestranda no programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres – MT, raiane.scandian@gmail.com; ⁽²⁾ Graduando em agronomia, Universidade do estado de Mato Grosso; ⁽³⁾ Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁴⁾ Mestranda do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁵⁾ Mestranda do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; ⁽⁶⁾ Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso; Dr. Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil. ⁽⁷⁾

RESUMO: O sorgo biomassa é uma alternativa promissora para geração de energia através da queima de sua biomassa lignocelulósica. Porém, existe uma dificuldade encontrada nos experimentos com sorgo em várias regiões, que é a interação genótipo ambiente. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a presença da interação genótipo x ambiente em 34 híbridos de sorgo biomassa em duas regiões do Mato Grosso, bem como identificar os materiais mais produtivos. O delineamento foi inteiramente casualizados com 34 tratamentos três repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância individual e conjunta, e as médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, todos os dados foram analisados utilizando-se o programa Genes. Os genótipos 2014B29026 e 2014B030 destacaram entre os demais genótipos avaliados, apresentando as maiores médias de produção para as duas características avaliadas.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, GxA, Potencial energético.

INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa apresenta-se como uma planta sensível ao fotoperíodo, com característica fotossintética do tipo C4, fazendo que este tenha maior período vegetativo e conseqüentemente maior produção de massa verde e massa seca (Carrillo et al., 2014), e se destaca, quando comparado a outras culturas com potencial energético (capim elefante; cana-de-açúcar; sorgo sacarino, eucalipto, dentre outras) devido algumas vantagens, como possuir ciclo mais curto, baixo

custo de implantação, ampla adaptabilidade, alto poder calorífico e tolerante a baixa umidade (Chielle et al., 2013).

Sua principal finalidade é produção de biomassa, utilizada como fonte renovável de energia através da queima de sua biomassa lignocelulósica (May et al., 2013). Neste sentido, a realização de estudos para avaliar o potencial produtivo dessa cultura em diversas regiões se torna necessário (May et al., 2013; Carrillo et al. 2014), pois conhecer o comportamento de genótipos em diversos ambientes, principalmente quanto a capacidade de produção de biomassa, é imprescindível para ampliação do sorgo biomassa como alternativa as demais culturas energéticas.

Porém, o efeito da interação entre o genótipo e o ambiente é uma dificuldade encontrada nos experimentos com sorgo em várias regiões, que é a resposta em função das variações entre os locais ou anos.

A interação genótipo x ambiente constitui-se um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares (Delacy et al., 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a presença da interação genótipo x ambiente em 34 híbridos de sorgo biomassa em duas regiões do Mato Grosso, bem como identificar os materiais mais produtivos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas regiões do Estado de Mato Grosso, uma localizada na área experimental do laboratório de recursos genéticos & biotecnologia da Universidade do Estado de Mato

Grosso em Cáceres, e outra no campo experimental da Embrapa agrossilvipastoril em Sinop.

Tratamentos e amostragens

Os materiais utilizados nos experimentos foram concedidos pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas – MG. Sendo todos eles híbridos sensíveis ao fotoperíodo, são eles: 201429B001; 201429B002; 201429B003; 201429B004; 201429B005; 201429B006; 201429B007; 201429B008; 201429B009; 201429B010; 201429B011; 201429B012; 201429B013; 201429B014; 201429B015; 201429B016; 201429B017; 201429B018; 201429B019; 201429B020; 201429B020; 201429B021; 201429B022; 201429B023; 201429B024; 201429B025; 201429B026; 201429B027; 201429B028; 201429B029; 201429B030; 201429B031; 201429B032; 201429B033 e BRS716.

Delineamento e análise estatística

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com 34 tratamentos e três repetições. As parcelas experimentais foram compostas de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,70 m, onde cada fileira foi constituída de aproximadamente de 50 plantas, sendo apenas as duas fileiras centrais consideradas como úteis. Cada parcela ocupou 14 m², totalizando em todo experimento uma área de 1.512 m² (0,1512 ha).

As características avaliadas foram: produção de massa verde (PMV), determinado em Kg/parcela através da pesagem das 10 plantas colhidas da área útil de cada parcela e produção de massa seca (PMS), determinado em porcentagem (%), através da retirada de uma amostra da biomassa verde de cada parcela útil, no momento da colheita, as quais foram armazenadas em estufa a 65°C por seis dias.

Após as avaliações em campo, inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância individual, posteriormente realizou-se a análise conjunta dos dados, com o objetivo de identificar possíveis interações (GxA) sobre as características avaliadas. Foi considerado os efeitos de genótipo como fixo e dos locais como aleatórios. A análise foi realizada de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijkm} = m + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + E_{ijk} \quad (1)$$

Em que: Y_{ijk} = observação do genótipo i no ambiente j e no bloco k ; M = média geral; G_i = efeito do i -ésimo genótipo; A_j = efeito do j -ésimo ambiente; GA_{ij} = efeito da interação i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente; B/A_{jk} = efeito do k -ésimo bloco dentro do j -ésimo ambiente; E_{ijkm} =

erro aleatório experimental médio associado à observação Y_{ijkm} .

As médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974), todos os dados foram analisados utilizando-se o programa Genes (Cruz, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que a razão entre a maior e o menor quadrado médio do resíduo em todas as características avaliadas foram inferiores a 7 (**Tabela 1**), que segundo Cruz & Regazzi (1997) é a premissa que possibilita a análise conjunta dos dados e indica homogeneidade da variância residual.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância conjunta para as características (PMV) e produção de massa verde e (PMS) produção de massa seca de 34 genótipos de Sorgo, nos municípios de Cáceres e Sinop – MT, na safra 2014/2015.

FV	GL	Quadrado médio	
		PMV (t.ha ⁻¹)	PMS (t.ha ⁻¹)
Bloco/Ambiente	4	660,59	33,74
Genótipo	35	558,66**	92,40**
Ambiente	1	1690,52 ^{ns}	153,70**
G x A	35	207,36**	20,12**
Resíduo	140	95,31	13,26
CV (%)		14,29	17,20
Média		68,28	21,16
QMR ⁺ /QMR ⁻		2,18	1,80

FV= fonte de variação; GL=graus de liberdade; PMV= produção de massa verde; PMS= produção massa seca; CV= coeficiente de variação; QMR⁺/QMR⁻ = razão entre a maior e o menor quadrado médio do resíduo.

A análise de variância conjunta apresentou efeitos significativos ($P < 0,01$) pelo teste F entre os genótipos, ambientes e na interação entre genótipos e ambientes (GxA). O genótipo apresentou-se significativo para ambas variáveis, já o ambiente mostrou-se significativo apenas para a peso de massa seca (PMS).

A significância do ambiente para as características pode ser justificada por diferentes fatores, tais como: diferença na variação edofoclimáticas ocorrida entre os dois ambientes; diferenças na fertilidade do solo; precipitação; temperatura; severidade das doenças que acometem a cultura, dentre outros (Borém e Miranda, 2009).

O resultado da análise de variância conjunta também apontou efeitos significativos da interação genótipo x ambiente para as duas características avaliadas (PMV e PMS). Esses resultados infere que os genótipos apresentaram desempenho

diferenciado diante as variações ambientais, necessitando assim de um posterior estudo para o desdobramento do efeito dessa interação, a fim de identificar os genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

As diferenças encontradas entre os ambientes em que foram conduzidos os experimentos e as significâncias existentes entre os genótipos avaliados, evidenciam a variabilidade entre eles para as características avaliadas, apontando assim a necessidade de realizar o agrupamento dos genótipos por meio do teste de Scott e Knott (1974).

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias das duas características avaliadas dos 34 genótipos de sorgo biomassa, agrupados pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Valores médios para peso de massa verde PMV (t.ha⁻¹) e peso de massa seca PMS (t.ha⁻¹) de 34 genótipos de sorgo biomassa avaliados em Cáceres-MT e Sinop-MT na safra 2014/2015.

Genótipos	PMV (t.ha ⁻¹)		PMS (t.ha ⁻¹)	
	Cáceres	Sinop	Cáceres	Sinop
2014B29001	77,33 Aa	83,33 Aa	25,12 Aa	27,13 Aa
2014B29002	73,23 Aa	83,66 Aa	21,06 Ab	25,20 Aa
2014B29003	71,33 Aa	81,10 Ab	22,13 Aa	18,70 Aa
2014B29004	72,80 Aa	64,76 Ab	22,60 Aa	20,13 Aa
2014B29005	76,46 Aa	72,16 Aa	23,06 Aa	21,93 Aa
2014B29006	80,73 Aa	67,26 Aa	22,63 Aa	18,80 Aa
2014B29007	57,90 Ab	56,50 Ab	19,83 Ab	19,63 Aa
2014B29008	75,56 Aa	64,50 Ab	23,53 Aa	20,10 Aa
2014B29009	58,30 Aa	66,50 Aa	23,60 Aa	20,03 Aa
2014B29010	64,03 Ab	62,23 Ab	17,33 Ab	17,00 Ab
2014B29011	50,86 Ab	48,10 Ac	15,10 Ab	14,33 Ab
2014B29012	70,46 Aa	60,73 Ab	28,06 Aa	22,20 Aa
2014B29013	75,83 Aa	80,20 Aa	23,06 Aa	24,80 Aa
2014B29014	63,36 Ab	74,80 Aa	19,23 Ab	22,60 Aa
2014B29015	75,66 Aa	73,56 Aa	22,30 Aa	21,60 Aa
2014B29016	74,06 Aa	71,03 Aa	21,70 Aa	20,86 Aa
2014B29017	67,33 Ab	76,83 Aa	19,80 Ab	22,16 Aa
2014B29018	79,13 Aa	58,00 Bb	23,66 Aa	17,43 Bb
2014B29019	73,60 Aa	49,50 Bc	18,00 Ab	12,06 Ac
2014B29020	81,40 Aa	74,10 Aa	26,56 Aa	23,83 Aa
2014B29021	78,06 Aa	58,93 Bb	25,53 Aa	19,23 Ba
2014B29022	78,13 Aa	75,70 Aa	23,80 Aa	23,10 Aa
2014B29023	61,53 Ab	74,56 Aa	17,30 Ab	21,23 Aa
2014B29024	68,96 Aa	56,83 Ab	22,86 Aa	18,83 Aa
2014B29025	57,90 Ab	63,60 Ab	18,46 Ab	20,30 Aa
2014B29026	77,33 Aa	84,40 Aa	26,36 Aa	28,76 Aa
2014B29027	62,13 Ab	61,46 Ab	19,93 Ab	19,63 Aa
2014B29028	57,63 Ab	46,53 Ac	17,76 Ab	14,40 Ab
2014B29029	62,03 Ab	69,93 Aa	19,76 Ab	22,53 Aa
2014B29030	94,50 Aa	61,26 Bb	34,40 Aa	22,66 Ba
2014B29031	74,10 Aa	76,96 Aa	24,36 Aa	25,23 Aa
2014B29032	81,50 Aa	59,80 Bb	25,73 Aa	18,76 Ba
2014B29033	72,06 Aa	75,46 Aa	21,93 Aa	22,90 Aa
BRS716	79,76 Aa	76,26 Aa	26,33 Aa	25,46 Aa
Médias	72,01	67,34	22,43	20,98

PMV: Peso de massa verde (t.ha⁻¹); PMS: Peso de massa seca (t.ha⁻¹);
*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical constituem do mesmo grupo, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

média de 72,01t.ha⁻¹ para Cáceres, proporcionando a existência de dois grupos de médias. Enquanto para Sinop, a média foi 67,34 t.ha⁻¹, proporcionando a formação de três grupos. Ainda foi possível agrupar os genótipos em dois grupos distintos entre os dois ambientes, sendo a maioria agrupada em um único grupo, porém os genótipos 2014B29018, 2014B29019, 2014B29021, 2014B29030 e 2014B29032 obtiveram produtividades bem distintas entre os dois ambientes, explicando assim a formação desses dois grupos.

Os genótipos 2014B29020, 2014B29030 e 2014B29032 para o ambiente de Cáceres e 2014B29001, 2014B29002 e 2014B29026 para o ambiente Sinop foram os que apresentaram maior produção de peso de massa verde por hectare.

A média da produção de matéria verde obtida no presente trabalho foi superior ao encontrado por Neto et al. (2010) avaliando o crescimento e produtividade sorgo forrageiro, onde encontraram produtividade máxima de 62,17 t.ha⁻¹ de matéria verde.

A produção de matéria seca de sorgo biomassa em média pode chegar a mais de 30 t.ha⁻¹, sendo que alguns materiais experimentais de programa de melhoramento Embrapa Milho e Sorgo, já apresentam produtividade acima de 50 t.ha⁻¹ de matéria seca (Parrela et al., 2011).

No presente estudo, o ambiente de Cáceres obteve média 22,43 t.ha⁻¹ de massa seca, enquanto para o ambiente de Sinop foi observado uma redução na média, atingindo 20,98 t.ha⁻¹. Foi verificado a formação de dois grupos de médias entre os genótipos em Cáceres, destacando a produtividade do genótipo 2014B29030 com 34,40 t.ha⁻¹. Já em Sinop foi observada a formação de três grupos entre os genótipos, destacando com maior produção o genótipo 2014B29026 com 28,76 t.ha⁻¹ e com menor produção o genótipo 2014B29019 com 12,6 t.ha⁻¹. Ainda foi possível verificar a formação de dois grupos de médias entre os dois ambientes para a característica PMS.

Giacomini et al. (2013) avaliaram cultivares de sorgo sacarino visando seu potencial para obtenção de bioenergia, e obtiveram média de 10,85 t.ha⁻¹ de matéria seca. Sales et al., (2015) avaliando a biomassa de capim elefante para produção de bioenergia, encontrou produção média de 27,16 t ha⁻¹, valores esses, que indicam superioridade da produção de matéria seca do sorgo biomassa em relação a demais culturas com potencial energético.

CONCLUSÕES

Avaliando a produção de massa verde (PMV) dentro de cada ambiente, foi possível verificar uma

A análise de variância conjunta apontou efeitos significativos da interação genótipo x ambiente para as características avaliadas, evidenciando assim a necessidade de um posterior estudo para o desdobramento dessa interação.

Os genótipos 2014B29026 e 2014B030 destacaram entre os demais genótipos avaliados pelo teste Scott e Knott, apresentando as maiores médias de produção para as duas características avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fapemat, que promove incentivo das atividades e apoio financeiro deste estudo, e a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas-MG, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.
- GIACOMINI, I.; SIQUEIRA, F. L. T.; PEDROZA, M. M.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental**, v.5, n.3, 2013.
- PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A.; EMYGDIO, B.; PORTUGAL, A. F.; DAMASCENO, C. M. B. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 41).
- SALES, F. A.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; COSTA, M. A. T.; ZARO, G. C. Biomass of elephant grass and leucaena for bioenergy production, **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, p. 3567-3578, 2015.
- MAY, A.; SOUZA, V. F.; GRAVINA, G. A.; FERNANDES, P. G. Plant population and row spacing on biomass sorghum yield performance. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 46, p. 434-439, mar, 2016.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J. A. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, v.116, p.427-431, 2014.
- CHIELLE, Z.G.; GOMES, J.F.; ZUCHI, J.; GABE, N.L.; RODRIGUES, L.R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.260-269, 2013.
- DELACY, I. H.; KUAL, S.; RANA, B. S.; COOPER, M. Genotypic variation for grain and stover yield of dryland (rabi) sorghum in India 2. A characterisation of genotypexenvironment interactions. **Field Crops Research**, v. 118, p. 236-242, 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes – Versão Windows**. Viçosa: UFV, 2015.
- NETO, R. C. A.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. V. 1. 529 p



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Período de utilização industrial de genótipos-elite de sorgo sacarino.

Daniela Oliveira Ornelas⁽¹⁾; Patrícia Cardoso Andrade⁽²⁾; Jales Mendes Oliveira Fonseca⁽²⁾; Gabrielle Maria Romeiro Lombardi⁽²⁾; José Airton Rodrigues Nunes⁽³⁾; Rafael Augusto da Costa Parrella⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Graduação em agronomia, bolsista de iniciação científica pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, Minas Gerais; dani.ornelas@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrandos em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras – MG; ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Biologia; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: O sorgo sacarino [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench] vem sendo muito estudado nos últimos tempos por seu potencial bioenergético, que viabiliza seu uso na entressafra da cana-de-açúcar para produção de etanol, reduzindo o período ocioso das usinas sucroalcooleiras. O objetivo deste trabalho foi determinar o período de utilização industrial (PUI), bem como destacar os genótipos de melhor desempenho para a região de Lavras-MG. O ensaio foi implantado no município de Lavras, Minas Gerais. Foram avaliados oito genótipos em oito épocas de corte [93, 100, 107, 114, 121, 128, 136 e 142 dias após a semeadura (DAS)]. Os genótipos foram dispostos em faixas de oito linhas de 5,0m, espaçadas de 0,60m. Cada parcela foi constituída por uma linha de 5,0m. As características avaliadas foram produção de massa verde (t/ha), teor de sólidos solúveis totais (°Brix), porcentagem de caldo extraído (%) e toneladas de brix por hectare. Foi realizada a análise de variância com aplicação do teste F. As médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Para caracterizar a curva de maturação, foi feita a análise de regressão para as épocas de corte. Todas as características apresentaram diferenças significativas entre as épocas ($P < 0,05$), e entre os genótipos apenas PMV não apresentou diferença significativa. A equação quadrática ilustrou o comportamento de cada característica ao longo das épocas. Analisando o teor de SST, o PUI para a região de Lavras-MG é de 28 dias, podendo ter início a partir dos 114 DAS. Os híbridos 201512B017 e 201518B079 apresentaram melhor desempenho na região.

Termos de indexação: *sorghum bicolor*, biocombustível, curva de maturação.

INTRODUÇÃO

A procura por novas fontes de biocombustíveis tem aumentado nos últimos anos. Boa parte devido aos danos ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis e também ao receio de que futuramente as fontes dos combustíveis fósseis não sejam suficientes para suprir a demanda mundial por combustíveis (Rooney et. al. 2007). Dentre os biocombustíveis com maior destaque têm-se o etanol, que tem como matéria-prima principal a cana-de-açúcar, mas que pode ser obtido por outras culturas, como o sorgo sacarino [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench], por exemplo.

O sorgo se apresenta viável para a produção de etanol por apresentar colmos dotados de açúcares diretamente fermentáveis, assim como a cana-de-açúcar, além de apresentar ciclo curto (quatro meses) e utilizar basicamente os mesmos equipamentos para o processamento da cana-de-açúcar (Souza, 2011).

Algumas características são de extrema importância no processo produtivo do etanol, tais como a formação de caldo e a produção de açúcares totais. Visando o máximo aproveitamento da cultura pela indústria, faz-se necessário o estudo do seu período de utilização industrial (PUI), que delimita a época adequada da colheita de modo que não haja perda de características desejáveis para a

usina. Programas de melhoramento de sorgo sacarino estão sendo feitos objetivando a ampliação da janela de colheita, de modo que as características de interesse se mantenham estáveis por um período mais longo, garantindo a flexibilidade das usinas (Torres, 2016). Sabendo da importância do PUI, este trabalho tem como objetivo determinar o período de utilização industrial do sorgo sacarino, bem como destacar os genótipos de melhor desempenho na região de Lavras-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária – Muquém, na cidade de Lavras-MG na safra de 2015/2016. Foram utilizados oito genótipos-élite pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo (201438B02, 201512B015, 201512B017, 201518B015, 201518B079, BRS 508, BRS511 e CV198). Foi conduzido um ensaio não-repetido com os genótipos dispostos lado-a-lado. Cada genótipo foi semeado em oito linhas de 5,0m com espaçamento de 0,6m. Cada linha foi atribuída a uma diferente época de corte, totalizando oito épocas (93, 100, 107, 114, 121, 128, 135 e 142 dias após a semeadura).

As características avaliadas foram: florescimento (FLOR) em dias, produção de massa verde (PMV) em t/ha, extração (EXT) expresso em percentual; sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, e tonelada de Brix por Hectare (TBH), determinado pela união das características citadas anteriormente, a partir da seguinte expressão:

$$TBH = SST \times EXT \times PMV$$

As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R Core Team, 2015), admitindo-se a conotação de um ensaio two-way, sendo utilizada a interação genótipos x épocas de corte como testadora. Para a análise de variância fez-se o uso do teste F ao nível de 5% de probabilidade, aplicando o teste de Scott-Knott para agrupamento das médias dos genótipos. Constatadas diferenças entre épocas pelo teste F ($P < 0,05$), foi feita a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as épocas de corte e entre genótipos para a quase totalidade das características

mensuradas, com exceção da produção de massa verde (PMV) para o efeito de genótipos (**Tabela 1**). A precisão experimental, aferida pela acurácia, Resende e Duarte (2007), variou de 91,21% para EXT a 63,89% para PMV, mostrando que o caráter PMV sofreu efeito mais pronunciado de fatores ambientais. Vale salientar também que valores baixos de acurácia podem estar associados com uma menor variação genética, algo evidenciado para o caráter EXT (Durães, 2014).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos caracteres SST, TBH, EXT e PMV para oito genótipos avaliados em oito épocas na safra de 2015/2016 no município de Lavras-MG.

F.V.	G.L.	Fc			
		PMV	SST	EXT	TBH
Genótipos	7	1,69 ^{ns}	2,36**	5,95**	2,52**
Épocas	7	3,79**	35,47**	29,21**	6,61**
Erro	49	-	-	-	-
Médias	-	82,59	14,85	33,11	3,98
Acurácia(G)	-	63,89%	75,91%	91,21%	77,76%

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
^{ns} não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Apesar da diferença significativa comprovada pelo teste F, as características PMV e SST tiveram suas médias dispostas em apenas um grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Quanto ao TBH e EXT, as médias foram separadas em dois grupos (**Tabela 2**). Para PMV foram obtidos valores superiores aos encontrados em safras anteriores na mesma região por Torres (2016) e Durães (2014).

Tabela 2 – Resumo das médias ajustadas dos oito genótipos avaliados em oito épocas de corte, agrupadas pelo teste de Scott-Knott.

Genótipos	FLOR	PMV	EXT	SST	TBH
BRS 508	93	84,39a	29,44b	13,98a	3,35b
BRS 511	92	78,18a	34,56a	15,22a	3,99b
CV 198	88	77,95a	29,34b	14,66a	3,26b
201438B021	83	77,73a	35,05a	15,23a	4,11b
201512B015	82	70,22a	35,50a	14,93a	3,65b
201512B017	82	85,80a	35,86a	16,11a	4,84a
201518B079	83	96,66a	36,04a	13,98a	4,83a
201518B015	82	89,75a	29,05b	14,67a	3,74b

Relativo ao efeito das épocas de corte, o qual foi estudado por meio da análise de regressão, não foi obtido um ajuste satisfatório para os caracteres EXT, PMV e TBH. Para o caso do SST, foi possível obter o ajuste da curva de maturação média dos genótipos descrita por uma equação de regressão quadrática com coeficiente de determinação de 91% (**Figura 1**).

De acordo com Parrella & Schaffert (2012), o nível mínimo para a produção de etanol é de 14,5°Brix. Em trabalho recente, Parrella et. al. (2016) caracterizaram o período de utilização industrial usando como variável a produção de açúcares totais recuperáveis. Uma vez que Lombardi et al. (2015) mostrou existência de correlação positiva e elevada entre os caracteres açúcares totais recuperáveis e o teor de sólidos solúveis totais, analisando o comportamento médio dos genótipos a partir do SST, a colheita poderia ser realizada a partir dos 114 DAS, proporcionando um PUI de 28 dias, uma vez que os valores não apresentaram queda significativa (**Figura 1**). Este comportamento condiz com o relatado por Torres (2016) e por Martins (2013). Observou-se que o comportamento individual dos genótipos ao longo das épocas foi semelhante, o que, possivelmente, indica que estes não devem variar expressivamente quanto ao PUI.

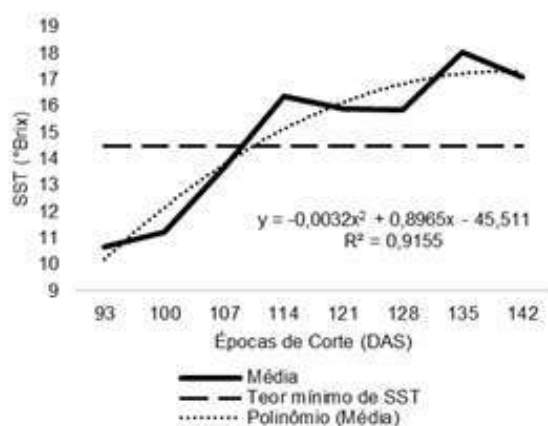


Figura 1 – Comportamento médio dos genótipos avaliados quanto ao SST (°Brix) ao longo das épocas de corte para os oito genótipos elite de sorgo sacarino, em Lavras - MG.

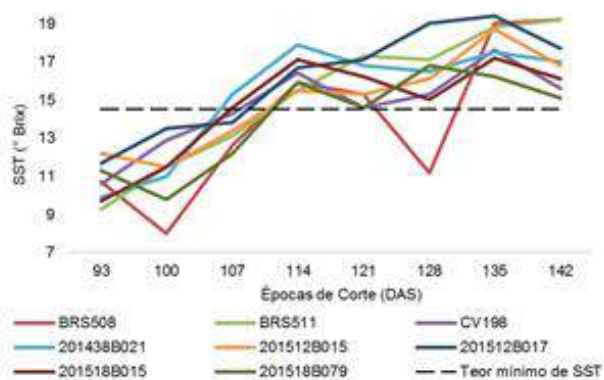


Figura 2 - Comportamento individual dos genótipos avaliados quanto ao SST (°Brix) ao longo das épocas de corte para os oito genótipos elite de sorgo sacarino, em Lavras - MG.

CONCLUSÕES

O período de utilização industrial mais adequado para a colheita do sorgo sacarino sem que tenha perdas das características de interesse é de 28 dias, com início aos 114 DAS.

Os híbridos 201512B017 e 201518B079 são propícios para o cultivo na região de Lavras-MG, associando precocidade com elevada produção, boa extração e maior teor de sólidos solúveis totais no caldo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo – EMBRAPA CNPMS, a CAPES, FAPEMIG e ao CNPQ pelo apoio na condução do projeto e concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

DURÃES, N.N.L. Heterose em sorgo sacarino. Dissertação de Mestrado. UFLA, Lavras. 2014.

LOMBARDI, G. M. R.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; TEIXEIRA, D. H. L.; BRUZI, A. T.; DURÃES, N. N. L.; FAGUNDES, T. G. Path analysis of agro-industrial traits in sweet sorghum. **Genetics and Molecular Research**. v. 14, n.4, p. 16392–16402, 2015.

MARTINS, Alexandre de Matos. Período de utilização industrial de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol na região central de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, 2013.

PARRELLA, R. A. C. e SCHAFFERT, R.E. Cultivares. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino. 2012

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.



RESENDE, M.; Duarte, J. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007.

ROONEY, W. L.; BLUMENTHAL, J.; BEAN, B.; MULLET, J. E. Review: Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. **Biofuels, Bioprod. Bioref.**, v. 1, p. 147–157, 2007.

SOUZA, R. S. e, PARRELLA, R. A. da C., SOUZA, V. F. De, & PARRELLA, N. N. L. D. Maturation curves of sweet sorghum genotypes. **Ciência E Agrotecnologia**, v. 40, n. 1, p. 46–56, 2016.

SOUZA, Vander Filipe de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. 2011.

TORRES, Tuani Sales. Curva de maturação de genótipos de sorgo sacarino na região de Lavras-MG. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Lavras, MG. 2016.

Potencial produtivo de híbridos de sorgo utilizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul como alternativa em vazios forrageiros

Neliton Flores Kasper⁽¹⁾; Onildo Gonçalves Nunes Junior⁽¹⁾; Édipo Alex Malavolta Ramão⁽¹⁾; Guilherme Boeira Rovaris⁽¹⁾; Sérgio Silvano Castro⁽¹⁾; Edgard Gonçalves Malaguez⁽²⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾ Deise Dalazen Castagnara⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS. Email: nelitonfloreskasper@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiana, RS.

RESUMO: Diversas variações como fertilidade do solo e escassez hídrica impactam a produção de forragens. O objetivo do trabalho foi determinar as características das silagens de quatro híbridos de sorgo forrageiro cultivados em época de safrinha na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro híbridos de sorgo: Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo. Estudou-se a produção de MS (matéria seca), PB (proteína bruta) e NDT (nutrientes digestíveis totais) por hectare. O sorgo Qualysilo se destacou quando comparados aos demais com produção de MS de 15286 kg/ha e de NDT de 6696 kg/ha. Todos os híbridos estudados apresentaram desempenho satisfatório sob as condições edafoclimáticas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Entretanto, devido à maior produção de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais por hectare, o híbrido de sorgo Qualysilo é o mais recomendado para produção de forragem para ensilagem.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, escassez hídrica, produção de forragens.

INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira, sendo levado em conta tanto gado de corte quanto a criação de gado leiteiro vem passando por um processo de intensa modernização, mas a maior parte dos sistemas de produção ainda é baseado em criação extensiva em pastagens (Costa et al., 2016).

Para (Santos et al. 2013), o sistema de criação de animais à base de pasto é um desafio devido à sazonalidade da produção de forragem, principalmente durante os períodos secos.

Uma alternativa para melhorar o sistema de produção de animais tem sido a cultura de sorgo, que é uma planta tropical adaptado para as condições mais variadas, incluindo o clima e a fertilidade do solo, sendo, assim, uma planta mais resistente em comparação com o milho em situações de altas temperaturas e água estresse (Costa et al., 2016).

O inverno rigoroso e um verão seco dificultam bastante o cultivo de pastagens assim como o crescimento do campo nativo, no entanto a cultura do sorgo forrageiro se destaca por sua rusticidade, alta produção de biomassa e de grande tolerância ao déficit hídrico (Tolentino et al., 2016).

Estas características, juntamente com a sua eficiência energética, permitem o seu cultivo em zonas áridas e semi-áridas, com a produção em diferentes épocas e regiões (Tolentino et al., 2016).

Além dos mecanismos de tolerância a escassez hídrica e do potencial produtivo, o sorgo possui potencial para produção de silagens com valor nutricional semelhante ao milho, o que possibilita obtenção de silagens de boa qualidade.

A produção de silagens é uma estratégia de segurança alimentar para os rebanhos especialmente em regiões com vazios forrageiros significativos, que restringem índices zootécnicos na produção de ruminantes, como na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

Assim como o milho, o sorgo possui características como matéria seca e quantidades de carboidratos fermentáveis que favorecem a produção de silagens, porém, ainda não se conhece o seu potencial produtivo sob as condições edafoclimáticas da região supra-citada.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o potencial produtivo dos híbridos de

sorgo Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo sob as condições edafoclimáticas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

A cultura foi implantada em 02/01/2016, com semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Por ocasião da semeadura as sementes foram tratadas com inseticida CRUISER®. Como adubação de base utilizou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15. Como adubação de cobertura aplicou-se 50 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia aos 45 dias após a semeadura. Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada uma aplicação de inseticida para controle da lagarta do cartucho. Na ocasião foi utilizado o Dimilin® na dosagem de 60 g/ha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro híbridos de sorgo e quatro repetições. Os híbridos estudados foram Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo.

O solo da área experimental foi classificado como plintossolo háplico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é classificado segundo Köppen e Geiger como Cfa, com temperatura média de 20,0°C e pluviosidade média anual de 1240 mm. Os dados climáticos históricos para a região durante o período experimental estão apresentados na **figura 1**.

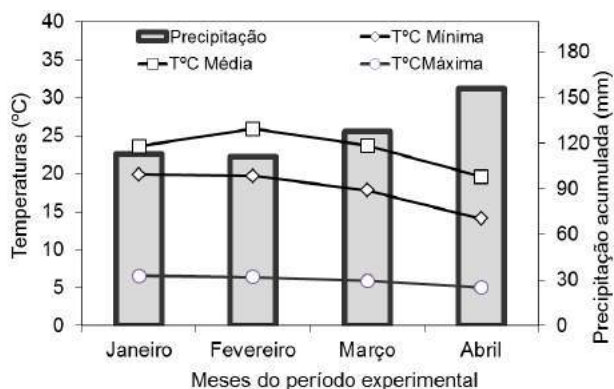


Figura 1. Dados climáticos históricos para a região durante o período experimental.

A colheita com as avaliações foi realizada no dia 22/04/2016, quando os híbridos atingiram o ponto de silagem. Foram avaliados as produções de matéria seca, proteína bruta (PB) e energia (NDT) por hectare.

A produção de matéria seca foi realizada por meio do corte de 2 m lineares em cada unidade experimental, sendo um metro linear em cada ponto da parcela. Posteriormente o material foi triturado em forrageira estacionária, pesado e submetido a

secagem em estufa para determinação da matéria seca (MS). A partir dos dados do conteúdo de MS e da produção por unidade de área estimou-se a produção de MS por hectare.

Após a secagem as amostras foram moídas e submetidas a análises laboratoriais para determinação da composição bromatológica, inclusive da PB e estimativa dos teores NDT. Com a produção de MS por hectare e os teores de PB e NDT estimou-se a produção destes nutrientes por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando constatada a significância foram comparados pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca dos materiais avaliados foi superior quando comparado as obtidas por Rezende et al. (2011), os autores descrevem uma produção em média de 8700 kg/ha de híbridos de sorgo cultivados no inverno. Esta baixa produção provavelmente está associada as condições climáticas encontradas neste período, que não favorecem o desenvolvimento da forrageira.

O híbrido de sorgo Qualysilo apresentou uma maior produção de MS quando comparado aos demais, por ser um híbrido de melhor qualidade (**Figura 2**). No entanto Skonieski et al. (2010) mostrou híbridos de sorgo forrageiro produzindo cerca de 17527 t/ha, este sorgo também foi cultivado em safrinha, porém sem muitas dificuldades em relação a variação pluviométrica e a época de plantio.

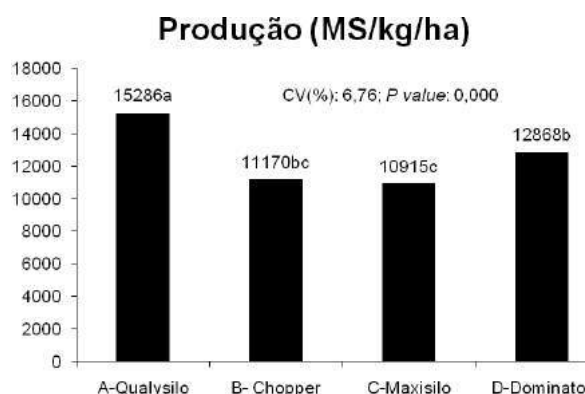


Figura 2: Valores da produção de MS (matéria seca) dos híbridos de sorgo Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo cultivados na safrinha na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. CV: coeficiente de variação; P value: Significância da análise de variação.

Os híbridos de sorgo apresentados neste trabalho, também foram cultivados na época de safrinha, no entanto sob condições de fertilidade do solo inferiores, e tiveram grande dificuldade no seu desenvolvimento devido ao plantio tardio, que ocorreu em janeiro.

Estes resultados evidenciam que os materiais de sorgo avaliados são mais indicados para o plantio de safrinha em regiões com baixa precipitação, como a Fronteira Oeste do RS quando comparados ao milho, pois, neste período existe um grande estresse hídrico o que dificulta a produção de massa verde do milho e conseqüentemente a produção de MS.

A proteína bruta apresentou maiores valores no sorgo híbrido Qualysilo e Dominator, sendo que entre estes não foi constatado diferença significativa ($P < 0,05$) (Figura 3).

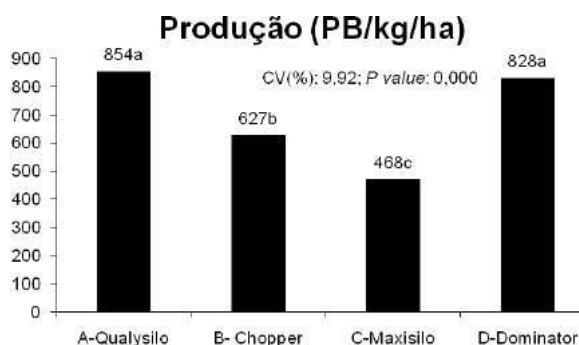


Figura 3: Valores da produção de PB (proteína bruta) dos híbridos de sorgo Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo cultivados na safrinha na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. CV: coeficiente de variação; *P value*: Significância da análise de variação.

Podemos verificar que o híbrido de sorgo Dominator possui grande capacidade na produção de nutrientes como PB e NDT em relação a sua produção de MS, conclui-se então que este híbrido apresentou maior eficiência na produção destas variáveis quando comparado aos demais híbridos analisados.

A dificuldade na produção de PB está associada aos solos de baixa fertilidade e a falta de adubação correta. Gontijo Neto et al., (2002) mostra a resposta da cultura com diferentes quantidades de adubação, levando-nos a concluir que estas produções seriam bem mais elevadas com maiores quantidades de fertilizantes, especialmente os nitrogenados. Entretanto, o ensaio foi conduzido sob as condições usuais de adubação utilizados na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, onde os produtores ainda relutam na adubação de pastagens.

Somente o híbrido de sorgo Maxisilo não apresentou maior produção de PB quando comparado aos sorgos utilizados por Neumann et al., (2002), que trabalhou com quatro híbridos, sendo que, o que atingiu maior produção PB, obteve um valor de 620 kg/ha.

No entanto Gontijo Neto et al., (2000) atingiu com suas culturas a produção de até 1.160kg/ha de PB, com híbridos de sorgo forrageiro e de duplo propósito, novamente, trabalhando sob condições de alta fertilidade do solo e sob adubações de alta tecnologia produtiva.

A produção de NDT foi superior no híbrido de sorgo Qualysilo (Figura 4), mostrado mais uma vez a sua grande capacidade de produção de nutrientes diante os demais híbridos contemplados neste estudo.

O híbrido de sorgo Maxisilo obteve uma diferença significativa em relação aos híbridos que atingiram os maiores níveis de produção de NDT, apresentando este, a menor produção desta variável, com 4839 kg/ha (Figura 3).

Em trabalho realizado por Neumann et al., (2002) nota-se uma menor produção de NDT em relação aos híbridos utilizados neste trabalho, constatando-se que apenas o híbrido de sorgo Maxisilo se mostra abaixo das produções citadas por Neumann et al., (2002). Cabe ressaltar que este é um híbrido de sorgo sacarino, de alto porte, e isso justifica sua maior produção de MS, no entanto, com menor produção de NDT.

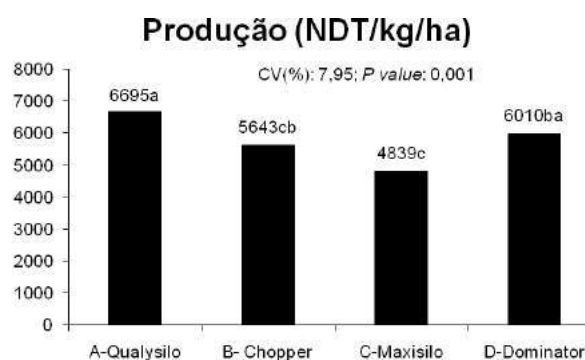


Figura 4: Valores da produção de NDT (nutrientes digestíveis totais) dos híbridos de sorgo Qualysilo, Chopper, Dominator e Maxisilo cultivados na safrinha na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. CV: coeficiente de variação; *P value*: Significância da análise de variação.

Neumann et al., (2002) mostra que obtiveram bons ganhos de peso diário em novilhos confinados com utilização de silagens de híbridos de sorgo com grande semelhança em produções e algumas

características bromatológicas aos híbridos cultivados na Fronteira Oeste do Rio grande do Sul para obtenção deste trabalho.

A superioridade do híbrido de sorgo Qualysilo na produção de todas as variáveis analisadas neste trabalho mesmo sob condições limitantes de fertilidade do solo presentes em Plintososolos háplicos (EMBRAPA, 2006) e durante a safreina confirmam o potencial de cultivo deste híbrido na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul para produção de silagens.

CONCLUSÕES

Todos os híbridos estudados apresentaram desempenho satisfatório sob as condições edafoclimáticas da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Entretanto, devido à maior produção de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais por hectare, o híbrido de sorgo Qualysilo é o mais recomendado para produção de forragem para ensilagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa Atlântica Sementes pela parceria na realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.P.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.127-133, 2016.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 306p.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivado sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Rendimento e valor nutritivo de cinco híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L Moench) forrageiro, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2000.CD Rom.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, L. I.; GLASENAPP DE MENEZES, F. L. Resposta econômica da terminação de novilho em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.849-854, 2002.
- REZENDE, G.M.; PIRES, D.A.A.; BOTELHO, P.R.F.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; SALES, E.C.J.; JAYME, D.G.; REIS, S.T.; PIMENTEL, L.R.; LIMA, L.O.B.; KANEMOTO, E.R.; MOREIRA, P.R. Características agrônômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.171-179, 2011.
- SANTOS, R.D., PEREIRA, L.G.R., NEVES, A.L.A., RODRIGUES, J.A.S., COSTA, C.T.F., OLIVEIRA, G.F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lowland San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.35, n.1, p. 13-19, 2013.
- SKONIESKI, F.R.; NORBERG, J.L.; AZEVEDO, E.B. de; DAVID, D.B.; KESSLER, J.D.; MENEGAZ, A.L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.32, n.1, p.27-32, 2010.
- TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.143-149, 2016.

Predição de ganhos genéticos em híbridos de sorgo granífero

Karla Jorge da Silva⁽¹⁾; Paulo Eduardo Teodoro⁽¹⁾; Ildefonsa Benitez Zanatto⁽²⁾; Sandro Sponchiado⁽³⁾; Cícero Bezerra de Menezes⁽⁴⁾; Flávio Dessaune Tardin⁽⁵⁾

⁽¹⁾Discente de doutorado em Genética e Melhoramento; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; karla.js@hotmail.com, eduteodoro@hotmail.com; ⁽²⁾Discente de mestrado em Agronomia; Universidade Federal do Mato Grosso; Sinop, MT; ildezanatto27@gmail.com; ⁽³⁾Discente de mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade do Estado de Mato Grosso; Cáceres, MT; s_sponchiado@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; cicero.menezes@embrapa.br; ⁽⁵⁾Pesquisador A; Núcleo de Recursos Genéticos e Obtenção de Cultivares; Embrapa Milho e Sorgo; Sinop, MT; flavio.tardin@embrapa.br.

RESUMO: A predição de ganhos genéticos tem grande importância por orientar melhoristas sobre como utilizar o material genético disponível da melhor maneira possível, visando à obtenção de ganhos máximos para as características de interesse. Objetivou-se com este trabalho empregar o índice de seleção genotípico de Pesek & Baker (1969) para selecionar híbridos de sorgo granífero com menor ciclo, teor ideal de umidade nos grãos no momento da colheita e maior produtividade de grãos. Foram avaliados 69 híbridos de sorgo graníferos provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e duas testemunhas comerciais. Os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a variabilidade para cada caráter. Os caracteres florescimento, umidade de grãos e produtividade de grãos foram considerados como principais, sendo atribuídos os valores de -10, -20 e 20% aos vetores de ganhos desejados, respectivamente, sendo os demais caracteres considerados secundários. Utilizando-se um índice de seleção de aproximadamente 10%, sete híbridos foram selecionados. O índice de seleção de Pesek e Baker (1969) selecionou sete híbridos de sorgo graníferos que possibilitam a redução do ciclo, redução do teor de umidade nos grãos e aumento significativo na produtividade. As linhagens geradoras desses híbridos podem ser utilizadas num programa de seleção recorrente intrapopulacional no intuito de seleção de genótipos com maior precocidade, menor teor de umidade nos grãos no momento da colheita e maior produtividade de grãos, além de possuírem menor porte, caracteres desejados em cultivares comerciais de sorgo graníferos.

Termos de indexação: Pesek & Baker, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento do sorgo granífero, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, exploram algumas características, como: alta produtividade de grãos, resistência ao acamamento, porte entre 1,0 m e 1,5 m, ciclo precoce a médio e resistência às doenças predominantes na região de plantio.

A recomendação de cultivares, baseando-se em apenas uma ou em poucas características, pode não ser a opção mais viável, pois o produto final da seleção pode ser superior em relação a algumas características selecionadas e inferior em relação a outras características não analisadas (Cruz et al., 2012). Uma alternativa é o uso dos índices de seleção, que se baseiam em análises multivariadas que agregam as informações relativas a vários caracteres de interesse agrônomo com as propriedades genéticas da população avaliada.

Pesek e Baker (1969) propuseram o uso de 'ganhos genéticos desejados' individuais das características, para alterar os pesos econômicos relativos na estimativa dos índices de seleção. Para utilizar a modificação sugerida, precisa-se da covariância genética, da matriz de variância e do vetor dos ganhos genéticos desejados para os caracteres, ou seja, é realizada a seleção com base no valor genético do genótipo. Esse índice permite o ganho reduzido sobre uma determinada característica, mas essa redução é equilibrada por uma melhor distribuição de ganhos favoráveis nas demais características.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho empregar o índice de seleção genotípico de Pesek

& Baker (1969) para selecionar híbridos de sorgo com menor ciclo, teor de umidade nos grãos no momento da colheita e maior produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em 2012 na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, Mato Grosso (latitude de 11°51'43" e longitude de -55°36'45"), com altitude média de 370 m.

O clima segundo classificação de Köppen é tropical quente e úmido, com inverno seco (Awa), com temperatura média anual de 26,24° C e pluviosidade de 1818 mm ao ano. O solo da região foi classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico.

O experimento foi instalado em condições de sequeiro com semeadura realizada no dia 10/03/2012 e desbaste de plantas realizado 15 dias após a emergência das plântulas, deixando uma população de 180.000 plantas por hectare.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com duas repetições. Cada parcela foi composta por 2 linhas com 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,50 metros entre linhas.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 69 híbridos de sorgo granífero provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e duas testemunhas comerciais (MR43 e DKB550), totalizando 71 tratamentos.

Os caracteres avaliados foram: Florescimento (FLOR): número de dias decorridos desde o plantio até o florescimento de 50% das plantas da unidade experimental; altura de planta (ALT): medido o comprimento entre o colo da planta e o ápice da panícula no momento da maturação fisiológica; acamamento (ACA): Contagem do número de plantas acamadas na parcela experimental; antracnose (AN): avaliadas por escala de notas de 1 (resistente) a 5 (suscetível); staygreen (SG): avaliadas por escala de notas de 1 (planta 100% verde) a 5 (planta 0% verde, isto é, 100% seca); umidade de grãos (UMI): mensurada em uma amostra de grãos de cada parcela colhida; produtividade de grãos (PROD): colhidos os grãos da parcela e, subsequentemente, mensurada a umidade dessas, para posterior correção para a umidade de 13%.

Delineamento e análise estatística

Inicialmente, os dados foram submetidos a análise de variância para verificar a variabilidade para cada caráter. O índice de seleção utilizado foi o de Pesek & Baker (1969), que se baseia nos ganhos desejados para evitar a inexistência de atribuição de valores aos pesos econômicos e definidos por: $b = G^{-1} \Delta g d$, em que $\Delta g d$ é o vetor de ganhos desejados; G^{-1} é a inversa da matriz de variâncias e covariâncias genéticas de dimensão 7x7. Para a análise com o índice de Pesek & Baker (1969), os caracteres florescimento, umidade de grãos e produtividade de grãos foram considerados como principais, sendo atribuídos os valores de -10, -20 e 20%, respectivamente, aos vetores de ganho desejado e os demais considerados secundários. O número de híbridos selecionados foi igual a sete (aproximadamente 10% de intensidade de seleção). Todas as análises foram realizadas com software Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste F revelou efeito significativo ($p < 0,05$) de híbridos para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). Considerando que a presença de variabilidade genética é essencial para a seleção de genótipos superiores, esses resultados demonstram adequabilidade desse banco de dados para a aplicação de índices de seleção. A herdabilidade para todos os caracteres foram acima de 70%.

É importante observar que os valores do coeficiente de variação genético (CV_g) para todos os caracteres foram superiores aos valores dos coeficientes de variação ambiental (CV_e). Portanto, a maior parte da variação entre os híbridos é de natureza genética. Esse fato conduziu as estimativas do coeficiente de variação relativo (CV_r), obtida pela razão entre CV_g e CV_e , que se apresentaram maiores que 1,0, para todas as características, denotando situação favorável a seleção (Cruz et al., 2012).

A Tabela 2 contém as estimativas dos ganhos percentuais preditos para o índice de Pesek e Baker (1969) para os sete híbridos selecionados. É possível verificar que com a seleção dos sete melhores híbridos há 5,73% de redução no florescimento, -14,84% de redução no teor de umidade nos grãos e aumento de 10,28% na produtividade de grãos. A variável ALT apesar de não ser considerada como principal mostrou ganho predito para plantas com porte baixo. Genótipos de sorgo com altura de plantas entre 1 a 1,5 m são desejáveis para a colheita mecanizada do sorgo granífero. Os híbridos selecionados foram: MR43, 1173891, 1173771, 1173485, 1173853, 1173133 e 11731093 (Tabela 3).

Dessa forma, conhecendo-se a matriz de parentesco desses genótipos é possível empregar a seleção recorrente intrapopulacional para selecionar genótipos com maior precocidade, menor teor de umidade nos grãos no momento da colheita e maior produtividade de grãos, além de menor porte. Essas características são desejáveis pelos agricultores, sobretudo aqueles que cultivam o sorgo granífero na segunda safra.

CONCLUSÕES

O índice de seleção de Pesek e Baker (1969) selecionou sete híbridos de sorgo granífero que possibilitam a redução do ciclo e teor de umidade nos grãos e aumento na produtividade de grãos. As linhagens geradoras desses híbridos podem ser utilizadas em um programa de seleção recorrente intrapopulacional para selecionar genótipos com maior precocidade, menor teor de umidade nos grãos no momento da colheita e maior produtividade de grãos, além de menor porte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Agrossilvipastoril pela disponibilização de recursos para realização do experimento e ao CNPq pela concessão de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora ao último autor.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D.; GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n.3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicado ao Melhoramento Genético**. 4. Ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selection indices. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v.1, p.215-274, 1969.

SANTOS, F. G., CASELA, C. R., WAQUIL, J. M. Melhoramento de Sorgo. *In*: Borém, A.(org) **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: Editora UFV. p. 429-466. 2005.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para os caracteres florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), acamamento (ACA), antracnose (ANT), staygreen (SG), umidade (UMI) e produtividade de grãos (PROD) avaliados em 71 híbridos de sorgo granífero cultivados em 2012 em Sinop/MT.

FV	GL	FLOR	ALT	ACA	ANT	SG	UMI	PROD
Blocos	1	3,54 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1853,09*	0,39 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,99 ^{ns}	149759,44 ^{ns}
Híbridos	70	22,73*	0,09*	1053,62*	2,73*	2,28*	51,95*	2361750,89*
Resíduo	70	2,91	0,01	287,40	0,55	0,44	10,94	574708,42
CV _g (%)	---	5,27	12,56	25,27	28,91	34,35	27,98	39,35
CV _e (%)	---	2,86	7,31	12,51	20,48	23,86	20,44	31,56
CV _r	---	1.85	1.72	2.02	1.41	1.44	1.37	1.25
h ² (%)	---	87,21	85,50	72,72	79,94	80,57	78,95	75,67

^{ns} e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; CV_e: coeficiente de variação experimental; CV_g: coeficiente de variação genético; CV_r: coeficiente de variação relativo; h²: herdabilidade.

Tabela 2 – Estimativas dos ganhos com a seleção preditos para os caracteres florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), acamamento (ACA), antracnose (ANT), staygreen (SG), umidade (UMI) e produtividade de grãos (PROD) para os sete híbridos selecionados pelo índice de Pesek & Baker (1969).

Caráter	Xo	Xs	h ² (%)	GS (%)
FLOR	59,70	55,78	87,21	-5,73
ALT	1,56	1,46	85,50	-5,43
ACA	20,55	24,32	72,72	13,36
ANT	3,62	3,99	79,94	7,81
SG	2,79	3,28	80,57	13,95
UMI	16,18	13,14	78,95	-14,84
PROD	2402,05	2728,30	75,67	10,28

Xo: média original (considerando todos os híbridos); Xs: média dos sete híbridos selecionados; h²: herdabilidade.

Tabela 3 – Valores médios dos caracteres florescimento (FLOR), altura de plantas (ALT), acamamento (ACA), antracnose (ANT), staygreen (SG), umidade (UMI) e produtividade de grãos (PROD) para os sete híbridos selecionados pelo índice de Pesek & Baker (1969).

Híbrido	FLOR	ALT	ACA	ANT	SG	UMI	PROD
MR43	55.44	1.26	5.74	3.28	2.93	13.19	2840.34
1173891	56.00	1.36	42.00	4.00	3.50	12.05	3092.69
1173771	55.00	1.39	2.50	5.00	4.00	13.20	2075.22
1173485	57.00	1.58	15.00	4.50	4.00	14.25	3013.66
1173853	53.00	1.58	30.00	3.50	2.00	13.05	2421.15
1173133	60.50	1.58	0.00	3.00	2.50	14.80	4210.02
11731093	53.50	1.47	75.00	4.50	4.00	11.45	1445.04



Rendimento de genótipos de sorgo corte-pastejo nas condições edafoclimáticas de Três de Maio, RS, 2015/16

Marcos Caraffa⁽¹⁾; Cinei Teresinha Riffel⁽²⁾; Emerson Antunes Carneiro⁽³⁾; Thiago Monteiro Giesen⁽³⁾; Marlon Eduardo Zawacki⁽³⁾; Gilson Preussler Witzak⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor; Sociedade Educacional Três de Maio; Três de Maio, RS; garrafa@setrem.com.br; ⁽²⁾ Professora; Sociedade Educacional Três de Maio; ⁽³⁾ Acadêmico; Sociedade Educacional Três de Maio.

RESUMO: Embora cultivado em pequena área, o sorgo apresenta imenso potencial para geração de forragem à bovinocultura. O estudo objetivou conhecer a adaptabilidade de genótipos de sorgo, em termos forrageiros, às condições edafoclimáticas do município de Três de Maio, RS. Para tanto, foi utilizada abordagem quantitativa, procedimento laboratorial e estatístico com dados coletados por observação direta intensiva e analisados com auxílio de médias, desvio padrão e teste de Tukey (5 % de probabilidade de erro). Estabelecido por delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, foram analisados dezessete materiais genéticos, sendo que um deles possibilitou três cortes, onze geraram quatro cortes e cinco propiciaram cinco cortes. Nove genótipos apresentaram diferença significativa quanto ao rendimento de massa verde e oito quanto ao rendimento de massa seca. Destes, os materiais que propiciaram cinco cortes (BRS 1503, BRS 1501, 201013012, 201013026 e P03-sel) destacaram-se significativamente em ambos os quesitos, assim como outros três (Past-38-23B-04 A, BRS 1502 e Past RS-12 SEL.), que geraram quatro cortes. Dos materiais que geraram cinco cortes coube destaque ao genótipo 201013026, o qual apresentou precocidade entre cortes em três dos cinco intervalos considerados.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, intervalo de cortes, produção de forragem.

INTRODUÇÃO

No Brasil as principais pastagens que compõem a alimentação dos bovinos de leite e corte são as gramíneas tropicais, devido ao seu rápido crescimento em condições favoráveis de temperatura e umidade no solo, concentrando mais

de 70% da produção de massa seca durante a primavera/verão (Santos et al., 2002).

Para Rodrigues Filho et al. (2006), a expansão da área cultivada de sorgo como planta forrageira tem sido lenta, principalmente pelas práticas incorretas de cultivo, e de manejo, há de se acrescer, o que compromete a sua produtividade. Em virtude disso, genótipos de sorgo de corte-pastejo precisam ser testados nos mais variados locais do Brasil, para comprovar ou não suas aptidões. No intuito de gerar alternativas capazes de contribuir para propriedades que trabalham com pecuária no Brasil, este trabalho objetivou avaliar características agronômicas e rendimento de massa seca de genótipos de sorgo para corte-pastejo, pertencentes ao Ensaio Sul-Rio-Grandense, nas condições edafoclimáticas do município de Três de Maio, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área experimental da SETREM, localizada na cidade de Três de Maio, com altitude de 344 m. Ela teve caráter quantitativo, com procedimento laboratorial e estatístico (Lima, 2004). A coleta de dados foi efetuada por observação direta intensiva e testes de aferição de pesos (Lakatos & Marconi, 2006), sendo que o tratamento dos mesmos foi articulado utilizando médias, desvio padrão e teste de Tukey (Lima, 2004). O solo da área experimental é um latossolo vermelho distrófico típico (EMBRAPA - SiBCS, 2006). A precipitação pluviométrica no período foi de 554,5 mm em dezembro, 250,5 mm em janeiro, 127 mm no mês de fevereiro, 140,5 mm em março e 264 mm no mês de abril.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições de dezessete materiais genéticos. Cada parcela contou com 10 m², sendo que a área útil colhida foi de 4,0 m². A semeadura ocorreu em 17/11/2015, em sistema de semeadura direta sobre palhaça de aveia, emergindo em 25/11/2015. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m, com densidades variando de 180.000 a 250.000 plantas ha⁻¹. A adubação de base foi constituída de 350 kg ha⁻¹ da fórmula 11-30-20, conforme CQFS-RS/SC (2004). Em cobertura foram realizadas aplicações de 25 kg de N ha⁻¹, após cada corte, sendo que em um material foram efetuadas duas aplicações, em onze genótipos três e em outros cinco repetiu-se a operação em quatro oportunidades.

As parcelas foram mantidas livres de plantas invasoras, sendo realizada uma aplicação de atrazina + simazina (6 L ha⁻¹), em 02/12/2015. Não foram observados problemas com pragas e doenças que comprometessem a produção.

As avaliações realizadas a campo foram: o peso total de massa verde (MV) em cada corte (plantas com altura entre 0,7 a 1,20 m, deixando resíduo de 0,1 a 0,15 m a partir da superfície do solo); da massa verde colhida, 500 g foram levadas à estufa a 65°C por 72 horas para secagem com subsequente determinação do teor de matéria seca e do rendimento de massa seca (MS). Os dados foram submetidos à análise da variância e quando significativos, se realizou a comparação de médias pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. Para estas análises, utilizou-se o software estatístico Xlstat (Adinsoft, 2013). Ocorreram análises de resultado superior (média mais um desvio padrão) e inferior (média menos um desvio padrão) para as características da cultura: dias entre emergência e primeiro corte, intervalo de dias entre os demais cortes e rendimento de MV e MS a cada corte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo, um dos genótipos possibilitou três cortes, onze geraram quatro cortes e cinco materiais propiciaram cinco cortes. Na **tabela 1** podem ser observados os dias para realização dos cortes, produção de MV por corte e produção de MV total.

Em relação ao período compreendido entre a emergência plena e o primeiro corte apenas o genótipo 201013026 apresentou precocidade

significativa, resultado que manteve entre o primeiro e o segundo corte, quando o genótipo 201013012 o acompanhou no resultado. Ainda quanto ao intervalo entre a emergência e o primeiro corte, cinco materiais apresentaram resultado superior quanto ao número de dias. Já, entre o segundo e o terceiro corte apenas um material (BMR 201011006) diferenciou-se dos demais, apresentando resultado superior. Entre o segundo e o terceiro corte, assim como entre o quarto e quinto corte, nenhum material apresentou precocidade diferenciada. Entre o terceiro e o quarto corte apresentaram precocidade significativa os genótipos 201013026, BRS 1501, BRS 1502 e Fepagro RS 12.

Analisando a produção de massa verde (MV) por corte (**Tabela 1**), no primeiro corte destacaram-se positivamente os genótipos BRS 1503 (27,2 Mg ha⁻¹), Past-38-23B-04 A e BRS 1502 (ambos 23,7 Mg ha⁻¹). No segundo corte o destaque positivo coube aos genótipos Past RS-12 SEL. e Past-38-23B-04 A (respectivamente, 34,9 e 34,8 Mg ha⁻¹ de MV). No terceiro corte diferenciaram-se positivamente os genótipos 201013026 e Past-11-46 A-03-04 A (respectivamente, 32,2 e 30,2 Mg ha⁻¹ de MV). No quarto corte a diferença significativa em termos de MV coube aos cultivares BRS 1501 (22,3 Mg ha⁻¹), Fepagro RS 12 (21,8 Mg ha⁻¹) e BRS 1502 (21,0 Mg ha⁻¹). O quinto corte foi possibilitado apenas por cinco materiais estudados, cabendo destaque em termos de MV aos genótipos 201013012 e 201013026 (ambos apresentando 21,0 Mg ha⁻¹).

Quanto à produção total de MV (média 84,27 Mg ha⁻¹), destacou-se o cultivar BRS 1501 (104,8 Mg ha⁻¹), sem, no entanto, diferenciar-se significativamente de outros oito genótipos. O pior desempenho neste quesito foi apresentado pelo genótipo BMR 201011026 (61,5 Mg ha⁻¹), sem apresentar diferença significativa em relação a outros sete materiais estudados.

Os dados do ensaio referentes à massa seca (MS) encontram-se demonstrados na **tabela 2**. No primeiro corte (média 1858 kg ha⁻¹) ocorreu resultado positivo de MS na produção de três genótipos, com destaque para o BRS 1503 (3069 kg ha⁻¹); no segundo e terceiro cortes (médias respectivas de 2937 e 2256 kg ha⁻¹), também se diferenciaram positivamente três materiais, com destaque, respectivamente, para o Past RS-12 SEL. e o 201013026; no quarto corte (média 1805 kg ha⁻¹)

¹) ocorreu diferenciação superior em quatro materiais, com destaque para o BRS 1501; e, no quinto corte (média 2580 kg ha⁻¹), destacou-se apenas o genótipo 201013012.

Considerando a produção total de MS (média 9498 kg ha⁻¹), conforme demonstrado na **tabela 2**, o destaque ficou com o genótipo BRS 1503 (12377 kg ha⁻¹), sem, no entanto, diferenciar-se significativamente de outros sete materiais. O pior desempenho neste quesito foi apresentado pelo BMR 201011026, sem, no entanto, se diferenciar de outros oito genótipos.

CONCLUSÕES

Analisando os oito materiais genéticos com resultado significativamente superior em termos de MS, todos também se destacaram no quesito MV, apresentando-se, portanto, como materiais muito promissores nas condições ambientais do estudo. Cinco destes genótipos (BRS 1503, BRS 1501, 201013012, 201013026 e P03-sel) permitiram cinco cortes, condição interessante quando se tratando de disponibilidade de pasto ao longo do tempo. Cabe ainda frisar que destes, o genótipo 201013026 apresentou precocidade entre cortes em três dos cinco intervalos considerados.

REFERÊNCIAS

ADDINSOFT. **XLStat your data analysis solution**. Lausanne: Addinsoft, 2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 404 p.

EMBRAPA, C.N.P.S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 315 p.

LIMA, M. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Saraiva, 2004. 210 p.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor*

(L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan. 2006.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002, 142 p.

Tabela 1 - Período de dias da emergência ao 1º corte, entre os demais cortes, produção média de massa verde (MV) em cada corte e MV total de genótipos de sorgo corte-pastejo. SETREM, Três de Maio, RS, 2015/2016.

Genótipos	Características agrônômicas e produção de massa verde										Total MV
	Dias					MV (Mg ha ⁻¹)					
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	
BRS 1503	40S ⁵	62	77	111	147	27,2 S	20,4	25,6	16,6	12,7	102,6 ab
BRS 1501	40 S	58	77	107 I	147	19,1	22,1	27,1	22,3 S	14,3	104,8 a
201013012	34	54 I	77	110	147	19,1	17,2 I	24,9	15,4	21,0 S	97,5 ab
201013026	33 I ⁶	51 I	77	107 I	147	18,7	14,5 I	32,2 S	15,1	21,0 S	101,5 ab
P03-sel	35	61	82	111	147	18,8	18,9	28,4	12,2	14,0	92,2 abcd
A ¹	40 S	68 S	89	118 S	x	23,7 S	34,8 S	18,6 I	15,1	x	92,2 abcd
BRS 1502	40 S	58	77	108 I	x	23,7 S	25,6	25,4	21,0 S	x	95,7 abc
Past RS-12 SEL.	39 S	68 S	89	116 S	x	20,2	34,9 S	19,6 I	15,8	x	90,5 abcde
B ²	35	63	89	116 S	x	14,5	25,4	30,2 S	14,8	x	84,8 abcdef
Past-21-08	35	65	89	118 S	x	17,5	27,0	24,1	14,0	x	82,5 bcdefg
Fepagro RS 12	35	61	79	107 I	x	16,4	18,0	18,9I	21,8 S	x	75,0 cdefg
C ³	35	58	82	116 S	x	16,4	19,9	25,8	11,0	x	73,1 defg
BMR 201011006	34	71 S	100 S	x	x	18,1	26,5	22,1	x	x	66,7 fg
Past-02-81-04	35	61	83	111	x	12,0 I	23,5	22,6	10,1 I	x	68,3 fg
D ⁴	35	61	81	111	x	15,2	19,1	24,1	12,0	x	70,3 efg
137	35	61	82	111	x	16,6	20,5	26,8	9,7 I	x	73,5 defg
BMR 201011026	34	64	86	111	x	14,0 I	23,5	17,4 I	6,6 I	x	61,5 g
Média	36	61	83	112	147	18,30	23,04	24,33	14595	16577	84,27
Desvio Padrão	2,5	5,0	6,3	3,7	0	3842	5640	4116	4407	4401	
C. V. (%)											9,91

¹A = Past-38-23B-04 A. ²B = Past-11-46 A-03-04 A. ³C = Past-29-51-70-75-03-04A. ⁴D = Past-29-49CC-04^a (21). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. ⁵S = superior à média mais um desvio padrão. ⁶I = inferior à média mais um desvio padrão.

Tabela 2 - Produção média de massa seca (MS) de genótipos de sorgo corte-pastejo. SETREM, Três de Maio, RS, 2015/2016.

	MS (kg ha ⁻¹)					Total MS
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte	5º Corte	
BRS 1503	3069 S ¹	2772	2219	2403 S	1914	12377 a
BRS 1501	2197	2465	2296	2668 S	2548	12174 ab
201013012	1693	2250 I	2373	2283	3409 S	12007 ab
201013026	1569	1966 I	3065 S	1897	3182	11679 abc
P03-sel	1786	2873	2475	1565	1849 I	10547 abcd
Past-38-23B-04 A	2905 S	3774 S	1847 I	1799	x	10326 abcd
BRS 1502	2767 S	2839	2021	2432 S	x	10059 abcd
Past RS-12 SEL.	2167	4108 S	1833 I	1814	x	9923 abcd
Past-11-46 A-03-04 A	1417	3370	2624	1835	x	9246 bcde
Past-21-08	1864	3269	2090	1745	x	8969 cde
Fepagro RS 12	1721	2789	1878	2367 S	x	8755 cde
Past-29-51-70-75-03-04A	1516	2383	2865 S	1371	x	8136 de
BMR 201011006	1560	3578 S	2737 S	x	x	7875 de
Past-02-81-04	1153 I ²	3508	2109	1104 I	x	7874 de
Past-29-49CC-04 ^a (21)	1501	2583	2081	1591	x	7757 de
137	1537	2814	2170	1100 I	x	7621 de
BMR 201011026	1157 I	2588	1663 I	912 I	x	6319 e
Média	1858	2937	2256	1805	2580	9498
Desvio Padrão	579	580	391	508	712	
C. V. (%)						15,07



Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. ¹S = superior à média mais um desvio padrão. ²1 = inferior à média mais um desvio padrão.

Valor Nutricional de Silagens de Híbridos de Sorgo Cultivados na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

Othon Dalla Colletta Altermann⁽¹⁾; Gabriel Maggi⁽¹⁾; Neliton Flores Kasper⁽¹⁾; Jordana Augusta Rolim Zimmermann⁽¹⁾; Daniéle Fernandes Cosentino⁽¹⁾; Gabriela Ceratti Hoch⁽²⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾; Deise Dalazen Casagnara⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS. Email: othon_altermann@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS.

RESUMO: A cultura do sorgo para produção de silagem é uma alternativa viável aos produtores rurais, principalmente em regiões com particularidades edafoclimáticas que limitam o cultivo e/ou o potencial produtivo da cultura do milho. Objetivou-se avaliar a composição química da silagem de diferentes híbridos: Qualysilo, Chopper, Maxisilo e Dominator sob o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os híbridos de sorgo foram semeados em 02/01/2016 e colhidos em 22/04/2016. Estudou-se o perfil bromatológico por meio da MS(matéria seca), MM(matéria mineral), MO(matéria orgânica), FDN(fibra em detergente neutro), FDA(fibra em detergente ácido), EE(extrato etéreo), PB(proteína bruta), celulose, hemicelulose e lignina e nutrientes digestíveis totais (NDT). Todos os híbridos estudados apresentam adequada composição bromatológica para sua utilização na alimentação de ruminantes, com destaque para o híbrido Chopper devido aos altos teores de NDT (562 g.kg⁻¹ de MS).

Termos de indexação: composição química, ruminantes, conservação

INTRODUÇÃO

Devido à rusticidade, alto rendimento, alta qualidade, assim como, ser resistente a déficit hídrico, apresentar acelerado crescimento e emissão de perfilhos, a cultura do sorgo pode ser de grande importância para os sistemas de produção animal brasileira (Silva et al., 2012).

No Rio Grande do Sul a cultura do sorgo tem se mostrado como uma alternativa viável aos produtores rurais, principalmente em regiões com particularidades edafoclimáticas que limitam o cultivo e/ou o potencial produtivo da cultura do milho (Neumann et al., 2002).

Dentre as técnicas de conservação, a ensilagem destaca-se pela sua versatilidade, pois é um processo destinado a preservar a matéria orgânica picada e submetida à um ambiente anaeróbico

(Tolentino et al., 2016). Entretanto, este material pode sofrer variações na sua composição química dependendo da natureza dos processos fermentativos que ocorrem no interior do silo (Costa et al., 2016), e que são dependentes da população microbiana (Tolentino et al., 2016) que se desenvolve para fermentação.

Mesmo diferenças entre os materiais disponíveis no mercado podem interferir no valor nutricional das silagens obtidas.

Nos últimos anos, foram introduzidos no mercado diversos híbridos de sorgo. Porém, existem poucas informações técnicas sobre suas composições bromatológicas.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a composição química da silagem de diferentes híbridos: Qualysilo, Chopper, Maxisilo e Dominator.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Pampa no Campus Uruguaiiana e no Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da instituição. Os híbridos de sorgo foram semeados em 02/01/2016 com semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Na semeadura aplicou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15 como adubação de base além de 50 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia aos 45 dias após a semeadura, como adubação de cobertura. Durante o período de desenvolvimento da cultura, para o controle da lagarta do cartucho, aplicou-se 60 g/ha do inseticida Dimilin®.

A colheita foi realizada com ensiladeira tratorizada no dia 22/04/2016. O material foi triturado e posteriormente armazenado em silos experimentais, confeccionado com canos de PVC, nas dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. No processo de armazenagem foi utilizado 2,350 Kg da mistura, equivalente à uma densidade de ensilagem de 600 kg.m⁻³.

Os silos foram tampados com caps dotados de válvulas do tipo *Bunsen* para o livre escape dos gases. Para a drenagem do efluente produzido, no fundo de cada silo foi acondicionado 0,5 kg de areia

seca e autoclavada.

Decorridos o tempo estipulado para fermentação (28 dias) os silos foram abertos e desensilados, foi descartada uma porção de 5 cm na porção superior e 5cm na porção inferior de cada silo, posteriormente o restante do material foi homogeneizado e coletadas amostras para determinação das análises.

A partir das amostras coletadas para a determinação da MS foi determinado o perfil bromatológico. Após secagem, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey com câmara e peneira de inox, sendo esta, com malha de 1 mm. Nas amostras trituradas foram determinadas a correção da matéria seca a 105°C, MM e os conteúdos de PB, EE, FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose e NDT (SILVA e QUEIROZ, 2009).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com, quatro tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando constatada significância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das características químicas avaliadas houve diferenças significativas entre médias dos cultivares para matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, nutrientes digestíveis totais, FDA, FDN, celulose e lignina.

Em se tratando de matéria seca, os híbridos Qualysilo e Chopper foram os que apresentaram as maiores médias (Tabela 1). No entanto, todos os híbridos estudados apresentaram produção de matéria seca satisfatória, que corroboram com dados encontrados por outros autores (Macedo et al., 2012; Pinho et al., 2007).

O híbrido de sorgo Maxisilo apresentou a maior média de matéria mineral, 80,47 g.kg⁻¹, sendo que a média geral dos tratamentos foi de 66,51 g.kg⁻¹. Da mesma forma, (Santos et al., 2010) encontrou valores semelhantes para essa variável.

Tabela 1: Composição bromatológica (g/kg de MS) de híbridos de sorgo durante 28 dias de fermentação

Híbridos	MS	MM	PB	EE	NDT
Qualy Silo	326,63a	60,56b	63,30	28,13b	470,18b
Chopper	316,57a	62,95b	63,36	38,21a	562,22a
Maxisilo	234,73c	80,47a	64,18	30,53b	502,92b
Dominator	283,48b	62,06b	65,55	31,65b	502,45b
Média	290,35	66,51	64,10	32,13	509,44

P-Value	0,00	0,01	0,74	0,00	0,00
CV (%)	1,96	11,22	5,02	6,06	3,41

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). CV: coeficiente de variação. MS: matéria seca. MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; NDT: nutrientes digestíveis totais. *Todos os valores estão expressos em g.kg⁻¹.

Para os teores de proteína bruta não foi observado variações significativas ($P > 0,05$) entre os híbridos de sorgo. Sendo a média total dos tratamentos 64,10 g.kg⁻¹ de MS, A concentração de proteína bruta dos materiais analisados esteve acima do mínimo desejado para garantir uma adequada fermentação ruminal, que, segundo Van Soest (1994), é de 70 g.kg⁻¹ de MS.

No que se refere a extrato etéreo, o híbrido Chopper apresentou a maior média, com 38,21 g/kg de MS, em contrapartida o híbrido Qualysilo apresentou a menor média, 28,13 g.kg⁻¹ de MS. Valores que se assemelham aos descritos por diferentes autores (Viana et al., 2012, Santos et al., 2010, Ítavo et al., 2006).

Para os teores de NDT, dentre os cultivares avaliados, o Chopper obteve a maior média em relação aos demais (562,22 g/kg).

Para os teores de FDA (Tabela 2), Maxisilo apresentou média de 451,64 g/kg de MS, valor semelhante ao encontrado por Viana et al., 2012 de 408 g/kg de MS.

Os dados obtidos para FDN mostram que o Chopper apresentou a menor média (586,25 g/kg de MS). Valor este, semelhantes aos encontrados por Molina et al. (2003). Os valores encontrados para FDN para os demais cultivares superam os citados por Mertens (1994) de 550-600 g/kg de MS como valores limitantes para o consumo em ruminantes.

Tabela 2: Constituintes fibrosos (g/kg de MS) na silagem de híbridos de sorgo durante 28 dias de fermentação

Híbridos	FDA	FDN	HEM	CEL	LIG
QualySilo	402,48ab	634,78ab	232,30	266,05a	141,01a
Chopper	332,17b	586,25b	254,08	254,07a	89,13c
Maxisilo	451,64a	647,45a	195,82	336,78b	98,39c
Dominator	383,56ab	614,00ab	230,44	250,25a	122,56b
Média	392,46	620,62	228,16	276,79	112,77
P-Value	0,00	0,01	0,16	0,00	0,00
CV (%)	8,95	3,61	14,35	5,65	4,77

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). CV: coeficiente de variação. FDA: Fibras em detergente ácidos; FDN: Fibras em detergente neutro; HEM: Hemicelulose; CEL: Celulose; LIG: Lignina. *Todos os valores estão expressos em g.kg⁻¹.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre os híbridos para a variável hemicelulose, que é um polissacarídeo alto peso molecular potencialmente digestível no ambiente ruminal (Van Soest, 1994).

No que se refere a variável celulose os híbridos Qualysilo, Chopper e Dominator apresentaram médias estatisticamente semelhantes, superiores em relação ao Maxisilo.

Em relação à lignina o Qualysilo obteve a maior média (141,01 g/kg), porém dentro dos valores citados por MELLO et al., 2004.

CONCLUSÕES

Todos os híbridos estudados apresentam composição bromatológica indicando que podem ser incluídas em dietas para utilização na alimentação de ruminantes, com destaque para o híbrido Chopper devido aos altos teores de NDT (562 g/kg).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Atlântica Sementes pela parceria na realização do experimento e ao Grupo de Ensino Pesquisa, e Extensão em Bovinos de Leite (GEPEBOL).

REFERÊNCIAS

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; TAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.; ALBERTINI, T.Z.; COSTA, C.; LEMPP, B.; JOBIM, C.C. Padrão de Fermentação e Composição Química de Silagens de Grãos Úmidos de Milho e Sorgo Submetidas ou não a Inoculação Microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.655-664, 2006.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A. P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L.; Perfil Fermentativo e Composição Bromatológica de Silagens de Sorgo em Função da Adubação Nitrogenada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MELLO, R., NÖRNBERG, J. L., ROCHA, M. G. Potencial Produtivo e Qualitativo de Híbridos de Milho, Sorgo e Girassol para Ensilagem. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 10, n. 1, p 87-95, 2004.

MERTENS, DR. **Regulation of forage intake**. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. Proceedings... Wisconsin: 1994. p.450-493.

MOLINA, L.V.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUZA, B.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína

Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica in Situ. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.1, p.222-228, 2003.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C. A.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDÓTES, L.; PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002.

PINHO, R.G.V.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V; Produtividade e Qualidade da Silagem de Milho e Sorgo em Função da Época de Semeadura. *Revista de Ciências Agronômicas- Bragantia*, Campinas, v.66, n.2, p.235-245, 2007.

SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCÍA, A.; GUIM, A.; HERNÁNDEZ, M. P. Fatores Que Afetam o Valor Nutritivo da Silagens de Forrageiras Tropicais. *Archivos de zootecnia*, vol. 59, p. 25-43, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Universidade Federal de Viçosa, 235 p. 2009.

SILVA, J.B.R.; SILVA, J.R.; RIBEIRO, O. L.; SANTANA FILHO, N. B.; LIMA, V. G. O.; MAGALHÃES, A, M.; LUZ, D. O.; LEITE, V. M. Composição Botânica e Morfológica de Híbridos de Sorgo para a Produção de Silagem. *Revista Científica Produção Animal*, v.14, n.2, p.142-145, 2012.

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 2016, v.38, n.2 p.143-149.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, p. 476, 1994.

VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O; CHAGAS, D.M.T.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; CARVALHO, A.O. Fracionamento De Carboidratos e de Proteína das Silagens de Diferentes Forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.2, p.292-297, 2012.

Variedades experimentais de sorgo forrageiro no semiárido brasileiro – parâmetros genéticos de produção em solos salinos

José Nildo Tabosa⁽¹⁾; Jose Avelino Santos Rodrigues⁽²⁾; Josimar Bento Simplício⁽³⁾;
Ana Rita Moraes Brandão Brito⁽⁴⁾; Venézio Felipe dos Santos⁽⁵⁾; Marta Maria
Amâncio do Nascimento⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pesquisador do IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco; Recife; PE; nildo.tabosa@ipa.br; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária); ⁽³⁾ Professor da UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada – PE; ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾ Pesquisador do IPA.

RESUMO: O sorgo forrageiro no semiárido é alternativa à oferta de volumosos no período estival do ano. Para isso é importante recomendar cultivares que apresentam relação entre a produtividade e diferentes ciclos fenológicos, onde é importante em face das adversidades ambientais, aquelas de ciclos precoces. O objetivo desse trabalho foi avaliar genótipos de sorgo, sob irrigação com água remanescente e salinizada existente nos reservatórios, por meio de variáveis de produção e das estimativas de parâmetros genéticos. O trabalho foi conduzido em 2015 no sertão central do estado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 12 tratamentos com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: florescimento, produção de matéria seca e altura de planta. Quatro variedades de ciclo precoce produziram entre 22 a 25 t.ha⁻¹ de matéria seca em condições de água classificada como C3S2 (água de alta salinidade / teor de sódio) e de solo salinizado. O coeficiente de determinação genotípico para produção foi de 87%, considerada de alta magnitude.

Termos de indexação: água salinizada, ciclo precoce, rebrota.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo forrageiro vem contribuindo para a oferta de volumosos, com ênfase no período seco do ano para a pecuária na região semiárida. Neste foco, o IPA tem trabalhado na busca de materiais genéticos cada vez mais eficientes quanto à tolerância às adversidades ambientais como no caso do estresse hídrico e salino. Para isso são necessários estudos comparativos entre diferentes genótipos, visando recomendar aqueles que apresentam adequada relação entre a produtividade e diferentes ciclos fenológicos, onde é importante em face das adversidades ambientais, priorizarem os genótipos

de ciclos precoces. Vale frisar que nesses anos de ocorrência seqüencial de seca, como a série 2012/15, há evidência de escassez de água para a agricultura e para o consumo humano e animal. O que fica são águas residuárias que apresentam teores variados de sais podendo estas, serem utilizadas em cultivos de espécies vegetais tolerantes à salinidade, como a *Atriplex nummularia* e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), notadamente no sistema de gotejamento, desde que não sejam negligenciadas as práticas de drenagem. Alternativa que poderá surtir efeito nesse âmbito é a utilização de vazantes decorrentes da redução dos reservatórios, promovendo plantios sucessivos nas áreas úmidas devido a evaporação da água dos reservatórios (açudes e barragens do semiárido). Em situação mais agravada, poderão ser utilizadas as áreas secas dos leitos desses reservatórios. Nesse caso, a higroscopicidade presente nos sais do solo aliada aos elevados teores de matéria orgânica, permitem o cultivo de plantas tolerantes à salinidade. Essa prática vem sendo utilizadas em áreas com problemas de sais na unidade do IPA de Serra Talhada, onde o sorgo forrageiro tem apresentado rendimento de matéria seca da ordem de 10 a 12 t/ha. Esses resultados já foram veiculados em publicações (Costa, 2012). Além disso, Vieira et al. (2005) relatam aspectos de cultivo do sorgo forrageiro irrigado com água salina, com redução de altura de planta nos materiais mais sensíveis. Neste contexto, Nascimento et al. (2012) relatam a existência de fatores de tolerância à salinidade disponíveis para serem prospectados e com potencial e aplicabilidade nos programas de melhoramento de sorgo. Convém frisar que sob condições adequadas de irrigação e de adubação, foram obtidos resultados com a variedade SF 15, da ordem de 194 t.ha⁻¹ de matéria verde e 57 t.ha⁻¹ de matéria seca, em um único corte, evidenciando assim, todo o potencial de produção do material (Tabosa et al., 2010). Vale salientar que esta variedade em condições de sequeiro tem

respondido satisfatoriamente em diferentes ambientes atingindo produtividade média da ordem de 50 t.ha⁻¹ de matéria verde e de até 20 t.ha⁻¹ de matéria seca. Um ponto negativo com essas cultivares mencionadas é que são todas de ciclo tardios o que é desvantajoso para o ambiente semiárido, tendo em vista ao curto período chuvoso. Assim sendo, os estudos realizados com essa cultura se justificam, não apenas pelas excelentes produtividades de matéria seca, mas também pelo desenvolvimento de materiais de ciclo curto e que sejam produtivos. Nesse âmbito, produções da ordem de 12 a 14 t.ha⁻¹ de matéria seca foram registradas utilizando-se os materiais precoces 12F042224 e 12F042140 de 52 a 60 dias para florescerem (Tabosa et al., 2014). Com relação à estimativa de parâmetros genéticos, é importante a obtenção de materiais com valores superiores a unidade para a relação CVg/CVe (coeficiente de variação genético/ambiental), para as variáveis estudadas, indicando que a seleção para essas variáveis apresenta condições mais favoráveis em termos de ganhos genéticos imediatos superando a variação ambiental (Vencovsky & Barriga, 1992). Com relação ao coeficiente de determinação genotípico (H²) – parâmetro relacionado à herdabilidade, que possibilita inferências a cerca de genótipos (efeito fixo) e não da população (efeito aleatório) – valores elevados, acima de 70 %, indicam a possibilidade de sucesso na seleção, uma vez que o mesmo reflete a proporção dos valores fenotípicos que representam os genotípicos. Vale a ressalva que a herdabilidade (h²), segundo Cruz & Regazzi (1997), é uma propriedade do caráter, sendo válida apenas para a população e as condições ambientais a que os indivíduos foram submetidos. O objetivo desse trabalho foi avaliar genótipos de sorgo forrageiros, cultivados com irrigação com água remanescente e salinizada existente nos reservatórios do semiárido nos períodos secos do ano, por meio de variáveis de produção e da estimativa de parâmetros genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em Pernambuco na estação experimental do IPA de Serra Talhada (07°59'00" S, 38°19'16" W e altitude de 500 m) na mesorregião do sertão em um Argissolo vermelho-amarelo eutrófico. A adubação do solo da área experimental foi realizada mediante recomendação laboratorial. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 12 tratamentos (oito variedades da Embrapa Milho e Sorgo, sendo seis materiais experimentais e mais duas cultivares comerciais e quatro cultivares do IPA) com quatro

repetições. O trabalho foi conduzido sob irrigação em sistema de gotejamento. A água da irrigação foi classificada como C3S2 (água de alta salinidade / teor de sódio) e o solo da área experimental apresentou uma condutividade elétrica do extrato saturado CE = 6-8 dSm⁻¹, caracterizando-o como salino. No decorrer do ciclo da cultura foi aplicada uma lâmina diária de água de 8 mm. Esse valor foi obtido em função de uma série de ajustes médios para o kc (coeficiente cultural) e a evapotranspiração potencial do ambiente experimental. As variáveis analisadas foram: o período para florescimento, produção de matéria seca (planta + rebrota) e altura de planta. Cada unidade experimental foi composta por três fileiras de seis metros de comprimento espaçadas por 0,80 m. As observações foram realizadas na fileira central. As variáveis de avaliação utilizadas foram: florescimento (FL), medido como o número de dias decorridos do plantio até florescimento de 50 % das plantas da parcela; altura média de planta na parcela (APr) e altura média de planta na rebrota (APr), mensuradas em cm; produção de biomassa seca (PMS), mensurada em t.ha⁻¹. As análises estatísticas (análises de variâncias) foram realizadas para o somatório (planta + rebrota) além das análises individuais para altura de planta e florescimento. Para estimativas dos parâmetros genéticos foi utilizada a metodologia de Cruz & Regazzi (1997) e de Vencovsky & Barriga (1992). Foram considerados no modelo matemático, efeito fixo para tratamentos (genótipos). Foi aplicado o teste de Tukey (p = 0,05) para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode ser observado que os resultados obtidos da análise de variância revelaram diferenças significativas entre genótipos para todas as características avaliadas. Considerando a altura de planta na ocasião da colheita e essa mesma altura na colheita da rebrota, observa-se que ocorreu um incremento médio da ordem de 30 %, independentemente da natureza dos genótipos, se experimentais precoces (FP 190, 13F02, 13F03, 13F04 e FP17) ou variedades tardias (SF15, PN, EP 17 e SF11). Este fato indica possível tolerância dos genótipos ao ambiente salino em que foram cultivados. Vale frisar que, a redução de altura de planta é uma resposta negativa das plantas à salinidade.

Adicionalmente, comparando a altura média das variedades tardias com a das variedades precoces, nessa condição de cultivo, foi observado que: as variedades tardias apresentaram-se mais altas em torno de 12 e 15 %, na ocasião da primeira colheita e da rebrota, respectivamente. Este fato ocorre

pelas variedades de ciclo mais longo, nessa condição, apresentam maiores valores para altura média de planta (Tabosa et al., 2014). A média de produção de matéria seca total das variedades de ciclo tardio (que atingem 50 % de florescimento médio aos 80 dias) foi de 30,5 t.ha⁻¹ ao passo que as variedades experimentais mais precoces (com 50 % de florescimento médio aos 58 dias) foram de 21,2 t.ha⁻¹. Essa diferença de produtividade média embora significativa é compensada pela diferença de ciclo, reforçando a afirmativa da importância da precocidade para a região semiárida nesta condição adversa de cultivo. Dentre os materiais precoces e experimentais de sorgo, o maior destaque foi para o FP 17 que produziu 23,8 t.ha⁻¹ de matéria seca e ciclo para o FL de 50 dias. Na Tabela 2 constam os valores para as estimativas do H², coeficiente de variação fenotípico (CV_p), genético (CV_G) e ambiental (CV_E) e a razão entre eles ($i = CV_G/CV_E$). A relação $i = CV_G/CV_E$ para FL (1,02), PMST (1,30) e altura média de planta (1,40) apresentou-se maior que a unidade, indicando assim, segundo Vencovsky e Barriga (1992), que a seleção para estas variáveis apresenta condições mais favoráveis no âmbito de ganhos genéticos imediatos, ou que a variação genética supera a variação ambiental. Com relação ao coeficiente de determinação genotípico (H²) foi observado os valores de 80 e 87% para as variáveis florescimento e produção total de matéria seca, respectivamente. Valores estes considerados de alta magnitude, sendo superior a herdabilidade média obtida por Cunha & Lima (2010) que encontraram resultado de 69,46%, para estas mesmas variáveis. De acordo com Cruz & Regazzi (1997), estes valores acima de 70 % podem indicar possibilidade de sucesso na seleção de genótipos. Estes resultados possivelmente indicam que existe uma associação entre as variáveis permitindo que a seleção para os caracteres estudados possa ser realizada de forma conjunta (Camargo & Oliveira, 1983). O potencial de biomassa seca, respaldado com as demais características obtidas, identificaram os genótipos precoces de sorgo forrageiro promissores para o semiárido. As estimativas dos parâmetros genéticos permitem tomadas de decisões na continuação do programa de melhoramento/seleção destes materiais.

CONCLUSÕES

As variedades experimentais de sorgo forrageiro de ciclo precoce FP 190, 13F02, 13F03, 13F04 e FP17 apresentam comportamento produtivo no semiárido de Pernambuco sob condição de irrigação com água salina e de solo com problemas de salinização inicial.

As variedades de ciclo médio e tardio de sorgo forrageiro SF 15, SF 11, PN e 2502, continuam a ser recomendadas para essas condições adversas do semiárido de Pernambuco.

A relação coeficiente genotípico e ambiental maior que a unidade e o coeficiente de determinação genotípico superior a 80 % indicam que a seleção de genótipos adaptados ao semiárido sob irrigação com água salina pode ser realizada a partir das variáveis produção de matéria seca e ciclo para florescimento.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, C. E. O. & OLIVEIRA, O. F. Melhoramento do trigo: V. Estimativas da herdabilidade e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em trigo. **Bragantia**, Campinas, v.42, p. 131-148, 1983.
- CUNHA, E. M. LIMA, J. M. P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.39, n.4, p. 701-706, 2010.
- COSTA, E. J. B. Propriedades físico-hídricas de solo cultivado com sorgo forrageiro em agricultura de vazante no semiárido. Universidade Federal rural de Pernambuco. UFRPE – Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST. Dissertação de Mestrado, 2012. 72p.
- VIEIRA, M. R.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; CARVALHO, P. L.; COSTA, R. N. T.; TABOSA, J. N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (suplemento), p.42-46, 2005.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora da UFV, 1997. 390 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.
- TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; NASCIMENTO, M. M. A do; LIMA, J. M. P. de; SILVA, F. G. da; SILVA FILHO, J. G. da; BRITO, A. R. M. B. e RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarino no semiárido brasileiro: elevada produção de biomassa

e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO e SORGO, 28, 2010. Anais... Goiânia: Embrapa, 2010. CD-ROM.

NASCIMENTO, M. M. A.; NASCIMENTO, C. V. C.; FIGUEIREDO, M. V. B.; TABOSA, J. N.; MARTINEZ, C. R. Seleção de variedades sacarinas de *Sorghum bicolor* tolerantes à salinidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012. Anais... Águas de Lindóia: Embrapa, 2012. CD-ROM.

TABOSA, J. N.; SILVA, F. G.; SIMPLÍCIO, J. B.; RODRIGUES, J. S. S.; NASCIMENTO, M. M. A.; SANTANA, J. A. Variedades experimentais de sorgo forrageiro no semiárido brasileiro – estimativa de parâmetros genéticos de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 39, 2014. Anais... Salvador: Embrapa, 2014. CD-ROM.

Tabela 1. Resultados obtidos de altura de planta, 50 % de floração e matéria seca total em variedades de sorgo sob irrigação com água salina no semiárido de Pernambuco, 2015.

Var.	APp (cm)	APr (cm)	FL (nº dias)	PMST (t/ha)
SF15	232 a	297 ab	79 ab	35,8 a
FP190	223 ab	226 bcd	61 abc	24,6 abcd
PN	216 ab	256 abc	79 ab	33,9 a
BR506	215 ab	212 cd	62 abc	12,3 cd
13FO2	208 ab	266 abc	62 abc	25,2 abc
EP17	208 ab	321 a	82 a	25,1 abcd
SF11	201 ab	263 abc	79 ab	27,3 ab
13FO3	195 ab	268 abc	59 bc	18,1 bcd
13FO4	181 ab	262 abc	62 abc	22,6 abcd
PP17	170 ab	248 abc	50 c	23,8 abcd
13FO5	158 bc	192 cd	66 abc	13,0 cd
2502	131 c	150 d	66 abc	10,5 d
F	**	**	**	**
CV(%)	13,4	13,4	13,0	24,3

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos (%) obtidos a partir dos dados de ciclo, altura de planta e produção de matéria seca total em variedades de sorgo forrageiro Lno semiárido de Pernambuco irrigados com água salina, 2015.

Parâmetros	PMST	APp	APr	FL
ϕ_G	55,2	1.899,7	708,8	82,6

σ_P^2	63,3	2.137,8	880,5	102,5
σ_E^2	8,1	238,0	171,7	19,9
H ² m	87,2	88,8	80,4	80,6
CVg	32,3	17,6	13,6	13,2
CVe	24,8	12,4	13,4	13,0
CVp	34,3	18,7	15,2	14,8
i	1,32	1,40	1,01	1,01
Gs	34,8	19,6	14,4	14,0

H²m = coeficiente de determinação genotípica; ϕ_G = componente quadrático genotípico; σ_P^2 = variância fenotípica; σ_E^2 = varância ambiental; CVg = coeficiente de variação genotípico; CVe = coeficiente de variação ambiental; CVp = coeficiente de variação fenotípico; i = relação entre CVg/CVe; Gs = progresso esperado de seleção; PMST = produção de matéria seca total (planta + rebrota); APp = altura de planta; APr = altura de planta na rebrota; FL = florescimento.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Análise sensorial de cookie integral elaborado com farinha de milho de grãos pretos ricos em antocianinas

Ediani Peruggia Ribeiro⁽¹⁾; María Cristina Dias Paes⁽²⁾;

⁽¹⁾ Bolsista de iniciação científica, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo); ⁽²⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo);

RESUMO: A associação da dieta saudável e a prevenção ou tratamento de doenças tornou crescente a demanda por alimentos com elevado conteúdo de compostos bioativos, especialmente, originados de fontes naturais e isentos de glúten e alérgenos. O milho de grãos coloridos é um produto ainda pouco consumido no Brasil, entretanto, com grande potencial para o uso alternativo na produção de produtos de padaria, isentos de glúten e ricos em substâncias bioativas, já que não possui em sua composição o glúten, mas contém elevada concentração de antocianinas. O objetivo desse experimento foi avaliar a aceitação de um biscoito tipo cookie preparado com farinha integral de milho de grãos pretos. O cookie foi produzido com ingredientes isentos de glúten, sem derivados de leite, sem ovos e ricos em fibras, sendo as amostras avaliadas quanto aos atributos sensoriais de cor, aroma, sabor, textura e impressão global utilizando teste de aceitação com escala hedônica de nove pontos aplicada a painel constituído de 100 adultos jovens. A intenção de compra foi também determinada para o produto. O cookie integral de milho preto obteve elevada frequência de scores acima de nove para os atributos avaliados, com resposta positiva para intenção de compra. Com base nos resultados, pode-se concluir que o cookie integral de farinha de milho preto é um produto com elevada aceitação, podendo constituir uma opção ao segmento de alimentos integrais isentos de glúten e de derivados de leite, destinados a indivíduos normais e também aos portadores de doença celíaca ou intolerantes à lactose ou, ainda, alérgicos às proteínas do leite e ovos.

Termos de indexação: cookie, aceitabilidade, antocianinas.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido à associação de dieta saudável à prevenção e tratamentos de algumas patologias, como a doença celíaca e as alergias alimentares, os consumidores passaram a

buscar mais opções de alimentos sem glúten e/ou derivados de leite e ricos em compostos bioativos, sendo uma tendência de consumo prevista para continuar na próxima década.

Milhos coloridos contêm diferentes pigmentos como carotenoides e antocianinas, além de outros compostos fenólicos, alguns desses que conferem coloração amarela, preta, vermelha, roxa e azul aos grãos, havendo relação positiva entre o conteúdo dessas substâncias e a atividade antioxidante do milho (LOPEZ-MARTINEZ et al., 2009; HU & XU 2011; ZILIC et al., 2012). Diante desses achados científicos e também do apelo diferencial de cor de produtos, como as tortillas azuis, esses materiais exóticos passaram a ser apreciados pelas populações de regiões antes não consideradas consumidoras, como a América do Norte. No Brasil, o consumo de milhos coloridos, exceto o amarelo, é restrito aos povos indígenas, dada à relação de produção de alguns desses materiais. Também são encontrados em feiras livres frequentadas por imigrantes Latino-americanos, especialmente povos andinos.

O objetivo desse trabalho foi elaborar e avaliar a aceitação de biscoito tipo cookie integral isento de glúten, derivados de leite e ovos, preparado com farinha de milho de grãos pretos rico em antocianinas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção da farinha de milho foram utilizados grãos pretos secos do genótipo TO 002 (Figura 1) produzidos em condições controladas na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. A concentração de antocianinas do material era de 72,26 mg 100mg⁻¹, sendo esse resultado não publicado até a data. Os grãos foram moídos em moinho tipo ciclone MA 020 MARCONI (Piracicaba – SP), acoplado de peneira de 0,5mm, sendo o material acondicionado em frasco tampado e envolto em papel alumínio até o uso. Os biscoitos foram elaborados seguindo a formulação apresentada na tabela 1. As sementes de chia

foram suspensas em água (2 ml) imediatamente antes de serem adicionadas à mistura. Os ingredientes foram homogeneizados em batedeira doméstica ARNO (Deluxe) em velocidade média (4), conforme condições do fabricante, por 20 min.



Figura 1. Grãos e farinha integral de milho preto TO002 utilizados para produção dos cookies

A massa foi porcionada utilizando controle de massa, sendo formados os biscoitos que foram distribuídos em tabuleiros previamente untados com óleo de milho. Os cookies foram assados em forno pré-aquecido a temperatura de 180°C por 30min.

Tabela 1 Formulação utilizada na elaboração dos cookies integrais de farinha de milho de grãos pretos

Ingredientes	Quantidade (g)
Farinha de milho	220
Amido de milho	40
Açúcar mascavo	30
Margarina sem lactose	45
Semente de chia	1,5
Sal	1
Fermento em pó químico	1,5

Depois de retirados do forno, os cookies foram deixados esfriar até temperatura ambiente, sendo a seguir servidos aos provadores para o teste sensorial, que ocorreu no mesmo dia.



Figura 2. Cookies integrais de farinha de milho de grãos pretos TO002 em embalagem para teste sensorial

Análise sensorial

O teste foi conduzido no laboratório de análise sensorial da Universidade Federal de São João Del Rei – Campus Sete Lagoas. As amostras foram avaliadas em relação aos atributos: aroma, sabor, cor, textura e impressão global com aplicação de escala hedônica de nove pontos. O painel foi constituído de 100 provadores adultos jovens (21% homens e 79% mulheres de idade 19 a 35 anos) consumidores de cookies. As amostras foram apresentadas aos provadores em delineamento de blocos completos balanceados em pratos brancos codificados com algarismos de três dígitos (Figura 2). Foi ainda aplicado um questionário a respeito da intenção de compra por parte dos consumidores utilizando uma escala de cinco pontos, onde 1 – certamente compraria; 2 – provavelmente compraria; 3 – tenho dúvida se compraria ou não; 4 – provavelmente não compraria e 5 – certamente não compraria.

Delineamento e análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativo o teste de F, foi realizada teste de média LSD para os fatores qualitativos, estabelecendo-se o nível de 5% de significância. Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sisvar versão 5.3 (Build 77) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todos os atributos analisados, os provadores estabeleceram boa aceitação quanto ao cookie de farinha integral de milho preto, com valores da escala hedônica variando entre 7 (gostei regularmente) a 9 (gostei extremamente), comprovando a aceitação do produto, conforme figuras de 3 a 7. Resultados semelhantes foram

encontrados por Ribeiro e Finzer (2010) ao elaborarem cookies com o aproveitamento da farinha do sabugo de milho, além de obterem uma boa intenção de compra.

Figura 3: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo cor.

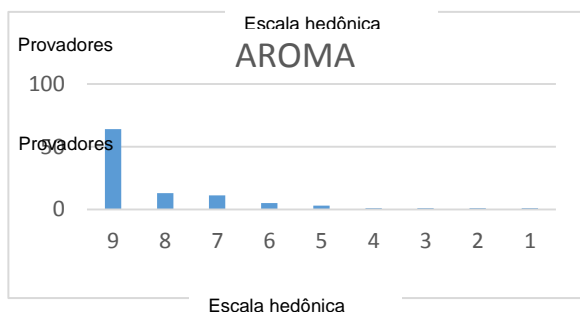


Figura 4: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo aroma.

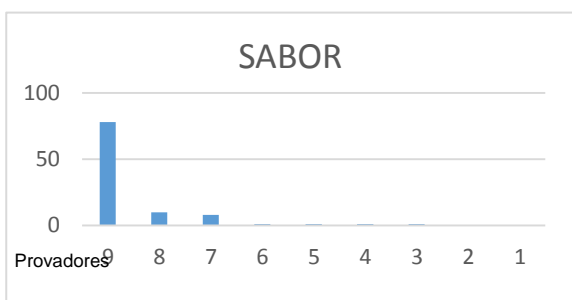


Figura 5: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo textura.



Figura 6: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo impressão global.

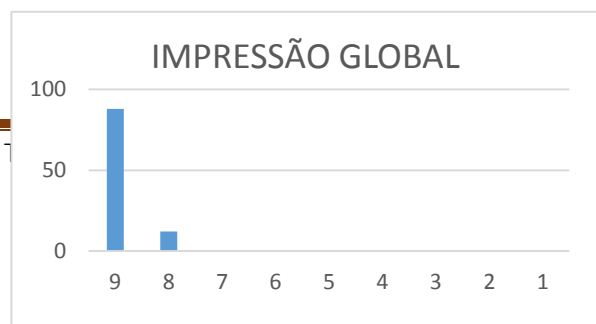


Figura 7: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo impressão global.

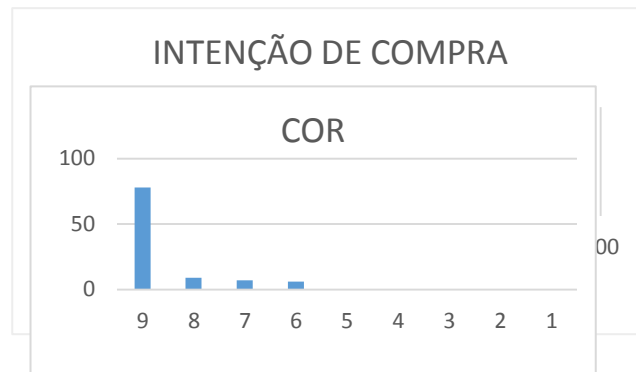


Figura 8: Teste de aceitação em escala hedônica para o atributo cor.

Os cookies de farinha de milho preto, apresentarem uma intenção de compra acima de 80% (Figura 8), indicando grande chance de sucesso na inserção do produto no mercado.

CONCLUSÕES

O cookie integral de farinha de milho preto apresenta elevada aceitação e intenção de compra, podendo constituir uma opção ao segmento de alimentos integrais isentos de glúten e de derivados de leite e ovos, destinados a indivíduos normais e também aos portadores de doença celíaca ou intolerantes à lactose ou, ainda, indivíduos alérgicos as proteína do leite e ovos.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo e à Fapemig pelo financiamento da pesquisa e pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- BELL, L. N; LABUZA, T. P. Composition influence on the pH of reduced-moisture solutions. **Journal Food Science**. 57: 732-734, 1992.
- CATASSI, C.; FASANO, A. Celiac disease. **Current Opinion in Gastroenterology**, London, v. 24, n. 6, p. 687-691, 2008. <http://dx.doi.org/10.1097/MOG.0b013e32830edc1e>. PMID:19122516
- FARO, H. C. Doença celíaca: revisão bibliográfica (2008). Monografia (Especialização em Pediatria)-Hospital Regional da Asa Sul, Brasília, 2008.
- FASOLIN, L. H; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p. 524-529, 2007.
- LA BARCA, A. M.; ROJAS-MARTÍNEZ, M. E.; ISLAS-RUBIO, A. R.; CABRERA-CHÁVEZ, F. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 65, n. 3, p. 241-246, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-010-0187-z>. PMID:20734143
- LOPEZ-MARTINEZ LX, OLIART-ROS RM, VALERIOALFARO G, LEE C-H, PARKIN KL, GARCIA HS. Antioxidant capacity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. **LWT-Food Science Technology** 42(6):1187– 1192, 2009.
- RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoitos tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casaca de banana. **Fazu em Revista**, Uberaba, n. 7, p. 120-124, 2010.
- ROESLER, R.; MALTA, L.; CARRASCO, L.; HOLANDA, R.; SOUSA, C.; PASTORE, G. Atividade antioxidante em frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(1): 53-60, jan.-mar. 2007.
- SIVARAMAKRISHNAN, H. P.; SENGE, B.; CHATTOPADHYAY, P. K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 62, n. 1, p. 37-45, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00169-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00169-9)
- TROLLER, J. A.; Trend in research related to the influence of “water activity” on microorganisms in food. Appl. **Environ. Microbiology**, May; 53: 1142-1146, 1987.
- XU J-G, HU Q-P, WANG X-D, LUO J-Y, LIU Y, TIAN C-R Changes in the main nutrients, phytochemicals, and antioxidant capacity in yellow corn grain during maturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58 (9):5751–5756, 2010. ZILIC S, SERPEN A, AKILLIOGLU G, GOKMEN V, VANCETOVIC J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) Kernels. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 60 (5):1224–1231, 2012.

Pro
vad
ore
s

Atributos de qualidade de híbridos de milho produzidos em safrinha relacionados à produção de etanol

Maria Cristina Dias Paes⁽¹⁾; Miguel Marques Gontijo⁽²⁾; Alexandre Ferreira da Silva⁽³⁾; Décio Karam⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo), cristinapaes@embrapa.br; ^(2,3,4) Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo)

RESUMO: O objetivo do trabalho foi caracterizar cultivares de milho quanto aos atributos de qualidade para a produção de etanol. Foram avaliados 11 cultivares de milho plantadas em dois locais (Rio Verde e Sinop) na safrinha. O experimento foi delineado em blocos casualizados em esquema fatorial (11x2x4), sendo quatro repetições. A interação local x cultivar foi significativa para composição de proteína e extratibilidade do amido dos grãos ($p < 0.05$). A resposta de composição de amido foi influenciada apenas pelo fator cultivar ($p < 0.05$). Diferenças significativas foram observadas na concentração de amido de diferentes cultivares ($p < 0.05$), variando de 71,23 a 76,38%. Proteína total nos grãos dos materiais estudados variou de 8,53 a 11,12% e de matéria seca de 89,24 a 91,36%. As cultivares de milho apresentaram rendimento de extração do amido com variações de 45,56 a 86,09%, havendo baixa correlação dessa característica com o teor de amido no grão. Cultivares de milho diferem em atributos de qualidade associados à produção de etanol, devendo a seleção pela indústria ser pautada com base no genótipo e local de plantio do material.

Termos de indexação: biocombustível, composição de grãos, extratibilidade de amido

INTRODUÇÃO

A utilização de milho como matéria prima para a produção de etanol passou a ser uma realidade no Brasil a partir da implantação das usinas "flex" (CHERUBIM 2016). Nas instalações em funcionamento, o milho a ser processado constitui mistura de vários híbridos plantados localmente, embora haja relatos, na literatura, que a composição química de grãos de diferentes cultivares podem apresentar variações (ZEHR et al. 1996; GUMIENNA et al. 2016), influenciando

significativamente o rendimento da produção de álcool (SINGH & GRAEBER 2005) e a composição de proteína do DDGS (grãos secos por destilação), produto de alto valor agregado destinado à alimentação animal.

Híbridos com alta performance para rendimento de etanol correspondem a incremento de conversão de 15% comparado aos de baixa performance (HAEFELE et al 2004), causando impacto econômico significativo na produção, portanto, a seleção de materiais pela indústria é imprescindível para a viabilidade econômica da operação. Considerando esse aspecto, o objetivo do trabalho foi caracterizar cultivares de milho plantados no Brasil em safrinha quanto aos atributos de qualidade para a produção de etanol.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

As amostras foram constituídas de grãos de cada repetição de campo de cada bloco, colhidas mecanicamente e mantidas em câmara com controle de temperatura e umidade até a realização das análises. Para determinação de proteína, amido total e matéria seca os grãos de milho foram moídos em moinho tipo ciclone MA 020 MARCONI (Piracicaba – SP) acoplado de peneira de abertura 0,5 mm, sendo o material acondicionado em frascos de vidro, tampados, lacrados com parafilme e envoltos em papel alumínio até o momento do ensaio.

Proteína

A determinação de proteína foi realizada a partir da quantificação do nitrogênio total pelo método de Dumas e posterior multiplicação dos resultados pelo fator 6,25, segundo o método de referência AOAC 992.23. As amostras foram pesadas (250 mg) sobre folha de estanho e embrulhadas. Em seguida, essas foram inseridas no carrossel amostrador do Analisador de Nitrogênio,

marca LECO, modelo FP-528 e o percentual de nitrogênio de cada amostra quantificado.

Amido total

A análise foi conduzida seguindo o protocolo recomendado AACC 76.13 (2014) para amido total utilizando kit enzimático total starch da Megazyme (Megazyme, Ireland).

Extratibilidade do amido

Para o rendimento de extração de amido dos grãos, extratibilidade de amido, foi seguido o protocolo descrito em Paes et al. (2010).

Matéria seca

A determinação de matéria seca das amostras foi conduzida seguindo o protocolo descrito em Nogueira & Souza (2005). Os dados foram utilizados para cálculo da concentração de amido e proteína em base seca.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi planejado em blocos casualizados em esquema fatorial (11x2x4), sendo dois fatores: local (Sinop e Rio Verde) e cultivar (30F53YH, BALU 761, RB 9308 YG, AG7088 PRO, BRS2020, CD 355, DOW 2B587PW, DKB 390 PRO, BRS 1060, AS 1596 PRO, DKB 310 PRO) com quatro repetições. As análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados submetidos estatisticamente à análise de variância (ANOVA). Quando o teste de F foi significativo, teste de média LSD foi aplicado aos dados, estabelecendo-se o nível de 5% de significância. Para análise dos dados, utilizou-se o programa SYSTAT, versão 13.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação dos fatores local x cultivar foi significativa para composição de proteína, matéria seca e extratibilidade do amido dos grãos dos cultivares de milho ($p < 0,05$), entretanto, a resposta de concentração de amido não teve influência dos fatores ($p > 0,05$). Semelhante resposta para o efeito da interação genótipo x local na extratibilidade de amido e proteína nos grãos foi também observada por Singh & Graeber (2005) para 18 híbridos de milho dentados produzidos no meio oeste americano.

A concentração de amido de diferentes cultivares (**Tabela 1**) variou de 71,23 a 76,38%, mas as médias não diferiram estatisticamente, sendo a média global para essa característica de 73,74%. As cultivares 30F53YH, DKB310Pro, AG7088Pro e CD355 apresentaram média de concentração de amido nos grãos total acima de 75 g. 100g⁻¹ (db),

teor médio reportado para cultivares de milho normais (Paes et al.2011). Porém, nesses materiais, a concentração de proteína está entre as mais baixas (Tabela 2).

Tabela 1. Amido total (%) nas amostras de grãos de cultivares de milho produzidas na safrinha, ano 2014

Cultivar	Amido (g. 100g ⁻¹) DB
CD355	76,38
AG7088 Pro	75,68
DKB310 Pro	75,33
30F53 YH	75,12
Balu 761	74,40
DKB 390 Pro	73,34
BRS1060	72,91
AS1596 Pro	72,82
BRS2020	72,14
Dow 2B587PW	71,76
RB9308YG	71,23
Média geral	73,74

¹ ($p > 0,05$).

Na Tabela 2 são apresentadas as médias de concentração de proteína nos grãos para as cultivares avaliadas. Híbridos de milhos plantados em Rio Verde não diferiram nesse atributo ($p > 0,05$), com médias de 8,5 a 8,8%. Entretanto, quando os mesmos híbridos foram produzidos em Sinop, as médias foram maiores para cada híbrido comparado par a par com Rio Verde, exceto para o híbrido 30F53YH (Tabela 2). As médias em Mato Grosso variaram de 8,9 a 11,1%, tendo o híbrido BRS2020 apresentado a maior concentração de proteína no grão, seguido pela cultivar RB9308YG.

As médias de proteína em grãos dos demais oito genótipos produzidos em Sinop não diferiram significativamente, exceto o 30F53YH, com média significativamente menor que os demais, mas não diferindo da média de proteína total em grãos do AS1596PRO.

Tabela 2. Proteína total em grãos de cultivares comerciais de milho plantadas em safrinha, ano 2014.

Cultivar	Proteína (Nx6,25) g. 100g ⁻¹ DB	
	Sinop	Rio Verde
30F53YH	8,9 d A	8,6 a A
AG7088 PRO	9,5 c A	8,7 a B
AS 1596 PRO	9,2 cd A	8,7 a B
BALU 761	10,5 c A	8,7 a B
BRS 1060	9,3 cd A	8,7 a B
BRS2020	11,1 a A	8,8 a B
CD355	9,7 c A	8,6 a B
DKB 310 PRO	9,5 c A	8,7 a B

DKB 390 PRO	9,4 c A	8,5 a B
Dow 2B587PW	9,8 c A	8,7 a B
RB9308YG.	10,5 b A	8,7 a B

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (intra local) e maiúscula na linha (inter local) não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Para a variável extratibilidade do amido ou rendimento de extração de amido, as médias em Sinop variaram de 45,56 a 86,09%, enquanto que em Rio Verde a amplitude das médias foi de 56,47 a 71,14 (Tabela 3). As cultivares não apresentaram o mesmo comportamento para a característica avaliada nos dois locais, ou seja, materiais com elevada extratibilidade de amido em Sinop não tenderam a maior rendimento de extração em Rio Verde. Entre as cultivares plantadas em SINOP, DKB 310 PRO e 30F53YH apresentaram médias de extratibilidade maiores que os demais, embora diferiram entre si.

Tabela 3. Rendimento de extração de amido a partir de grãos de cultivares comerciais de milho plantadas em safrinha, ano 2014.

Cultivar	Amido extraído (%) DB	
	Sinop	Rio Verde
DKB 310 PRO	86,09 a A	62,66 bc B
30F53YH	66,74 b A	57,26 c B
AS 1596 PRO	57,46 c B	65,58 b A
BRS 1060	56,23 c A	60,25 b A
DKB 390 PRO	55,82 c B	71,14 a A
Dow 2B587PW	53,78 cd B	63,18 bc A
CD355	51,78 cd B	68,13 b A
BRS2020	51,73 cd B	56,47 c A
AG7088 PRO	51,01 cd B	60,31 bc A
RB 9308 YG	49,90 de A	61,98 bc A
BALU 761	45,56 e B	57,64 c A

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha (intra local) e maiúscula (inter local) na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

O maior rendimento de extração foi observado para o cultivar DKB 310 PRO produzido em Sinop e DKB 390 PRO produzido em Rio Verde.

Baixa correlação positiva (0,22) foi verificada para concentração e extratibilidade de amido. Entretanto, o índice de correlação de Pearson para as variáveis concentração de proteína e extratibilidade de amido foi -0,50. Apesar de baixa correlação, esse resultado permite a interpretação que o aumento de proteína nos grãos pode desfavorecer a extratibilidade do amido.

CONCLUSÕES

Cultivares de milho produzidos no Brasil em safrinha diferem em extratibilidade de amido e concentração de proteína, atributos de qualidade associados ao rendimento de produção de etanol e subprodutos, havendo influência de local e genótipo nessas características. Não houve diferença entre as cultivares e os locais para percentual de amido total nos grãos. Por essa razão, a seleção de híbridos a serem plantados e utilizados pela indústria de etanol necessita ser baseada não apenas no genótipo, mas no local de cultivo do material.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC): "Approved Methods of the AACC". Method 76-13, approved October 1976. 2014

CHERUBIM, N. Usina Dois em Um. RPA News. <http://revistarpanews.com.br/index.php/publi/item/60-especial169>. Acesso em 27 de junho 2016

GUMIENNA, M. ; SZWENGIEL, A.; LASIK, M. ; SZAMBELAN, K. ; MAJCHRZYCKI, D. ; ADAMCZYK, J. ; NOWAK, J. ; CZARNECKI, Z. Effect of corn grain variety on the bioethanol production efficiency. **Fuel**, 154, 386-392, 2016

HAEFELE, D., OWENS, K., O'BRYAN, K., SEVENICH, D.,. Section and optimization of corn hybrids for fuel ethanol production. In: Proceedings of the ASTA 59th Annual Corn and Sorghum Research Conference. American Seed Trade Association, Alexandria, VA. 2004

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. Manual de laboratório: solo, água. Nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p.334

PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. F.; BARBOSA, N. A.; VOLPI, B. D.; SANT'ANA, R. de C. O. Rendimento de extração de amido em germoplasma de milho tropical. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade:

resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

PAES, M.C.D; SANTANA, R. de C. ; VOLPI, B.D. . Características físicas e químicas do grão de milho. In: BOREM, A.; RIOS, S. de A.. (Org.). Milho Biofortificado. 1^{ed.}Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011, v. 3, p. 45-86.

SINGH, V. Effect of corn quality on bioethanol production. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. 1 (4) . 353-355. 2012

SINGH,V. , GRAEBER, J.V. Effect of corn hybrid variability and planting location on dry grind ethanol production. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. 48 (2), 709-714. 2005

ZEHR, B.E.; ECKHOFF, S.R., NYGYIST, W.E., KEELING, P.L. Heritability of product fractions from wet milling and related properties of maize grain. **Crop Science**, 36 ,1159–1165. 1996.

Avaliação da qualidade tecnológica de genótipos de sorgo para produção de pães sem glúten

Aline Pereira de Sousa⁽¹⁾; Valéria Aparecida Vieira Queiroz⁽²⁾; Erick Ornellas Neves⁽³⁾; José Ibrahim El-Corab Neto⁽¹⁾; Vinícius Tadeu da Veiga Correia⁽¹⁾; Robert Eugene Schaffert⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas. Rodovia MG 424, km 45 - CEP: 35701-970. Sete Lagoas - MG – Brasil. Telefone (31)995214314(liny-p-souza@hotmail.com); ⁽²⁾ Pesquisador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Milho e Sorgo – Rodovia MG 424, Km 45- CEP: 35702-098 – Sete Lagoas – MG – Brasil; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal de São João del-Rei- Campus Sete Lagoas(UFSJ-CSL). Rodovia MG 424, Km 45- CEP: 35701-970. Sete Lagoas- MG- Brasil.

Resumo: O sorgo é um cereal utilizado em diversos lugares do mundo para o consumo humano, não possuindo, em sua constituição, as proteínas do glúten. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade tecnológica de diferentes genótipos de sorgo para a produção de pães sem glúten. Foram avaliados os grãos, a farinha e os pães obtidos dos genótipos BRS 501, CMS S0 05, BR 305 e MR732 X SEPON 82. Na avaliação da estrutura do endosperma, os grãos da cultivar BR 501 apresentaram cerca de 3/4 da superfície vítrea e os grãos da variedade BR 305 apresentaram cerca de 1/4 da superfície vítrea. As demais variedades ficaram em patamares intermediários. A análise granulométrica da farinha mostrou que não houve diferença na distribuição granulométrica. As farinhas apresentaram uma maior retenção na peneira de 0,42 mm, indicando uma farinha com grandes partículas. Nenhuma relação foi apontada entre a estrutura vítrea dos grãos e a distribuição granulométrica das farinhas. Para os pães, as análises de firmeza e volume específico demonstraram diferenças entre o produto obtido com a farinha do cultivar BR 305 em relação aos demais. O volume específico foi de 1,25 mL.g⁻¹ para o pão dessa cultivar, sendo que os demais apresentaram valores entre 1,56 a 1,66 mL.g⁻¹. Já a firmeza ficou em 9.394,9 g para o produto da BR 305, contra uma faixa de 3.639,2 a 4.951,1 g das demais. As diferenças observadas nos pães da variedade BR 305 estão associadas provavelmente ao maior teor de taninos da variedade.

Termos de indexação: farinhas, textura, moagem.

INTRODUÇÃO

Os produtos de panificação são formulados, principalmente, a partir da farinha de trigo. Entretanto, devido ao aumento do número de casos de doença celíaca, a procura por matérias-primas que não contenham glúten e que possam proporcionar produtos de boa qualidade sensorial e nutricional está em plena ascensão.

A doença celíaca é uma enteropatia crônica causada pelo consumo de proteínas do glúten, encontradas no trigo, centeio e cevada. Apesar dos avanços na compreensão da fisiopatologia da doença, atualmente o único tratamento seguro e efetivo para ela é a total restrição de alimentos que contenham glúten (Storck et al., 2009).

Nesse contexto, o sorgo, por ser isento de glúten, é considerado seguro para esses indivíduos, constituindo cereal promissor para o desenvolvimento de uma ampla variedade de produtos de alta qualidade. Estudos no exterior têm sido conduzidos com a finalidade de desenvolver produtos com sorgo destinados a esse público-alvo (Schober et al., 2007; Yousif et al., 2012; Winger et al., 2014). No Brasil, alguns produtos sem glúten à base de sorgo já foram desenvolvidos e testados, como barra de cereais, cookies e bolos, os quais apresentaram elevada aceitação sensorial (Queiroz et al., 2012; Queiroz et al., 2014; Vargas-Solórzana et al., 2014).

O sorgo, além de isento de glúten é, ainda, uma excelente fonte de compostos bioativos, os quais podem beneficiar a saúde humana. Os resultados de estudos científicos demonstram que compostos isolados do sorgo, principalmente os fenólicos, modulam parâmetros relacionados às doenças crônicas não transmissíveis como a obesidade, o diabetes, as dislipidemias, as doenças cardiovasculares, o câncer e a hipertensão (AWIKA

et al., 2009; YANG et al., 2009; MORAES et al., 2012).

Entretanto, como no Brasil as cultivares de sorgo foram desenvolvidas visando alimentação animal, não há informações a respeito das propriedades tecnológicas dos grãos e farinhas de sorgo para uso em produtos alimentícios.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade tecnológica de diferentes genótipos de sorgo no desenvolvimento de pães sem glúten.

MATERIAIS E MÉTODOS

A farinha de sorgo foi produzida a partir de grãos dos genótipos sem tanino BRS 501, CMS S0 05 e MR732 X SEPON 82 e com tanino BR 305. Os grãos foram submetidos a remoção de sujidades e moídos duas vezes em moinho HAWOS Muhle 1.

A avaliação do endosperma foi realizada nos grãos dos diferentes genótipos de sorgo. Estes foram cortados ao meio de maneira a observar a estrutura do endosperma em microscópio estereoscópico Zeiss EQ CG LAS 21. Os grãos foram classificados conforme sua característica vítrea ou amilácea (BRASIL, 1992), sendo utilizados 10 grãos para o resultado final.

Para a análise granulométrica foram utilizadas peneiras com aberturas de malha de 1,0; 0,71; 0,50; 0,25; 0,106 e 0,00 mm. Foram peneiradas 100 g de farinha de sorgo de cada genótipo por 10 minutos neste conjunto de peneiras (Martino et al., 2012) sob agitação em agitador de peneiras ProduTest Modelo T. Após agitação cada peneira foi pesada e a porcentagem de retenção de farinha em cada uma delas foi calculada. A análise foi realizada em triplicata.

Os pães foram produzidos a partir da mistura dos ingredientes secos (104 g farinha de sorgo, 50 g de polvilho doce, 2 g de goma xantana, 2 g de sal, 8 g de açúcar e 1,3g de fermento biológico). A clara de um ovo foi misturada separadamente antes da sua incorporação. Para a elaboração da massa foram adicionados os ingredientes na seguinte sequência: ½ xícara de água morna, 9,3 g de manteiga, a clara do ovo, ½ colher de chá de vinagre de maçã e a mistura dos ingredientes secos. A massa foi misturada manualmente e deixada para fermentar por 3 horas. Após as 3 horas os pães foram assados em Forno Turbo Elétrico (G Paniz, FTE-120) à temperatura de 180°C por 15 minutos e mantidos em temperatura ambiente para o seu resfriamento.

Os pães assados foram pesados (M) e o volume (V) determinado através do método de deslocamento de sementes de painço, sendo o volume de cada pão medido pelas sementes deslocadas em uma proveta de 200 ml (Storck, 2009). O volume específico (VE), em mL/g, foi calculado através da fórmula $VE=V/m$ (Brito, 2015). Todas as análises foram realizadas em quatro repetições.

A análise de textura dos pães foi realizada em texturômetro TA-XT plus utilizando probe cilíndrica de 36 mm (P/36R) e o método da AACC 74-09 (Stable Micro System, 2015). Quatro pães de cada farinha foram cortados com altura de 25 mm e analisados após 3 horas do fim do assamento.

Os dados foram avaliados por análise de variância utilizando-se programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da estrutura do endosperma demonstrou que 80% dos grãos da variedade BR 501 têm cerca de 3/4 da superfície do endosperma vítrea. Já os genótipos MR732 X SEPON 82 e CMS S005 tem respectivamente 80% e 70% dos grãos com metade da superfície do endosperma do tipo vítreo. Já 70% dos grãos da cultivar BR 305 apresentaram menos de 1/4 da superfície do endosperma com estrutura vítrea.

A granulometria é fator importante na elaboração de produtos de panificação, pois afeta as características reológicas da massa e de textura do produto final. A partir da análise de granulometria pode-se observar que a maior porcentagem de farinha ficou retida nas peneiras com tamanhos de malha de 0,5 e 0,25 mm como demonstrado na **figura 1**. Para as farinhas de trigo dos tipos 1 e 2 segundo a Portaria 354/96, 98% do produto deverá passar através de peneira com abertura de malha de 0,25mm, (BRASIL, 1996). Assim os dados demonstram que da moagem dos grãos de sorgo obteve-se uma farinha com granulometria superior à estabelecida para uma farinha de trigo comercial.

A média de retenção até a peneira de 0,25 mm oscilou entre 71,72 a 61,44% para as diferentes variedades. Martino et al. (2012) analisaram a granulometria de diferentes farinhas de sorgo e também obtiveram resultados similares, com uma maior retenção das farinhas nas peneiras com abertura de malha de 0,42mm. Pode ser observada na **figura 1** que a distribuição de tamanho das partículas das farinhas se manteve similar para todas as variedades, mesmo havendo diferenças no

perfil do endosperma. Contrastando a análise de textura do endosperma dos grãos com a análise granulométrica das farinhas, não houve uma relação entre a estrutura do endosperma e a distribuição granulométrica das farinhas de sorgo.

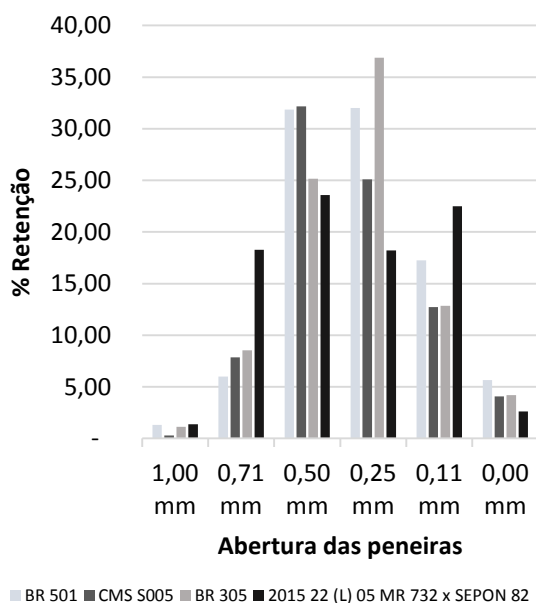


Figura 1. Distribuição de tamanho de partículas de farinha de quatro genótipos de sorgo.

O volume específico é uma medida que tem grande importância na verificação da capacidade da farinha de reter o gás no interior da massa, proporcionando crescimento aos pães (Storck, et al., 2009).

Tabela 1- Valores para volume específico dos pães assados (g/ml) e de firmeza dos pães (g)

Amostras	Volume específico (mL.g ⁻¹)	Firmeza (g)
BR 501	1,56 ^a	4.951,1 ^b
CMS S005	1,63 ^a	4.200,1 ^b
BR 305	1,25 ^b	9.394,9 ^a
MR732 X SEPON 82	1,66 ^a	3.639,2 ^b

Valores da coluna, acompanhados pela mesma letra, não diferem significativamente pela análise de variância.

Como descrito na **tabela 1**, houve diferença significativa para o volume específico dos pães da variedade BR 305 em relação aos pães dos demais genótipos. A média do volume específico oscilou entre 1,66 e 1,25 mL.g⁻¹ para os pães das diferentes variedades. Pereira et al., (2009) encontraram, para pães de farinha de trigo branca, valores entre 3,57 e 7,10 mL.g⁻¹. Mas para pães sem glúten estes valores são compatíveis com os encontrados por Ranhota et al., (1975) e Storck et al., (2009). Este baixo valor se deve a uma menor capacidade de retenção do gás, devido a menor elasticidade da massa, durante a etapa de fermentação. Além disso, a expansão durante o assamento é comprometida, originando um pão com baixo volume específico e miolo firme.

A firmeza dos pães também mostrou diferença entre os elaborados com a farinha de sorgo da variedade BR 305 que foi de 9.394,9 g superior a dos pães feitos com o BR 501(4.951,1g) e o MR 732 X SEPON 82 (3.639,2g) (**Tabela 1**).

A cultivar BR 305 foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo e seus grãos possuem testa pigmentada, ou seja, possuem teor elevado de taninos. Os demais genótipos não possuem essa característica e seus grãos são isentos desse composto. Taninos são substâncias que interagem com macromoléculas, como o amido e proteínas.

A ligação entre taninos e proteínas ocorre por ligação de hidrogênio entre grupos fenólicos dos taninos e alguns sítios das proteínas (Monteiro et al., 2005). Esta interação pode modificar as características reológicas da massa, diminuindo a sua elasticidade, o que pode ter ocorrido na massa produzida a partir da farinha da cultivar BR 305, que possui alto teor de taninos condensados. As demais variedades permitiram a produção de pães sem glúten com características de volume e firmeza mais próximos ao pão tradicional.

CONCLUSÃO

Embora a farinha dos diferentes genótipos tenham apresentado granulometria grosseira foi possível a elaboração de pão sem glúten com farinhas de sorgo.

Os valores de volume específico mostram-se compatíveis com os encontrados na literatura para pães sem glúten. A variedade BR 305 teve volume específico menor que as demais variedades e também mais firmeza. A presença de taninos pode ter causado esta diferença em relação aos demais.

Assim as variedades estudadas são aptas para a produção de pães sem glúten, tendo os pães da variedade BR 305 um perfil de textura mais firme.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pela oportunidade de desenvolver o trabalho, ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e à Fapemig pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- AWIKA, J. M.; YANG, L.; BROWNING, J. D.; FARAJ, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. **LWT - Food Science and Technology**, v.42, n.6, p.1041-1046. 2009.
- BRASIL.** Lei nº 354, de 18 de julho de 1996. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354_96.htm>. Acesso em 27 de maio de 2016.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Tolerâncias. In: Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. cap.12, p.229-254.
- BRITO V.H.S.; CEREDA.M.P. Método para determinação de volume específico como padrão de qualidade de polvilho azedo e sucedâneos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.18,n.1,p.14-22,2015.
- FERREIRA, DANIEL FURTADO. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- MARTINO, H.S.D.; TOMAZ, P.A.; MORAES, E.A.; CONCEIÇÃO, L.L.; OLIVEIRA, D.S.; QUEIROZ, V.A.V.; RODRIGUES, J.A.S.; PIROZIM,R; SANTANA,M.P; RIBEIRO, S.M.R. Chemical characterization and size distribution of sorghum genotypes for human consumption. **Rev Inst Adolfo Lutz**,v. 71,n.2,p.337-344,2012.
- MONTEIRO,J.M.;ALBUQUERQUE,U. P.; ARAÚJO, E.L.Taninos: Uma Abordagem da Química a Ecologia. **Quim. Nova**,v. 28, n. 5, p.892-896, 2005.
- MORAES, É. A.; NATAL, D. I. G.; QUEIROZ, V. A. V.;SCHAFFERT, R. F.; CECON, P. R.; PAULA, S. O.; BENJAMIM, L. A.; RIBEIRO, S. M. R.; MARTINO, H. S. D. Sorghum genotype may reduce low-grade inflammatory response and oxidative stress and maintains jejunal morphology of rats fed a hyperlipidic diet. **Food Research International**, v.49, n.1, p.553-559, 2012.
- PRICE, M.L.; BUTLER, L.G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum. **J. Agric. Food Chem.**, v.25, n.6,p.1268-1273, 1977.
- QUEIROZ, V. A. V.; CARNEIRO, H. L.; DELIZA, R.; RODRIGUES, J. A. S.; VASCONCELLOS, J. H. de; TARDIN, F. D.; QUEIROZ, L. R. Genótipos de sorgo para produção de barra de cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 287-293, 2012.
- QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; MARTINO, H. S. D.; PAIVA, C. L.; MENEZES, C. B. de Potencial do sorgo para uso na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 7-12, 2014.
- RANHOTRA, G.S.; LOEWE, R.J.; PUYAT, L.V. Preparation and evaluation of soy-fortified gluten-free bread. **Journal of Food Science**, v.40, n.1, p.62-64, 1975.
- SCHÖBER, T. J.; BEAN, S. R.; BOYLE, D. L. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 55, n.13, p. 5137-5146, 2007.
- Stable Micro System. Exponent Lite, versão 6.1.9.0. [S.l.]: Stable Micro System Ltd. 2015. Software. 1 CD-ROM. Licenciado para a Universidade Federal de São João del Rei.
- STORCK, C.R.; PEREIRA, J.M.; PEREIRA, G.W.; RODRIGUES, A.O.; GULARTE, M.A.; DIAS, A.R.G. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase.**Brazilian Journal of Food Technology**,v.11,n.1 .p.71-77, 2009.
- VARGAS-SOLÓRZANO, J. W.; CARVALHO, C. W. P.; TAKEITI, C. Y.; ASCHERI, J .L; QUEIROZ, V. A.V. Physicochemical properties of expanded extrudates from colored sorghum genotypes. **Food Research International**, v.55, n.0, p.37-44. 2014.
- WINGER, M.; KHOURYIEH, H.; ARAMOUNI, F.; HERALD, T. Sorghum Flour Characterization and Evaluation in Gluten-Free Flour Tortilla. **Journal of Food Quality**, v.37, n.2, p.95-106. 2014.
- YANG, L.; BROWNING, J. D.; AWIKA, J. M. Sorghum 3-deoxyanthocyanins possess strong phase II enzyme inducer activity and cancer cell growth inhibition properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.5, p.1797-1804, 2009.
- YOUSIF, A.; NHEPERA, D.; JOHNSON, S. Influence of sorghum flour addition on flat bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. **Food Chemistry**, v.134, n.2, p.880-887, 2012.

Avaliação sensorial de *churros* sem glúten com farinha de sorgo com e sem tanino

Vinícius Tadeu da Veiga Correia⁽¹⁾; Caroline Liboreiro Paiva⁽²⁾; Valéria Aparecida Vieira Queiroz⁽³⁾; Aline Pereira de Sousa⁽¹⁾; José Ibrahim El-Corab Neto⁽¹⁾; Jéssica Letícia Abreu Martins⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Sete Lagoas, Minas Gerais; iniciustadeu18@hotmail.com; ⁽²⁾ Professora Adjunta; Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); ⁽³⁾ Pesquisadora, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Estudante do Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

RESUMO: Devido as suas propriedades funcionais, o sorgo tem desempenhado um papel importante no desenvolvimento de produtos alimentícios, o que tem agregado valor a esse cereal. Por não conter glúten em sua estrutura, o sorgo pode ser utilizado em dietas de indivíduos celíacos, os quais são intolerantes a essa proteína. Para a elaboração dos *churros* foi utilizada uma formulação padrão à base de farinha de trigo, com substituição total dessa por farinhas de sorgo dos genótipos BRS 501 (pericarpo branco, sem tanino) e BR 305 (pericarpo marrom, com tanino), pertencentes ao programa de Melhoramento Genético da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas-MG. Os produtos foram submetidos ao teste de aceitação e intenção de compra com 110 provadores, no laboratório de Análise sensorial da Universidade Federal de São João del Rei – Campus Sete Lagoas. Os resultados exibiram expressivos índices de aceitabilidade: 88% e 84% em relação a impressão global dos produtos elaborados com as farinhas das cultivares BRS 305 e BR 501, respectivamente. O índice de intenção de compra variou entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, mostrando que ambos *churros* elaborados à base de farinha integral de sorgo foram muito bem aceitos pelos julgadores e possuem potencial para entrar no mercado de produtos sem glúten. O tanino não influenciou negativamente na aceitação do produto, ao contrário, o *churros* elaborado com farinha com tanino apresentou média superior ao sem tanino quanto à textura, impressão global e quanto à intenção de compra.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* L., Produtos sem Glúten, Novos Produtos.

INTRODUÇÃO

Originário da África Equatorial, o sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é o quinto cereal mais produzido do mundo, superado apenas pelo arroz, trigo, milho e cevada (Silva, 2015). Por apresentar tolerância a seca e menor custo de produção em relação aos outros cereais, o sorgo vem despertando o interesse de diversos pesquisadores, nas mais diferentes áreas de atuação. Os grãos de sorgo possuem concentrações expressivas de fibras alimentares, potássio, fósforo e zinco, além de alguns genótipos serem fontes, também, de compostos bioativos, como as antocianinas e os taninos, os quais são capazes de sequestrar radicais livres e promover a melhoria da saúde humana (Rooney, 2007; Moraes et al., 2012).

Os alimentos ricos em taninos têm sido historicamente considerados indesejáveis do ponto de vista nutricional (Chung et al., 1998), bem como sensorial, pois, acredita-se que esse composto confere um sabor residual adstringente aos produtos. Entretanto, os taninos mostraram efeitos anticarcinogênicos, antimutagênicos e propriedades antimicrobianas, que podem estar relacionados às suas características antioxidantes, importantes na proteção das células contra danos oxidativos. Além disso, é amplamente relatado que genótipos contendo tanino reduzem a disponibilidade calórica e, devido a isto, reduzem o ganho de peso dos animais. Nesse contexto, especula-se que essas substâncias têm potencial, também, para auxiliar no controle do diabetes e da obesidade em humanos (Awika & Rooney, 2004; Rooney, 2007; Awika et al., 2009; Yang et al., 2009).

No Brasil, o consumo de sorgo na alimentação humana é ainda bem recente, todavia devido à sua facilidade de produção e versatilidade, já tem sido utilizado, em outros países, como base alimentar de milhares de pessoas.

Por não apresentar glúten em sua constituição, esse cereal mostra-se como uma excelente

alternativa de ingrediente para produtos destinados a portadores da doença celíaca (DC).

A DC é uma doença autoimune que acomete indivíduos geneticamente predispostos, os tornando intolerantes ao glúten e os impedindo de consumir produtos contendo essa proteína (Araújo et al., 2010). A busca por alimentos saudáveis e economicamente viáveis aumentou consideravelmente nos últimos tempos, sendo a farinha de sorgo uma boa opção nesse sentido. Diversos produtos à base de sorgo já foram propostos em trabalhos acadêmicos, como bombons (Macedo et al., 2015), barras de cereais (Queiroz et al., 2012), cookies e bolos (Ferreira et al., 2015), sorvetes (Silva et al., 2015) e massas secas (Paiva et al., 2015), todos com a proposta de diversificar receitas e oferecer alternativas de consumo a pessoas intolerantes ao glúten, garantindo assim, a segurança alimentar.

O *churros* é um doce cuja receita foi introduzida no século 19 na Península Ibérica pelos povos árabes e logo passou a fazer parte do hábito alimentar dos moradores dessas regiões. Em virtude das conquistas da Espanha medieval, a iguaria se difundiu por diversos países, e atualmente, é muito popular, também, na América Latina, da Argentina ao México. É fabricado, originalmente, com massa à base de farinha de trigo, água e açúcar, em formato cilíndrico, frito em óleo vegetal e coberto externamente com uma fina camada de açúcar, com ou sem canela. Em vários países, o doce é consumido sem recheio, no Brasil, popularizou-se a versão com recheio de doce de leite ou de chocolate, comercializada em carrinhos ambulantes. Entretanto, mais recentemente, esse produto passou a ser disponibilizado em hipermercados e centros comerciais, em quiosques ou churrerias, em versões mais sofisticadas, incluindo uma variedade de sabores de recheio e de coberturas (SEBRAE, 2016).

Seguindo uma tendência de mercado e buscando desenvolver um produto sem glúten, saboroso e rico em substâncias antioxidantes alternativo aos *churros* a base de trigo, este trabalho propôs elaborar *churros* à partir de farinhas de sorgo com e sem tanino, recheados com doce de leite. O trabalho objetivou analisar a aceitabilidade desse novo produto, buscando criar alternativas de consumo para este segmento de mercado que cresce a cada dia, bem como verificar se haveria efeito negativo da presença do tanino na aceitabilidade do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento do sorgo

Para o desenvolvimento dos produtos, foram utilizadas farinhas de sorgo das cultivares BRS 501 (de pericarpo branco, sem tanino) e BR 305 (de pericarpo marrom, com tanino), pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas-MG, sendo a concentração de taninos relevante em um desses genótipos.

Os grãos de sorgo foram submetidos à trituração em moinho de pedras (Hawos) por duas vezes para obtenção de partículas com 0,5 mm.

Elaboração dos produtos

Para a elaboração dos *churros* foi utilizada uma formulação padrão à base de farinha de trigo, com substituição total dessa pelas farinhas de sorgo. Foram elaboradas duas formulações de *churros* contendo os seguintes ingredientes: farinha de sorgo, água, açúcar, margarina, sal e ovo. Os produtos diferenciaram-se pela farinha utilizada, uma proveniente da cultivar de sorgo BR 305 (marrom, com tanino) e a outra do genótipo BRS 501 (branca, sem tanino), sendo os demais ingredientes mantidos na mesma quantidade.

Os ingredientes foram misturados e submetidos a cozimento por 10 minutos. Após resfriamento durante 30 minutos a 10°C, a massa foi moldada com o auxílio de um equipamento manual, para formação dos *churros*. Estes foram fritos em óleo de soja e salpicados com açúcar refinado e canela, e depois, recheados com doce de leite de uma marca comercial.

Análise sensorial

Com a finalidade de avaliar a qualidade sensorial dos produtos, realizou-se um teste de aceitação, com 110 provadores não treinados, dentre estudantes e funcionários da UFSJ/Sete Lagoas, no Laboratório de Análise Sensorial da UFSJ-CSL. Os *churros* foram avaliados em relação aos atributos sabor, cor, aroma, textura e impressão global e à intenção de compra.

Foi utilizada escala hedônica híbrida de 10 cm (Villanueva et al., 2005), variando de 0 “desgostei extremamente” a 10, “gostei extremamente” para cada atributo avaliado, e uma escala de atitude (FACT) de 5 pontos para verificar a atitude de compra do consumidor. As amostras foram servidas em cabines individuais, de forma monádica e avaliadas sob iluminação branca.

Os dados referentes ao teste sensorial de aceitação foram submetidos à análise estatística, por meio de ANOVA e as médias analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o programa SISVAR (UFLA, Lavras, MG).

A aceitação dos produtos, para cada atributo, foi calculada por meio do índice de aceitabilidade (IA), conforme expressão abaixo (Dutcosky, 2011).

$$IA (\%) = (A/B) \times 100$$

Em que:

A: é a média dos resultados do teste de aceitação, para cada produto.

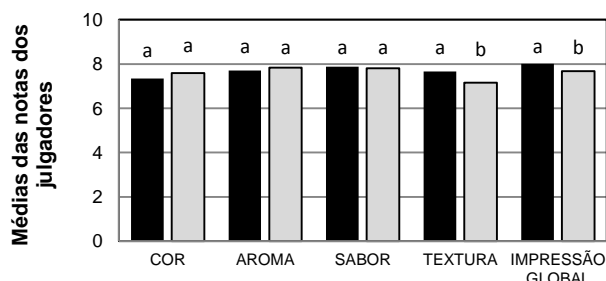
B: é a maior nota obtida no teste de aceitação, para cada produto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados sensoriais, a aceitabilidade dos *churros* de sorgo não diferiu significativamente ($p < 0,05$) para os atributos cor, aroma e sabor (**Figura 1**). Entretanto, em relação à textura e à impressão global, observou-se diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). O *churros* desenvolvido com a farinha proveniente da cultivar BR 305 apresentou maior média, sendo portanto, o preferido.

Da mesma forma, em relação à intenção de compra, o produto elaborado com a farinha do BR305 apresentou média geral de 4,40, significativamente superior àquele procedente do BRS 501 que obteve nota média de 4,18. Ambas as médias se enquadram na faixa “provavelmente compraria” e “certamente compraria” da escala FACT de intenção de compra.

Esses resultados comprovam que a presença de tanino não afetou negativamente na aceitação do produto elaborado com a farinha de sorgo BR 305. Corroborando com esses resultados, González (2005) elaborou extrusados à partir de sorgo branco (sem tanino) e marrom (com tanino) e concluiu, que o sorgo com tanino também produziu bons extrusados, possibilitando a agregação de valor do produto devido às propriedades funcionais do tanino.



■ T1 - Churros proveniente do sorgo genótipo BRS305

□ T2 - Churros proveniente do sorgo genótipo BRS501

Figura 1: Teste de aceitabilidade de *churros* à base de farinha de sorgo quanto aos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Médias com letras diferentes são significativamente diferentes, em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Devido à coloração marrom do pericarpo do sorgo BR 305 muitos provadores associaram o *churros* proveniente dessa cultivar como um produto que continha chocolate em sua formulação. Já as amostras produzidas com o sorgo BRS 501, de pericarpo branco, foram comparadas, por vários avaliadores, aos *churros* feitos com farinha de trigo. Assim, a aparência marrom do sorgo BR 305 pode ser uma vantagem para uso em produtos com sabor de chocolate

Na **Tabela 1** estão apresentados os índices de aceitabilidade dos atributos avaliados nos produtos. Segundo Dutcosky (2011), para que o produto apresente uma aceitabilidade satisfatória, o índice deve ser maior ou igual a 70%. Assim, verifica-se que ambos produtos foram muito bem aceitos em todos os atributos avaliados, já que obtiveram aceitabilidade variando de 77,8 a 88,4%.

Tabela 1 - Índice de aceitabilidade dos *churros* elaborados com farinhas de sorgo com (BR 305) e sem tanino (BRS 501).

Atributo	Índice de aceitabilidade (%)	
	BR 305	BRS501
Cor	80,0	83,2
Aroma	84,6	86,5
Sabor	87,1	85,3
Textura	84,7	77,8
Impressão Global	88,4	84,3

Segundo Portela (2008), um dos maiores problemas para consolidação de produtos sem glúten na culinária se dá pela modificação sensorial desses alimentos. A dificuldade de se encontrar produtos saborosos no mercado brasileiro é uma das maiores preocupações de indivíduos celíacos, uma vez que a diversificação desses alimentos ainda é considerada baixa. Dessa forma, os resultados desse trabalho mostraram que os *churros* à base de sorgo possuem grande potencial de mercado.

CONCLUSÃO

Ambos produtos à base de sorgo, tanto com quanto sem tanino, apresentaram elevado índice de aceitabilidade e de intenção de compra. Portanto, a presença de tanino não deixou sabor residual no

produto elaborado com o sorgo BR 305 e não afetou negativamente em sua aceitação.

Considerando que o consumo de sorgo é um hábito totalmente novo para os brasileiros, os resultados mostraram que a utilização da farinha de sorgo é uma importante alternativa tecnológica para o desenvolvimento de novos produtos, especialmente, sem glúten.

O processamento do sorgo agrega valor econômico a esse cereal e, devido a sua composição química, pode contribuir para o desenvolvimento de produtos ricos em compostos bioativos. Nesse contexto, a elaboração dos *churros* irá contribuir para a diversificação de alimentos destinados a dietas de pessoas celiacas.

Por ser um produto inovador, o seu potencial de crescimento pode ser explorado por diversos empreendedores e pesquisadores, buscando sempre mesclar as características sensoriais, com o intuito de elaborar produtos saudáveis e saborosos

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à EMBRAPA, à Fapemig pelo apoio financeiro e à UFSJ pelo apoio técnico e pela disponibilidade de utilização do Laboratório de Análise Sensorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, H. M. C.; ARAUJO, W.M.C.; BOTELHO, R.B.A.; ZANDONADI, R.P. Doença celiaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 03, p. 467-472, 2010.

AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W. Sorghum phytochemicals and their potential aspects on human health. **Phytochemistry**, v. 65, p. 1199-1221, 2004.

AWIKA, J. M.; YANG, L.; BROWNING, J. D.; FARAJ, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1041-1046, 2009.

CHUNG KT, WONG TY, WEI CI, HUANG YW, AND LIN Y. 1998. Tannins and human health: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 38, p. 421-464, 1998.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426p.

FERREIRA, S.M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, R.M.: Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latino-Americanos de Nutricion**, v. 59, n. 4, p. 433-440, 2009.

GONZÁLEZ, A.J.P. Specialty sorghums in direct-expansion extrusion. 103p. Thesis (Master of Science in Food Science and Technology) - **Texas A&M University**, Texas, 2005.

MACEDO, M.C.C.; QUEIROZ, V.A.V.; BRESSANI, A.P.P.; MACEDO, L.H.C.; Desenvolvimento de bombom de sorgo. In: 5°

Simpósio de Segurança Alimentar, Alimentação e Saúde, 2015. Bento Gonçalves, **Anais...** Bento Gonçalves, 2015, p.1-5.

MORAES, E.A.; QUEIROZ, V.A.V.; SHAFFERT, R.E.; COSTA, N.M.B.; NELSON, J.D.; RIBEIRO, S.M.R.; MARTINO, H.S.D.M. In vivo protein quality of new sorghum genotypes for human consumption. **Food Chemistry**, v. 134, n. 3, p. 1549-1555, 2012.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; GARCIA, M. A. V. T.; REIS, G. C. L. Sensory evaluations of pastas prepared from sorghum and corn flours. In: 11° Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos, 2015. Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2015.

PORTELA, J. V. F.; LIMA, A. S.; VERAS, C. M. N.; ARAÚJO, L. S.; MOREIRA ARAÚJO, R. S. R.; ARAÚJO, M. A. M. Desenvolvimento e avaliação de produtos isentos em glúten para indivíduos celiacos. In: III Jornada Nacional da Agroindústria, 2008, **Anais...** São Paulo, 2008.

QUEIROZ, V.A.V.; CARNEIRO, H.L.; DELIZA, R.; RODRIGUES, J.A.S.; VASCONCELLOS, J.H.; TARDIN, F. D.; QUEIROZ, L.R. Genótipos de sorgo para produção de barra de cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p.287-293, 2012.

ROONEY, L.W. Food and Nutritional Quality of Sorghum and Millet. **INTSORMIL 2007 Annual Report**, Nebraska-Lincoln, p. 91-93, 2007.

SEBRAE. Como montar uma empresa de churros. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-empresa-de-churros,3b487a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

SILVA, S.S.; PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V.A.V.; UBALDO, J.C.S.R. Sorvete adicionado de farinha de sorgo: elaboração, caracterização físico-química e sensorial. In: 11° Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos, 2015. Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2015.

SILVA, N. Quantificação de amido e proteínas totais em grãos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench - Família: Poaceae] visando à alimentação humana. Tese de Mestrado em Botânica. **Universidade de Brasília**. 2015.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 691-703, 2005.

YANG, L.; BROWNING, J.D.; AWIKA, J.M. Sorghum 3-Deoxyanthocyanins Possess Strong Phase II Enzyme Inducer Activity and Cancer Cell Growth Inhibition Properties **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p.1797-1804, 2009.

Incidência de fumonisinas totais em milho armazenado em paióis de produtores rurais da Região Central de Minas Gerais.

José Ibrahim El-Corab Neto⁽¹⁾; Renata Regina Pereira da Conceição⁽²⁾; Valéria Aparecida Vieira Queiroz⁽³⁾; Vinícius Tadeu da Veiga Correia⁽¹⁾; Aline Pereira de Sousa⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia de Alimentos/ Estagiário Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de São João del-Rei Campus Sete Lagoas; Sete Lagoas; Minas Gerais; ielcorab@gmail.com; iniciustadeu18@hotmail.com; ⁽²⁾ Pós-graduada em Produção Vegetal/Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; renataponts@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; valeria.vieira@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia de Alimentos/Bolsista CNPq-PIBIC; UFSJ; liny-p-souza@hotmail.com.

RESUMO: O milho é um cereal de grande importância para a alimentação humana e animal. Porém, o cereal é alvo dos ataques de fungos toxigênicos produtores de micotoxinas. Dentre elas, as fumonisinas são as que provocam maiores danos à saúde. O objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de fungos e de fumonisinas totais em grãos de milho armazenados em propriedades familiares da Região Central de Minas Gerais. Foram coletadas 100 espigas de milho nos quatro cantos do paiol, em três épocas distintas de coleta, as espigas foram separadas entre mal e bem empalhadas e debulhadas. Os grãos foram secos em estufa a 65 °C e moídos. Para detecção das fumonisinas seguiu-se o método por purificação em colunas de imunoafinidade FumoniTest®, e os teores foram determinados em fluorímetro. Houve 100% de incidência do fungo do gênero *Fusarium* nas amostras analisadas. Foram detectadas fumonisinas em todas as amostras com níveis variando entre 530 e 6950 µg kg⁻¹. Seis amostras (12,5%) apresentaram teores dessa micotoxina acima do recomendado, pela ANVISA para milho não processado. Entretanto, 46% das amostras estavam acima do limite de 2500 µg kg⁻¹ estabelecido para milho na forma de fubá, podendo comprometer a saúde dos consumidores.

Termos de indexação: Micotoxinas; *Zeamays*L.; FumoniTest.

INTRODUÇÃO

O milho é suscetível ao ataque de fungos toxigênicos, tanto na pré quanto na pós-colheita

(Duarte et al., 2009). A contaminação da espiga por fungos pode ser proporcionada pelo armazenamento inadequado, pelo clima, pelo mau empalhamento e/ou por injúrias causadas por insetos (Hermanns et al., 2006; Duarte et al., 2009).

Alguns gêneros de fungos podem produzir micotoxinas, o que pode causar graves problemas à saúde humana e animal e gerar prejuízos econômicos (Marques et al., 2009). As micotoxinas são produzidas, principalmente, pelas espécies do gênero *Penicillium*, *Fusarium*, e *Aspergillus* (Nascimento et al., 2012). O principal gênero produtor de fumonisinas é o *Fusarium*, fungo predominante do campo.

Diversos problemas de saúde em humanos e animais podem ser relacionados ao consumo de produtos que estejam contaminados por fumonisina, como câncer de esôfago em humanos, edemas pulmonares em suínos, e leucoencefalomalácia em equinos (Jay, 2005).

A prática do armazenamento do milho em espigas é feita principalmente por agricultores familiares, em pequenos paióis (Santos, 2006). Entretanto, de um modo geral, as condições desses paióis são bastante precárias o que tende a aumentar a incidência de insetos e fungos. Assim, o monitoramento constante dos níveis de contaminação do milho armazenado em paióis é importante para se avaliar o risco a que esses produtores estão sendo expostos. Conceição et al. (2014) detectaram fumonisinas em todas as 23 amostras de milho coletadas em paióis no ano de 2013, com níveis variando de 30 a 4650 µg kg⁻¹.

Dessa forma, dando continuidade ao trabalho de Conceição et al. (2014), o presente trabalho tem como objetivo avaliar a incidência de fungos e de

fumonisinias totais em amostras de milho coletadas em paióis de produtores familiares da Região Central de Minas Gerais, no ano de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de milho em espiga foram coletadas em oito propriedades familiares da região Central de Minas Gerais, com o apoio de técnicos da EMATER – MG. As coletas foram realizadas em três períodos, ao longo do armazenamento (Junho, Agosto e Outubro). Para detecção e quantificação das fumonisinias totais foram retiradas duas amostras de cada paiol, seguindo-se o procedimento: 1- Foi retirado ao acaso, dos quatro cantos e do centro do paiol um saco com 100 espigas. 2- As espigas foram separadas em duas condições: bem (BE) e mal empalhadas (ME). 3- As espigas de ambos os tipos foram debulhadas e os grãos homogeneizados manualmente. 4- Duas amostras de 1kg foram coletadas (BE e ME). Para homogeneização do teor de água as amostras foram colocadas em estufa a 65°C, até peso constante, e após o resfriamento, foram moídas em moinho marca Trapp– modelo TRF 90.

As fumonisinias totais foram extraídas em solução metanol: água (80/20) e purificadas em colunas de imunoafinidade FumoniTest®, de acordo com a metodologia recomendada pela VICAM. A quantificação dos teores dessa micotoxina foi feita em Fluorímetro (VICAM) série 4.

Os testes de patologia dos grãos foram realizados empregando-se o método do papel de filtro com congelamento segundo Pinto (2007) em 100 grãos sadios de cada amostra. A identificação dos fungos associados aos grãos foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio binocular.

Delineamento e análise estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre a época de coleta, local e condições das espigas (BE e ME) (**Tabela 1**). Observou-se contaminação de fumonisinias totais em 100% das amostras analisadas, com níveis variando entre 530 e 6950 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Observou-se que 6 (12,5%) das 48 amostras estavam acima do limite de 5000 $\mu\text{g kg}^{-1}$ estabelecido pela ANVISA para milho não processado (Brasil, 2011). Porém, para milho na forma de fubá o limite estabelecido pela ANVISA é de 2500 $\mu\text{g kg}^{-1}$, dessa forma, 22 amostras (46%) se

encontravam acima desse limite. Esses, resultados são preocupantes, visto que os produtores familiares processam e consomem esse milho por eles produzidos na forma de fubá, o que poderá comprometer sua saúde e de sua família.

As espigas bem empalhadas apresentaram níveis de contaminação entre 530 e 5850 $\mu\text{g kg}^{-1}$, já as mal empalhadas variaram de 885 a 6950 $\mu\text{g kg}^{-1}$. As espigas mal empalhadas apresentaram maiores valores quando comparadas com as bem empalhadas nas propriedades ESMERALDAS 01 e MATOZINHOS 01 (1ª Coleta), PEDRO LEOPOLDO 01 e ESMERALDAS 01 (2ª coleta) e INHAÚMA 01, JEQUITIBÁ 01, SETE LAGOAS 01, SETE LAGOAS 02 e ESMERALDAS 01 (3ª coleta), totalizando 37,5% das amostras. Porém, nas propriedades INHAÚMA 01 (1ª coleta), JEQUITIBÁ 01 e SETE LAGOAS 02 (2ª coleta) as amostras bem empalhadas apresentaram maiores níveis de contaminação quando comparadas com as mal empalhadas.

Segundo Pimentel et al. (2011), separar as espigas levando em consideração o empalhamento, consumindo primeiramente as espigas mal empalhadas e armazenando as espigas bem empalhadas é uma técnica eficiente que ajuda a reduzir a contaminação por carunchos, contribuindo para diminuição da contaminação por fungos no processo de armazenamento do milho em espigas em propriedades de cultivo familiar. Além disso, de acordo com Duarte et al. (2009), o mau empalhamento favorece a contaminação das espigas por fungos patogênicos. Esses dados confirmam a alta incidência e o elevado nível de fumonisinias encontrados nas espigas mal empalhadas.

Verificou-se aumento significativo na contaminação por fumonisinias totais em função do tempo de armazenamento das amostras (época de colheita) nas propriedades INHAÚMA 01, JEQUITIBÁ 01, ESMERALDAS 01 e MATOZINHOS 02, redução na PEDRO LEOPOLDO 01 e manutenção na SETE LAGOAS 01, SETE LAGOAS 02 e MATOZINHOS 01. A fumonisina é um tipo de micotoxina de campo, por isso, a contaminação dos grãos pode ter ocorrido antes do armazenamento, condições inadequadas de armazenamento podem ter influenciado no aumento de contaminação dos grãos pelo fungo produtor da micotoxina. Conceição et al. (2014) analisaram 23 amostras de milho, provenientes de coletas realizadas em 2013, em diferentes propriedades familiares e verificou que todas as amostras se encontravam contaminadas com fumonisinias, esses dados corroboram com os apresentados quanto à incidência dessa micotoxina, que obteve 100% de contaminação, comprovando que a fumonisina é uma das micotoxinas de maior

ocorrência em milho. Outro resultado que comprovou a alta ocorrência de fumonisinas em milho armazenado em propriedades familiares foi apresentado por Queiroz et al. (2012) com valores variando de 230 a 6450 $\mu\text{g kg}^{-1}$, similares aos encontrados no presente estudo (530 a 6950 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

O elevado grau de contaminação por fumonisinas também pode estar relacionado à alta incidência de fungos do gênero *Fusarium* encontrados nas amostras. De acordo com as análises de identificação de fungos, espécies do gênero *Fusarium* foram as que mais acometeram os grãos de milho, sendo encontradas em todas as amostras com incidência de até 93% (Tabela 2). Abreu et al. (2013) fizeram análise em três cultivares de milho do município de Sete Lagoas - MG, em diferentes épocas de colheita, e encontraram níveis elevados de *Fusarium* em todas as amostras analisadas, com variação entre 30,7% e 100%.

Uma possível explicação para o alto índice de *Fusarium* nos grãos é que um microrganismo com uma maior resistência ao substrato ou em maior quantidade tem vantagem sobre os outros, por isso, os fungos apresentam um antagonismo passivo em que o crescimento é impedido pela disputa de espaço e nutrientes fundamentais para seu desenvolvimento. Por isso, o *Fusarium* é um competidor mais forte quando comparado ao *Aspergillus* (Motta et al., 2015).

CONCLUSÕES

Houve 100% de incidência do fungo do gênero *Fusarium* nas amostras analisadas.

Detectou-se fumonisinas em 100% das amostras com algumas superando o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, podendo comprometer a saúde humana e animal. Assim, necessária a continuidade de estudos nessa área, visto que, essa micotoxina ocorre amplamente nos grãos de milho e pode causar grandes prejuízos na economia e na saúde.

AGRADECIMENTOS

Embrapa Milho e Sorgo; FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. I. A.; COSTA, R. V., COTA, L. V., SILVA, D. D. Atraso na colheita e incidência de grãos ardidos em cultivares de milho. 2013. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/962012/1/Atrasocolheita.pdf>> Acesso em 29/06/2016.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 7, de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção1, p.66, 18 fev. 2011.
- CONCEICAO, R. R. P. ; QUEIROZ, V. A. V.; MIGUEL, R. A.; PEREIRA, G. M. E; ALVES, M. P.; ROCHA, M. C. Determinação de fumonisinas em milho armazenado em paços de produtores rurais da Região Central de Minas Gerais. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2014, Salvador. **Anais...** Salvador: 2014
- DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, 2009.
- HERMANN, G.; PINTO, F. T.; KITAZAWA, S. E.; NOLL, I. B. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.7-10, 2006.
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.
- MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S.; DALPASQUALE, V. A.; SCAPIM, C. A.; PRICINOTTO, L.F.; MACHINSKI JÚNIOR, M. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p.667-675, 2009.
- MOTTA, T. P.; FRIZZARIN, A.; MARTINS, T.; MIRANDA, M. S.; ARCARO, J. R. P.; AMBRÓSIO, L. A.; POZZI, C. R. Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B1 na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.35, n.1, p. 23–28, 2015.
- NASCIMENTO, V. R. G.; QUEIROZ, M. R.; MARCHI, V.C.; AGUIAR, R. H. Desempenho de estratégias de aeração de milho armazenado: Fungos e condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 113-121, 2012.
- PIMENTEL, M. A. G.; MENDES, S. M.; QUEIROZ, V. A. V.; COSTA, R. V.; ALBERNAZ, W. M. Impacto da seleção de espigas de milho na infestação por carunchos durante o armazenamento em propriedades familiares do estado de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2011, Vol 6, No. 2.
- PINTO, N. F. J. A. **Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 144, 4p, 2007.
- QUEIROZ, V. A. V.; ALVES, G. L. O.; FERREIRA, P.; CONCEIÇÃO, R. R. P.; GUIMARÃES, L. J. M.;



MENDES, S. M.; RIBEIRO, P. E. A.; COSTA, R. V. Occurrence of fumonisins and zearalenone in maize stored in family farm in Minas Gerais, Brazil. **Food Control**, Guildford, v. 28, p.83-86, 2012.

SANTOS, J. P. Alternatives to chemical control of stored-product insects on small farms in the tropics. In: International working conference on stored-product protection, 9., 2006, Campinas. **Proceedings...** Campinas: ABRAPOS, 2006. p. 663-673.

Tabela 1 – Fumonisinas totais ($\mu\text{g kg}^{-1}$) em milho armazenado em propriedades familiares da Região Central de Minas Gerais.

Propriedades	Fumonisinas totais ($\mu\text{g kg}^{-1}$)									Médias Totais
	1			2			3			
	M.E.	B.E.	Médias	M.E.	B.E.	Médias	M.E.	B.E.	Médias	
INHAÚMA 01	2250	4750*	3500 Ba	4250	4600	4425 Aba	6900*	2850	4875 Aa	4267 a
PEDRO LEOPOLDO 01	3650	2700	3175 Aa	5150*	1800	3480 Aa	1550	1550	1550 Bd	2735 cd
JEQUITIBÁ 01	940	875	908 Bc	1250	5400*	3325 Aa	4950*	850	2900 Abc	2378 cd
SETE LAGOAS 01	3150	2250	2700 Aab	2300	1500	1900 Ab	4950*	855	2903 Abc	2500 cd
SETE LAGOAS 02	2350	2850	2600 Bab	2250	5850*	4050 Aa	3600*	1650	2625 Bbcd	3092 bc
ESMERALDAS 01	3950*	1750	2850 Bab	5950*	1850	3900 Aa	6950*	2600	4775 Aa	3842 ab
MATOZINHOS 01	3000*	530	1765 Abc	885	980	933 Ab	1840	1400	1620 Acd	1439 e
MATOZINHOS 02	1350	1010	1180 Bc	1850	1450	1650 Bb	3400*	4100	3750 Aab	2193 de
Médias Totais			2335 B			2957 A			3125 A	

Valores seguidos de * na linha são diferentes dos valores dentro da mesma coleta. Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Prevalência de fungos patogênicos em grãos sadios de milho coletados em paióis de propriedades familiares (%).

Propriedades	Coleta											
	<i>Fusarium</i> spp.			<i>Penicillium</i> spp.			<i>Stenocarpella</i> spp.			<i>Aspergillus</i> spp.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
INHAÚMA 01	85	88	91	4	3	2	0	0	0	0	0	0
PEDRO LEOPOLDO 01	81	83	82	5	13	3	0	0	0	0	0	2
JEQUITIBÁ 01	88	92	83	6	5	10	0	0	0	0	0	0
SETE LAGOAS 01	68	85	86	12	9	8	0	0	0	0	0	0
SETE LAGOAS 02	93	91	91	3	4	4	0	0	0	0	0	1
ESMERALDAS 01	61	68	85	45	41	13	0	0	0	0	0	0
MATOZINHOS 01	84	84	62	12	11	11	0	0	0	0	0	0
MATOZINHOS 02	75	79	70	12	11	11	0	0	0	0	0	0

Influência da temperatura e do solvente na obtenção de extrato de milho de grãos pretos.

Natália Alves Barbosa⁽¹⁾; Maria Cristina Dias Paes⁽²⁾; Joelma Pereira⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante de doutorado em Ciências dos Alimentos; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; nataliaalvesb@yahoo.com.br; bolsista de agência de fomento (CNPq); ⁽²⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo); cristina.paes@embrapa.br; ⁽³⁾ Professora associada; Universidade Federal de Lavras; joper@dca.ufla.br.

RESUMO: O interesse no estudo de compostos fenólicos está associado à capacidade antioxidante destas substâncias em sequestrar radicais livres, os quais são prejudiciais à saúde humana. No setor alimentício, muitos pesquisadores tem investigado a ação de extratos desses compostos adicionados como corantes naturais em alimentos e cosméticos e também à filmes e coberturas comestíveis, por apresentarem, dentre outras funções, atividades antioxidante e antimicrobiana. A eficiência da extração de compostos fenólicos depende, principalmente, da escolha do solvente. O uso da temperatura pode ser favorável para extração de fenólicos, entretanto temperaturas extremas podem degradar essas substâncias. O objetivo deste trabalho foi identificar a melhor combinação de solvente e temperatura de extração para obtenção de extrato de milho contendo maior concentração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial constituído de dois fatores temperatura (20°C, 40°C, 60°C) e solvente (etanol 80%, etanol puro, metanol puro). Os solventes metanol e etanol não diferiram na capacidade extrativa. A concentração de fenólicos e a atividade antioxidante do extrato etanólico do milho TO002 reduziu com a elevação da temperatura de extração. A combinação do solvente etanol 80% com temperatura de extração 20°C resultou em extrato fenólico com maior concentração de compostos antioxidantes.

Termos de indexação: pigmento, fenólicos, atividade antioxidante.

INTRODUÇÃO

Para extração de um pigmento muitas vezes é utilizado como solvente o metanol, porém para

aplicação em alimento não é viável, uma vez que é tóxico para consumo e tem sido declarado, inclusive, como prejudicial por meio de sua exposição em longo prazo, podendo causar doenças como o mal de Parkinson (Finkelstein & Vardi, 2002).

Segundo Cowan (1999), a eficiência da extração depende principalmente da escolha do solvente. A polaridade do composto alvo é o fator mais importante nessa decisão. Afinidade molecular entre solvente e soluto, transferência de massa, segurança ambiental, toxicidade para humanos e viabilidade financeira também devem ser considerados na seleção do solvente para extração de pigmentos (Oliveira, 2014). Extrações com diferentes solventes para atingir o máximo de rendimento de fenóis tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores. Além do metanol, a acetona, o etanol e a água são os solventes mais frequentemente usados para a extração, devidos ao seu caráter polar, que resulta em afinidade com compostos fenólicos em geral (Finkelstein & Vardi, 2002; Pedreschi & Cisneros-Zevallos, 2006; Garzón, 2008).

O uso da temperatura pode ser favorável para extração de fenólicos. O calor pode tornar as paredes celulares permeáveis, aumentando a solubilidade e a difusão dos compostos a serem extraídos e diminuindo a viscosidade dos solventes, facilitando dessa forma, a extração. No entanto temperaturas extremas podem degradar os compostos fenólicos (Oliveira, 2014).

Esse experimento teve por objetivo identificar a melhor combinação de solvente e temperatura de extração para obtenção de extrato de milho contendo maior concentração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de milho do genótipo TO 002 foram moídos em moinho tipo ciclone MA 020 MARCONI (Piracicaba – SP), sendo o material acondicionado em frasco de vidro, tampado, lacrado com parafilm M e envoltos em papel alumínio.

O extrato foi preparado na relação 1:2 (soluto:solvente). Os solventes para análise foram de grau (P.A.) marca Vetec. Foram utilizados etanol 80% em água; etanol 100% e metanol em diferentes temperaturas (20; 40; 60°C).

As amostras moídas foram maceradas em cadinho de porcelana e pistilo com o solvente em teste e o homogenato foi filtrado em filtro Whatman N°1. O resíduo do filtro foi macerado por mais três vezes.

Para o experimento nas temperaturas de 40 e 60°C os extratos foram incubados em banho maria, marca Precision Scientific (modelo 66722). A temperatura do extrato foi monitorada com termômetro. O extrato foi concentrado em evaporador rotativo marca Buchi (modelo R-144) acoplado com banho maria (Waterbath B-480, Switzerland) em temperatura entre 25 e 30 °C até aproximadamente 10 mL. O extrato foi mantido em temperatura ambiente durante 10 minutos e em seguida armazenado em geladeira até a condução das análises químicas.

O experimento foi realizado em triplicata.

Determinação de fenólicos totais

A determinação de fenólicos totais nos extratos foi conduzida de acordo com a metodologia de Singleton et al. (1999). A análise foi realizada em triplicata.

Determinação da atividade antioxidante

A determinação da capacidade antioxidante foi determinada de acordo com a metodologia de Roesler, et al. (2007). A análise foi realizada em triplicata.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial constituído de dois fatores temperatura (20°C, 40°C, 60°C) e solvente (etanol 80%, etanol puro, metanol puro), constituindo nove tratamentos, (Tabela 1). O experimento foi preparado em triplicata.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados para as análises

Tratamento	Temperatura	Solvente
1	20°C	etanol 80%
2	20°C	etanol 80%
3	20°C	etanol 80%
4	40°C	metanol puro

5	40°C	metanol puro
6	40°C	metanol puro
7	60°C	etanol puro
8	60°C	etanol puro
9	60°C	etanol puro

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativo, foi realizada análise de regressão para os fatores quantitativos e teste de média Least Significant Difference (LSD) para os fatores qualitativos, estabelecendo-se o nível de 5% de significância.

Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sisvar versão 5.3 (Build 77) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto para a concentração de fenólicos totais como para a determinação de atividade antioxidante, não houve diferença significativa para a interação temperatura x solvente, porém a influência dos fatores isolados foi significativa para as duas análises. A extração com metanol e etanol 80% resultou em extratos com concentrações de fenólicos totais superiores ao obtido com etanol (Tabela 2) e com as maiores atividades antioxidante (Tabela 3).

Tabela 2 - Médias da concentração de fenólicos totais dos extratos em diferentes solventes.

Solventes	Fenólicos Totais (mg.100mg ⁻¹)
Etanol 80%	958,6±1,11 ^{ab}
Etanol	957,1±1,17 ^b
Metanol	959,8±0,61 ^a

¹Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade (p<0,05).

²DP: Desvio padrão

Tabela 3 - Médias da atividade antioxidante dos extratos em diferentes solventes.

Solventes	Atividade antioxidante (%)
Etanol 80%	73,17±1,02 ^{ab}
Etanol	72,99±1,10 ^b
Metanol	74,31±0,16 ^a

¹Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna dentro de cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade (p<0,05).

²DP: Desvio padrão.

Apesar de se tratar de solventes com diferentes polaridades não foi observada diferença na concentração de fenólicos totais e da atividade antioxidante entre os solventes etanol 80% e metanol puro.

O aumento da temperatura de extração resultou em diminuição na concentração de fenólicos totais (**Figura 1**) e na atividade antioxidante (**Figura 2**), independente do solvente utilizado.

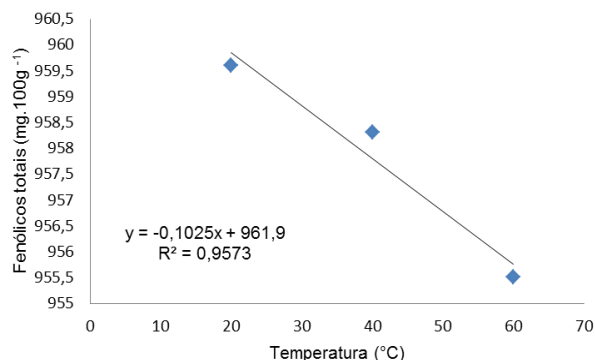


Figura 1 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de fenólicos totais (mg.100g⁻¹) nos extratos em diferentes temperaturas.

Para Khan et al. (2010), a temperatura em torno de 40°C é ideal para extração de fenólicos em laranja. Já Aybastier et al. (2013) relata que a temperatura em torno de 60°C é ideal para extração de fenólicos em folha de amora. Luzia e Jorge (2010) usaram temperaturas de 40°C para obtenção de extrato fenólico de limão. Entretanto, outros autores não utilizam aquecimento para obtenção de extratos fenólicos (Vieira et al. 2011; Irakli et al. 2012; Montilla et al. 2011).

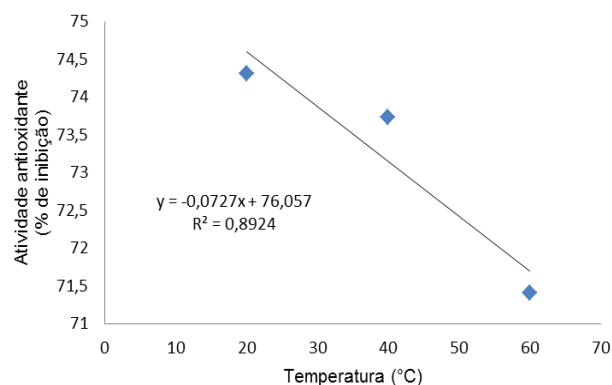


Figura 2 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias da atividade antioxidante (% de inibição) nos extratos em diferentes temperaturas.

Percebe-se que a atividade antioxidante diminuiu com a perda da concentração de fenólicos totais, indicando que estes compostos podem estar correlacionados com a atividade antioxidante.

CONCLUSÕES

O aumento de temperatura de extração resultou em redução na concentração de fenólicos totais e na atividade antioxidante dos extratos ricos em compostos bioativos dos grãos pretos de milho TO 002.

A aplicação da combinação temperatura (20°C) e solvente etanol 80% é ideal para obtenção de extrato de milho de grãos pretos com maior concentração de compostos fenólicos e maior atividade antioxidante. Uma vez que esse solvente não é tóxico como no caso do metanol, podendo dessa forma ser utilizado para aplicação em alimentos.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

AYBASTIER, O.; SAHIN, S.; DEMIR, C. Response Surface Optimized Ultrasonic-Assisted Extraction of Quercetin and Isolation of Phenolic Compounds From *Hypericum perforatum* L. by Column Chromatography. **Separation Science and Technology**, v. 48, n. 6, p.1665–1674, 2013.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

FERREIRA, D. F. **Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/df02.htm>>. Acesso em 6 janeiro de 2016.

FINKELSTEIN Y., VARDI J., Progressive Parkinsonism in a young experimental physicist following long-term exposure to methanol, **Neurotoxicol Journal**, v. 23, n. 22, p. 521-525, 2002.

GARZÓN G. Las antocianinas como colorants naturales y compuestos bioativos: Revisión, **Acta Biológica Colombiana**, v. 13, n. 3, p. 27-36, 2008.

IRAKLI, M. N.; SAMANIDOU, V. F.; BILIADERES, C. G.; PAPADOYANNIS, I. N. Development and validation of an HPLC-method for determination of free and bound phenolic acid in cereals after solid-phase extraction. **Food Chemistry**, v. 7, p. 1624-1632. 2012.

KHAN, M.K.; ABERT-VIAN, M.; FABIANO-TIXIER, A-S.; DANGLES, O.; CHEMA, F. Ultrasound-assisted extraction of Polyphenols (flavanone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 851-858, 2010.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Potencial antioxidante de extratos de semente de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30. p. 489-493, 2010.

MONTILLA, E. V.; HILLEBRAND, S.; ANTEZANA, A. WINTERHALTER, P. Soluble and bound phenolic compounds in different bolivian purple corn (*Zea mays* L.) cultivares. **Journal Agro and Food Chemistry**, v. 59, n. 13, p. 7068-7074, 2011.

OLIVEIRA, D. S. **Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos**. 150f. 2014. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. 2014.

PEDRESCHI R.; CISNEROS-ZEVALLOS L. Antimutagenic and antioxidant properties of phenolic fractions from andean purple corn (*Zea mays* L.) **Journal Agricultural Chemistry**, v. 32, n. 3, p. 4557-4567, 2006.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocateau reagent. **Methods Enzymol**, San Diego, v. 299, n. 26, p. 152- 178, 1999.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

Compostos bioativos nos grãos de milho pipoca antes e após o processamento

Natália Alves Barbosa⁽¹⁾; Rafaela Chaves de Oliveira Lopes⁽²⁾; Maria Cristina Dias Paes⁽³⁾;

⁽¹⁾ Doutoranda em Ciências dos Alimentos; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; nataliaalvesb@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária; ⁽³⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo).

RESUMO: A pipoca é um alimento muito apreciado no Brasil e no mundo, principalmente pelo simples preparo e por conter compostos que fornecem benefícios para a saúde humana. Dentre estes compostos podem-se citar os compostos fenólicos e antocianinas os quais possuem ação antioxidante, prevenindo contra diversos tipos de doenças. O milho possui ampla diversidade genética, dando origem a um grande número de variedades com colorações distintas. A coloração dos grãos tem sido atribuída a sua concentração de compostos bioativos e a atividade antioxidante. O objetivo deste trabalho foi avaliar se há perda de compostos bioativos após o processamento de milho pipoca de coloração preta e amarela. Foram avaliados grãos de milho pipoca de coloração preta e amarela antes e após o processamento dos grãos. O processamento dos grãos foi realizado em pipoqueira elétrica. Os compostos bioativos avaliados foram fenólicos totais e antocianinas, além da atividade antioxidante. Foi possível concluir que o grão de pipoca processado em pipoqueira elétrica apresenta menor concentração de compostos bioativos (fenólicos totais e antocianinas) e atividade antioxidante, quando comparados aos grãos sem processamento.

Termos de indexação: Fenólicos, antocianinas, atividade antioxidante,

INTRODUÇÃO

O milho pipoca é um alimento muito apreciado por várias pessoas ao redor do mundo (Souza, 2016). O seu simples preparo e o sabor desperta o interesse no consumo dessa fonte de energia, proteínas, ferro, fibras, e compostos antioxidantes (Callegaro, 2005). Uma das características do milho pipoca é capacidade de estourar quando submetido à fonte de calor, originando um alimento muito saboroso (Embrapa, 2016).

Quando o grão é aquecido, a umidade em seu interior vai se transformando em vapor, que, contido pelo pericarpo, aumenta a pressão no interior do grão (Zinsly & Machado, 1978). Quando o pericarpo se rompe, a temperatura do grão é de 177°C e a estrutura do endosperma está gelatinizada (Patrícia, 2016; Embrapa 2016).

O milho possui ampla diversidade genética, dando origem a um grande número de variedades e híbridos (Aoki, et al., 2001; Pascual-Teresa et al., 2002). Esta cultura apresenta várias colorações de grãos, entretanto, os milhos de grãos coloridos, como vermelho, roxo, azul, branco e preto são produzidos comercialmente apenas em pequenas quantidades no Brasil apesar de apresentarem substâncias com potencial para desenvolvimento de alimentos funcionais (AbdeL-Aal., et al. 2006). Muita atenção tem sido dada aos compostos bioativos, especialmente para aqueles com alto teor de antioxidantes capazes de prevenir e/ou aliviar as dores de muitas doenças crônicas não transmissíveis resultantes da ação de radicais livres, como cardiovasculares, câncer, doenças neurodegenerativas, inflamações e o envelhecimento (You et al., 2011).

Vários autores têm relatado a presença de compostos fenólicos e as diferenças da ação antioxidante em materiais de diferentes colorações.

Sabe-se que processamento pode degradar os compostos bioativos uma vez que são sensíveis a temperaturas muito altas (Irakli et al., 2012; Oliveira, 2014). Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar se há perda de compostos bioativos após o processamento de milho pipoca de coloração preta e amarela.

MATERIAL E MÉTODOS

Determinação de fenólicos totais

A determinação de fenólicos totais foi conduzida de acordo com a metodologia de

Singleton et al. (1999). A análise foi realizada em triplicata.

Antocianinas

A composição de antocianinas foi determinada de acordo com a metodologia de Francis (1992) e adaptada por Lopes et al., (2012).

Atividade antioxidante

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada de acordo com a metodologia de Roesler, et al., (2007). A análise foi realizada em triplicata.

Umidade

A umidade foi determinada por método 920.151 descrito pela (AOAC, 2012), utilizando estufa de secagem da marca American Lab, modelo AL 100/150. A análise foi realizada em triplicata.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados grãos de milho pipoca preto e grãos de milho pipoca de coloração amarela antes e após o processamento da pipoca.

O processamento dos grãos foi realizado em pipoqueira elétrica da marca Arno. Para tanto foram colocados 50 gramas de grãos de milho pipoca os quais foram estourados durante aproximadamente 2 min.

Na figura 1 estão apresentados os grãos antes e após o processamento (pipoca).

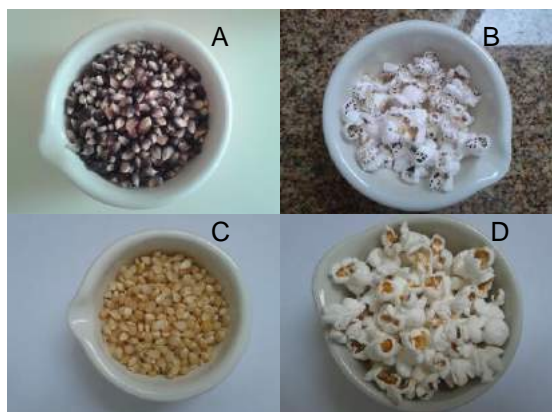


Figura 1 A) Grãos de milho preto antes do processamento
B) Grãos de milho preto após o processamento (pipoca)
C) Grãos de milho amarelo antes do processamento
D) Grãos de milho amarelo após o processamento (pipoca).

Delineamento e análise estatística

O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial, constituído de dois fatores tipo de grãos (Preto e amarelo) e Processamento (grãos não processado e grãos processados (pipoca)).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativo, foi aplicado teste de média LSD, estabelecendo-se o nível de 5% de significância.

Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sisvar versão 5.3 (Build 77) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Significância ($p < 0,05$) pôde ser notada na interação tipo de milho x processamento. Após o desdobramento foi aplicado o teste de médias de processamento dentro de tipo de milho.

Na tabela 1 são apresentadas as médias da concentração de fenólicos totais antes e após o processamento dos grãos de milho pipoca.

Tabela 1 Concentração de fenólicos totais ($\text{mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$) em base seca dos grãos antes e após o processamento

Tipo de milho	Concentração de fenólicos totais ($\text{mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$) \pm DP	
	Processamento	
	Grãos não processados	Grãos processados (pipoca)
Grão preto	742,92 \pm 0,53 ^a	162,77 \pm 0,65 ^b
Grão amarelo	105,69 \pm 0,13 ^a	6,00 \pm 0,35 ^b

¹Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

²DP: Desvio padrão.

Quanto a variável antocianina significância ($p < 0,05$) também foi notada para a interação tipo de milho x processamento. Após o desdobramento foi aplicado o teste de médias de processamento dentro de tipo de milho.

Na tabela 2 são apresentadas as médias da concentração de antocianinas antes e após o processamento dos grãos de milho pipoca.

Tabela 2 Concentração de antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$) em base seca dos grãos antes e após processamento

Tipo de milho	Concentração de antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{mg}^{-1}$) \pm DP	
	Processamento	
	Grão não processado (Grão)	Grão processado (pipoca)
Grão preto	57,29 \pm 1,01 ^a	15,56 \pm 0,94 ^b
Grão amarelo	5,39 \pm 0,82 ^a	1,54 \pm 1,06 ^b

¹Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

²DP: Desvio padrão.

Assim como para fenólicos totais e antocianinas, a atividade antioxidante também apresentou significância ($p < 0,05$) entre a interação

tipo de milho x processamento. Após o desdobramento foi aplicado o teste de médias de processamento dentro de tipo de milho.

Na tabela 3 são apresentadas as médias da atividade antioxidante antes e após o processamento dos grãos.

Tabela 3 Atividade antioxidante dos grãos de milho antes e após o processamento

Tipo de milho (coloração)	Processamento	
	Grão não processado	Grão processado (pipoca)
Grão preto	52,03±1,12 ^a	11,68±1,06 ^b
Grãos amarelo	19,37±1,10 ^a	5,85±0,94 ^b

¹Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade (p>0,05).

²DP: Desvio padrão.

Tanto no material de milho pipoca preto quanto no amarelo houve uma brusca perda de fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante, após o processamento.

A temperatura pode ter influenciado nestas concentrações, uma vez que os compostos bioativos são sensíveis a temperaturas muito altas (Santiago, 2010). De acordo com (Patrícia, 2016; Embrapa 2016), durante o processamento da pipoca, quando o pericarpo se rompe, a temperatura do grão é de aproximadamente 177°C, sendo esta uma temperatura muito alta e que pode degrada os compostos bioativos.

CONCLUSÕES

O grão de pipoca processado em pipoqueira elétrica apresenta menor concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante, quando comparados aos grãos sem processamento.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo financiamento de pesquisa e ao projeto Harvest Plus e ao CNPq pela concessão das bolsas.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AAL, E. S. M.; YOUNG, C. H.; RABALSKI, I. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 13, p. 4696–4704, 2006.

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19th. Gaithersburg. 3000 p. 2012.

AOKI, H., KUZE, N.; KATO, Y. **Anthocyanins isolated from purple corn (Zea mays L.)**. 2001. Disponível em: <[http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/7bd44c20b0dc562649256502001b65e9/c669877336142b249256ba60018e581/\\$FILE/anthocyanin-FFIJ199.pdf](http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/7bd44c20b0dc562649256502001b65e9/c669877336142b249256ba60018e581/$FILE/anthocyanin-FFIJ199.pdf)>. (2001). Acesso 12 de dezembro, 2015.

CALLEGARO, M. G. K.; DUTRA, C. B.; HUBER, L. S.; BECKER, L. V.; ROSA, C. S.; KUBOTA, E. H.; HECKTHEUR, L. H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25: p. 271-274. 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, 1039-1042, 2011. ISSN: 1413-7054. 2000.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207. 1992.

IRAKLI, M. N.; SAMANIDOU, V. F.; BILIADERES, C. G.; PAPADOYANNIS, I. N. Development and validation of an HPLC-method for determination of free and bound phenolic acid in cereals after solid-phase extraction. **Food Chemistry**. P. 1624-1632. 2012.

LOPES, M. M. A.; MIRANDA, M. R.A.; MOURA, C. F. H.; ENÉAS FILHO, J. Compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale L.*) durante o amadurecimento de clones de cajueiro anão-precoce. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 36, n. 3, p. 325-332, 2012.

OLIVEIRA, D. S. **Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos**. 150f. 2014. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. 2014.

PASCUAL-TERESA, S., SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J. C. LCMS Analysis of anthocyanins from purple corn cob. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 1003–1006. 2002.

PATRICIA, K. Diário de Biologia. **Como o milho vira pipoca?** Disponível em:
<http://diariodebiologia.com/2013/01/como-o-milho-vira-pipoca/>. Acesso em 29 de junho de 2016.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO L, C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27: p. 53-60, 2007.

SANTIAGO, M. C. P. A. **Avaliação via cromatografia líquida de alta eficiência do efeito da microfiltração do suco de amora-preta (Rubus spp.) sobre a composição das antocianinas majoritárias**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymology**. San Diego, v. 29, p. 152- 178, 1999.

SOUZA, R. A origem do milho pipoca. Disponível em:
<http://historiadomundo.uol.com.br/curiosidades/a-origem-da-pipoca.htm>. Acesso em: 29 de junho de 2016.

ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho-pipoca. In: Paterniani, E. (Coord.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ. P.339-347. 1978.

YOU, Q.; WANG, B.; CHEN, F.; HUANG, Z.; WANG, X.; LUO, P. G. Comparasion of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. **Food Chemistry**, Barking, v. 125, n.1, p. 201-208, 2011.

Perfil de antocianinas de acessos de genótipos de milho de grãos coloridos

Maria Cristina Dias Paes⁽¹⁾; Edy Sousa de Brito⁽²⁾

⁽¹⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo) cristina.paes@embrapa.br; ⁽²⁾ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agroindústria Tropical).

RESUMO: Apesar da importância do milho colorido na dieta de várias populações, a composição de antocianinas de genótipos não comerciais mantidos em Bancos de Germoplasma ainda é pouco conhecida. O objetivo desse estudo foi determinar o perfil de antocianinas de genótipos de milho com coloração distinta de grãos. Foram avaliados dez acessos de milho de grãos coloridos. O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado com três repetições. Quatro genótipos do total avaliado apresentaram antocianinas na composição, sendo cianidina-3 glucosídeo e cianidina-3-6''-malonilglucosídeo as classes de antocianinas mais abundantes nessas amostras. O acesso TO002 de grãos pretos, apresentou a maior concentração dessas substâncias. Genótipos de milho de grãos de colorações distintas diferem no perfil de antocianinas, podendo essas estar presentes ou não nesses materiais. Grãos de milho pretos e roxos apresentam maiores concentrações de antocianinas.

Termos de indexação: compostos bioativos, milho colorido, pigmentos

INTRODUÇÃO

Grande variabilidade para cor de grãos ocorre em milho, sendo compostos químicos, como antocianinas e carotenoides os principais responsáveis por essa pigmentação. A ação antioxidante dessas substâncias as caracterizam como bioativas, atuando no controle de radicais livres associados ao estresse oxidativo relacionado à degeneração celular e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Milhos com pigmentação intensa (pretos, roxos e azuis) têm sido caracterizados para vários fitoquímicos, sendo antocianinas identificadas como um dos principais nesses materiais (Aguayo-Rojas et al., 2012; Del Pozo-Insfran et al., 2006; Hu & Xu,

2012; Montila et al., 2011; Urias-Logo et al. 2015; Yang & Zhai, 2010; Zilić et al., 2012). Há significativa diferença na distribuição de antocianinas entre as classes de cores, com relação entre a coloração escura dos grãos e a concentração de antocianinas (Zilic et al. 2012), podendo materiais com diferentes colorações de grãos de diferentes origens, apresentarem variações na composição de antocianinas (Zhao et al., 2009. Assim, o objetivo desse estudo foi determinar o perfil de antocianinas de genótipos de milho com coloração distinta de grãos mantidos no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram selecionados dez acessos de grãos coloridos variando de vermelho a preto mantidos no Banco Ativo de Germoplasma de Milho da Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, MG. A imagem e identificação dos materiais são apresentados na **Figura 1**.



Figura 1. Imagem de grãos dos genótipos de milho analisados para perfil de antocianinas

Antocianinas

As amostras de grãos de milho foram moídas imediatamente antes do processo extrativo em moinho ciclone MA 020 (MARCONI, Piracicaba, SP) acoplado com peneira de abertura 0,5mm. O material moído foi acondicionado em frascos de

vidro, tampados, lacrados com parafilme e envoltos em papel alumínio. A cada amostra foram adicionados 5mL de uma solução de metanol: ácido fórmico 10% (v/v), seguido de extração utilizando banho ultrassom de 40 KHz (USC 1400, Unique, Indaiatuba, SP) durante 15 minutos. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 4000rpm por 10 minutos e o sobrenadante foi coletado. Este processo foi repetido três vezes para cada amostra. Todo o sobrenadante composto foi concentrado em evaporador rotativo e em seguida foi adicionado de 2mL de água deionizada. Alíquotas (20µL) foram retiradas e filtradas para injeção em LC-MS.

Foi adotado o protocolo para determinação de fenólicos em plantas (Lin & Harnly, 2007) com modificações. O instrumento LC-DAD-ESI/MS utilizado foi o modelo Varian 250 HPLC (Varian Inc., Lake Forest, CA) com detector de arranjo de diodo (DAD) e espectrômetro de massa 500-MS IT (Varian Inc., Lake Forest, CA). A coluna utilizada na análise foi Symetry C18 (3 µm, 250 x 2 mm) (Varian Inc., Lake Forest, CA). O fluxo aplicado foi de 0.4 ml/min. Durante a corrida a temperatura do forno foi mantida a 30°C. A fase móvel consistiu da combinação dos solventes A (0.1% ácido fórmico em água) e B (0.1% ácido fórmico em acetonitrila). O gradiente linear adotado variou de 10% a 26% B (v/v) em 40 min, até 65% B em 70 min, passando para 100% B aos 71 min, sendo mantido até 75 min. O DAD foi programado a 270 e 512 nm para leitura em tempo real e o espectro UV/VIS de 190 a 650 nm, sendo coletado continuamente. O espectro de massa foi gerado simultaneamente usando ionização eletrospray nos modos de ionização positivo e negativo (PI and NI) em voltagem de fragmentação de 80 V para um intervalo de massa de 100–1000 amu. Foi utilizada pressão de gás de secagem de 35 psi, pressão de gás de nebulização de 40 psi, temperatura de secagem de gás de 370°C, voltagem de capilaridade de 3500 V para PI e 3500 V for NI, além de voltagens de campo de pulverização de 600V. O sistema LC system foi acoplado de MSD com uma divisão de 50%.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados dez acessos de milho de grãos coloridos selecionados do Banco Ativo de Germoplasma mantido na Embrapa Milho e Sorgo.. Todas as análises foram realizadas em ausência de luz e em temperatura ambiente de 21±1°C.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado. As análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados submetidos estatisticamente à análise de variância (ANOVA). Quando significativo o teste de

F, foi realizado teste de média LSD, estabelecendo-se o nível de 5% de significância. Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sisvar versão 5.3 (Build 77) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises do perfil de antocianinas dos dez acessos são apresentados na **Tabela 1**. Apenas quatro genótipos de milho apresentaram concentrações de antocianinas em quantidades significativas para detecção. Nos acessos MT024, BA125 e MG174 não foram detectadas essas substâncias, podendo a pigmentação dos grãos nesses materiais estarem associada à presença de carotenoides e outros compostos fenólicos.

O cromatograma gerado para o genótipo TO002 é apresentado na **Figura 2**, exemplificando o perfil de antocianinas dos quatro acessos com concentrações detectadas dessas substâncias.

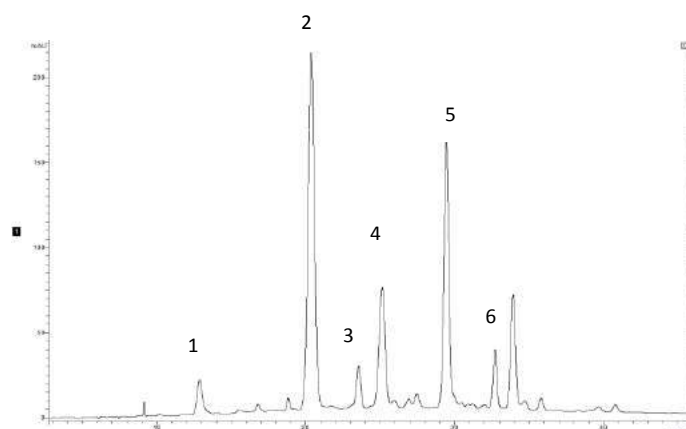


Figura 2. Perfil cromatográfico de antocianinas identificadas em amostras em milho de grãos pretos TO002 (512nm). Identificação dos picos segundo Tabela 1.

As formas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-6''-malonilglucosídeo foram as antocianinas mais abundantes nas amostras analisadas (Tabela 1). O acesso TO002, cujos grãos possuem cor preta, apresentou a maior concentração dessas substâncias. Pesquisas anteriores permitiram a identificação das principais antocianinas no milho roxo como cianidina-3-glicosídeo, pelargonidina-3-glicosídeo, peonidina-3-glicosídeo, pelargonidin-3-(6''-malonilglucosídeo), cianidina-3-(6''-malonilglucosídeo), e cianidina-3-(3'',6''-dimalonilglucosídeo), cianidina-3-(3'',6''-i), e

cianidina 3-(3",6"-dimalonylglucoside), sendo os derivados de cianidina os principais, respondendo por mais de 70% do total de antocianinas nos grãos (pericarpo e aleurona) (Aoki et al., 2002). Portanto, os resultados foram semelhantes aos obtidos para os acessos de coloração preta e roxa avaliados. O total de antocianinas reportadas para linhagens e materiais crioulos de milho de origem americana e europeia foi menor que o encontrado no atual estudo, variando a concentração de cianidina -3-glucosídeo de 308,24 a 547,49 mg kg⁻¹ (Licy et al. 2008; Zilic et al., 2012).

CONCLUSÕES

Acessos de milho com colorações intensas distintas dos grãos apresentam variabilidade no perfil de antocianinas, podendo haver presença ou não dessas substâncias em grãos coloridos de milho. Grãos de milho pretos e roxos apresentam maiores concentrações de antocianinas.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo financiamento da pesquisa e à Fapemig pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- AOKI, H. , KUZE , N. , AND KATO , Y. Anthocyanins isolated from purple corn (*Zea mays L.*) . Foods and Food Ingredients **Journal of Japan** , 199 : 41 – 45, 2002.
- AGUAYO-ROJAS J, MORA-ROCHÍN S, CUEVAS-RODRÍGUEZ EO, SERNA-SALDIVAR SO, GUTIERREZ-URIB. Phytochemicals and antioxidant capacity of tortillas obtained after lime-cooking extrusion process of whole pigmented mexican maize. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 67, p. 178-185, 2012.
- DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; SERNA SALDIVAR, S. O.; TALCOTT, S. T. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays L.*) products. **Food Research International**, v. 39, p. 696– 703. 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, 1039-1042, 2011. ISSN: 1413-7054. 2000.
- HU QP, XU JG. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v. 59: p. 2026-2033, 2012.
- LIN, L.-Z., & HARNLY, J. A standardized method for the identification of glycosylated flavonoids and other phenolic compounds in all plant materials. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55, 1084–1096, 2007
- LICY, K. H.W., WON, S.R.; MIN, H.K., PARK K.J. Corn husk as a potential source of anthocyanins. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v.56, p. 11413-11416, 2008.
- MONTILLA, E. C.; HILLEBRAND, S.; ANTEZANA, A.; WINTERHALTER, P. Soluble and bound phenolic compounds in different Bolivian purple corn (*Zea mays L.*) cultivars. **Journal Agricultural Food Chemistry**. 59, p. 7068-7074, 2011.
- URIAS-LUGO. D.A.; J.B. HEREDIA,; S.O. SERNA-SALDIVAR,; M.D. MUY-RANGEL.; J.B. VALDEZ-TORRES. Total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity of native and elite blue maize hybrids (*Zea mays L.*), **CyTA - Journal of Food**, v.13, p. 336-339, 2015.
- YANG, Z.; ZHAI, W. Identification and antioxidant activity of anthocyanins extracted from the seed and cob of purple corn (*Zea mays L.*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 169-176, 2010.
- ZHAO, X.Y. , ZHANG, C. , GUIGAS, C. , MA, Y. , CORRALES, M. , TAUSCHER , B. , AND HU, X.S. Composition, antimicrobial activity, and antiproliferative capacity of anthocyanin extracts of purple corn (*Zea mays L.*) from China . **European Food Research and Technology** , 228 : 1438 – 2385, 2009
- ZILIĆ S, SERPEN A, AKILLIOĞLU G, GÖKMEN V, VANČETOVIĆ J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays L.*) kernels. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v. 60, p.1224-1231. 2012.

Tabela 1. Identificação dos picos de antocianina das amostras de grãos de milho coloridos de distintos acessos mantidos em Banco Ativo de Germoplasma no Brasil

Pico	t_{\min}	[M-H] ⁺ (m/z)	MS n	λ_{\max} (nm)	Composto	mg antocianinas 100g ⁻¹ de grãos*						
						TO 002	RO 028	BA 066	RO 013	PR 031	MT 059	ES 016
1	13.07	899	735, 575	528, 280	(epi)catechin-cyanidin-3,5- diglucoside	2.5	nd	nd	nd	nd	nd	tr
2	20.66	449	287	515, 280	cyanidin-3-glucoside	30.4 a	tr	tr	2.0c	tr	1.2c	5.9b
3	23.75	433	271	501, 280	pelargonidin-3-glucoside	2.4	tr	tr	tr	nd	tr	
4	25.34	463	301	516, 279	peonidin-3-glucoside	9.3 a	tr	tr	tr	nd	nd	1.5b
5	29.69	535	287	517, 280	cyanidin-3-(6''- malonylglucoside)	17.6 a	tr	tr	2.4b	tr	1.4c	2.0b
6	32.90	519	271	505, 267	pelargonidin-3-(6''- malonylglucoside)	2.9	tr	tr	tr	nd	tr	tr
7	34.24	549	301	517, 280	peonidin-3-(6''- malonylglucoside)	6.8	tr	tr	tr	nd	nd	tr
8	34.97	621		519, 324, 278	cyanidin-3- (dimalonylglucoside)	tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	36.03	621		519, 335, 280	cyanidin-3- (dimalonylglucoside)	tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	40.00	605		520, 348	pelargonidin-3- (dimalonylglucoside)	tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	41.07	635	301	525, 347, 270	peonidin-3- (dimalonylglucoside)	tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd

tr < 1mgtr

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha diferem entre si ao nível de 5% probabilidade.

Processos fermentativos na ensilagem alteram a composição bromatológica do híbrido de sorgo Qualysilo

Neliton Flores Kasper⁽¹⁾; Arlon de Oliveira Lima⁽¹⁾; Arlon de Oliveira de Lima⁽¹⁾ Guilherme Boeira Rovaris⁽¹⁾; Igor Bagnara⁽¹⁾; Edgard Gonçalves Malaguez⁽²⁾; Edson Raphael Gaida⁽³⁾ Deise Dalazen Castagnara⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Discentes do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS. Email: nelitonfloreskasper@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo Coordenador Técnico Atlântica Sementes S.A ⁽⁴⁾ Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pampa – Uruguaiiana, RS.

RESUMO: As oscilações climáticas impactam diretamente na produção forrageira, obrigando pecuaristas a adotar estratégias alimentares que assegurem a alimentação dos animais nos períodos críticos, como a conservação forrageira na forma de silagem. Visou-se estudar as características bromatológicas do híbrido de sorgo Qualysilo durante o período fermentativo para produção de silagem. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tempos de avaliação da silagem (0; 1; 3; 7; 14 e 28 dias de fermentação). Avaliou-se a MM, MO, PB, EE, FDA, FDN, hemicelulose, celulose e lignina, cujos dados foram estudados meio de análise de regressão. Aos 28 dias de fermentação obteve-se teores médios na silagem de 63,30 g/kg de PB, 28,13 g/kg de EE, 402,48 g/kg de FDA e 634,78 g/kg de FDN. Os processos fermentativos durante a ensilagem do híbrido de sorgo Qualysilo alteram sua composição bromatológica, porém, não prejudicam o seu valor nutricional propiciando a obtenção de silagens de boa qualidade.

Termos de indexação: fermentação, produção de silagens, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma cultura de clima quente que apresenta vários mecanismos de tolerância a escassez hídrica com alto potencial produtivo e nutricional (Tolentino et al., 2016). Também possui grande resistência a falta de nutrientes e variações na fertilidade do solo (Macedo et al., 2012), mantendo produtividades razoáveis em condições de baixa fertilidade do solo.

Essas características fazem com que a cultura se destaque em regiões com condições climáticas

adversas, onde é uma alternativa potencial para a alimentação de ruminantes (Costa et al., 2016) na forma de pastejo ou como forragem conservada.

A conservação de alimentos na forma de silagem vem sendo uma boa alternativa para suprir a carência forrageira em certas épocas do ano. A ensilagem consiste em conservar os alimentos por meio de fermentação anaeróbica e manter seus valores bromatológicos praticamente inalterados, assim como uma queda no pH e obtenção da estabilidade do material sob condições de pH na faixa de 3,80-4,20 (McDonald et al., 1991).

No entanto, a dinâmica fermentativa que ocorre no interior do silo durante o processo fermentativo pode interferir na conservação do material com consequentes efeitos no valor nutricional do alimento e posteriormente interferindo no consumo animal (Jobin et al., 2007).

Portanto, visou-se estudar as alterações bromatológicas no híbrido de sorgo Qualysilo durante o período fermentativo de 28 dias para obtenção de silagens.

MATERIAL E MÉTODOS

A cultura foi implantada em 02/01/2016, com semeadora de fluxo contínuo sob espaçamento de 0,34 m. Por ocasião da semeadura as sementes foram tratadas com inseticida CRUISER®. Como adubação de base utilizou-se 120 kg/ha do formulado 8:20:15. Como adubação de cobertura aplicou-se 50 kg/ha de N na forma de uréia aos 45 dias após a semeadura. Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada uma aplicação de inseticida para controle da lagarta do cartucho utilizado o Dimilin® na dosagem de 60 g/ha.

A colheita se procedeu no dia 22/04/2016, com ensiladeira tratorizada. Após a colheita o material foi ensilado em silos experimentais confeccionados com canos de PVC com 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Em cada silo foi adicionado 2,350 Kg da forragem triturada, visando uma densidade de 600kg/m³.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos (tempos de fermentação) e quatro repetições. Os tempos de fermentação estudados foram o tempo zero (momento da ensilagem) e nas aberturas dos silos, realizada aos dias 1, 3, 7, 14 e 28 de fermentação.

A abertura dos silos foi realizada nos tempos pré-determinados, com a amostragem. As amostras obtidas foram submetidas à secagem em estufa sob 55°C com posterior moagem em moinho de facas tipo Willy com câmara e peneira de inox, sendo esta, com malha de 1 mm e análises laboratoriais. Foram determinados os teores matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), estrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) (Silva e Queiroz, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de matéria mineral ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, de forma que ocorreu um aumento nos teores desta variável até os 15 dias de fermentação, sendo que este valor era de 68,20 g/kg neste momento e posteriormente apresentou-se na porção decrescente da curva (Figura 1).

A matéria orgânica teve seus valores ajustados ao modelo quadrático de regressão, sendo que teve uma diminuição até os 15 dias de fermentação atingindo o vértice da parábola, e conseqüentemente a equação estima que a variável encontrava-se ao redor de 932,51 g/kg de MO (Figura 2).

A redução na matéria orgânica nos primeiros dias deve-se ao consumo dos carboidratos solúveis, pois estes são constituintes da matéria orgânica. Após o 15º dia de fermentação a variável apresentou-se decréscimo, ocasionando um aumento da matéria mineral, por estas variáveis serem inversamente proporcionais.

Os valores de proteína bruta (PB) mostraram-se abaixo do mínimo recomendado por (VanSoest, 1994) de 70g/kg, valor considerado como limite

inferior para o adequado funcionamento do rúmen. Dessa forma, as silagens obtidas não poderiam ser utilizadas como única fonte alimentar na dieta de ruminantes, requerendo o balanceamento com outros ingredientes visando equilibrar os teores de PB da dieta (Tabela 1).

Após a ensilagem até os onze dias de fermentação a proteína bruta diminuiu atingindo o vértice da parábola com o valor de 56,17 g/kg, o que demonstra que a partir desse período a variável se mostra na porção crescente da curva (Figura 3).

No entanto, a PB se manteve próxima ou acima de valores encontrados por (Oliveira et al., 2010) em híbrido de sorgo forrageiro (55,0 g/kg) (Tabela 1).

Especialmente sob condições de baixa adubação e solos de baixa fertilidade são encontrados teores de PB no sorgo dentro da faixa de 50-70 g/kg. Esses conteúdos assim como as produtividades podem ser incrementados por meio do uso de adubação correta, especialmente adubação nitrogenada (Gontijo Neto et al., 2002).

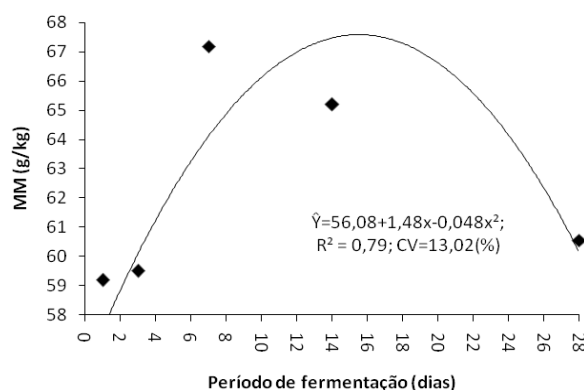


Figura 1: Alteações nos valores de MM (matéria mineral) do híbrido de sorgo Qualysilo durante 28 dias de fermentação; CV: coeficiente de variação; R2: coeficiente de determinação.

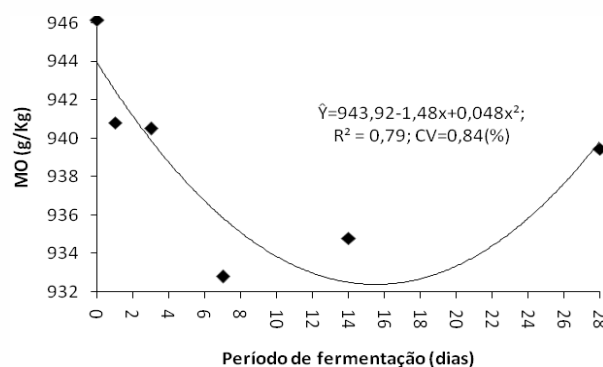


Figura 2: Distribuição dos valores de MO (matéria orgânica) do híbrido de sorgo Qualysilo durante 28 dias de fermentação; CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação.

Valores de EE (extrato etéreo) tiveram significância na análise de variância, porém não se adequaram aos modelos de regressão testados. Os valores obtidos são próximos aos encontrados por Moraes et al., (2013), que ao trabalharem com híbridos de sorgo forrageiro e obtiveram valores entre 14,2 a 24,2 g/kg.

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) que seriam a quantidade de fibras menos digestível do alimento, estão diretamente associados a qualidade nutricional deste, então quanto menores seus valores consideramos pode-se dizer que de melhor qualidade e mais digestível será esse alimento. No entanto seus valores não foram afetados pelos tempos de fermentação estudados (**Tabela 1**), porém, os valores obtidos são semelhantes aos obtidos por (Tolentino et al., 2016) ao estudarem diversos híbridos de sorgo.

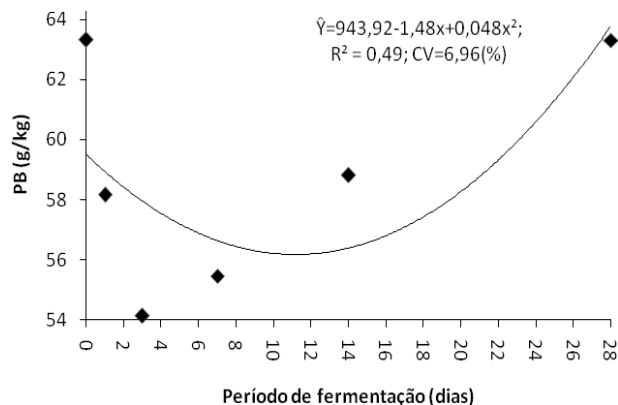


Figura 3: Valores de PB(proteína bruta) do híbrido de sorgo Qualysilo durante 28 dias de fermentação; CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação.

A FDN é constituída por frações potencialmente digestíveis (celulose e hemicelulose) e indigestíveis (lignina) da fibra dos alimentos, e são necessários cuidados na sua inclusão em dietas.

O limite máximo recomendado para a alimentação de ruminantes é de 550 a 600 g/kg de FDN, indicado por MERTENS (1994), ou seja, o uso exclusivo da silagem na dieta estaria limitando o consumo de animais pelo efeito de enchimento.

A FDN teve uma diminuição até os dezesseis dias de fermentação, chegando ao valor de 508,57 g/kg nesta etapa, apontando o valor mínimo de fibra em detergente neutro apresentado durante os vinte e oito dias de fermentação anaeróbica (**Figura 4**).

A variável de hemicelulose teve uma queda e obteve seu menor valor aos 15 dias de fermentação, chegando ao vértice da parábola com 114,67g/kg, o que demonstra uma grande variação durante o período fermentativo (**Tabela 1**).

As reduções observadas na hemicelulose e consequentemente na FDN até a fase intermediária do período fermentativo podem ser decorrentes da ação de enzimas das plantas ou da hidrólise ácida da hemicelulose que ocorre durante a fase estável de fermentação da silagem (Bolsen, 1995).

Essa hidrólise é benéfica, pois ao mesmo tempo que contribui para a redução das frações fibrosas, promove a disponibilização de açúcares (pentoses presentes na sua estrutura) para a fermentação microbiana no interior do silo (Bolsen, 1995).

Tabela 1: Valores da composição bromatológica do híbrido de sorgo Qualy Silo durante o período de 28 dias de fermentação

Tempo	EE	FDA	HEM	CEL	LIG
0	25,81	405,26	312,02	269,2	142,72
1	33,11	409,56	240,23	278,97	121,49
3	31,75	416,91	186,66	270,22	139,33
7	28,28	393,87	194,44	255,92	154,87
14	28,43	406,1	217,24	276,03	123,13
28	28,13	402,48	232,3	266,05	141,01
<i>P value</i>	0,009	0,884	0,024	0,371	0,000
ER	Ŷ=29,25	-	1	-	Ŷ=137,09
R ²	-	-	0,39	-	-
CV(%)	6,98	6,48	20,8	5,62	5,36

(1)Ŷ=261,95-9,92x+0,32x²; P value: Significância da análise de variação ou da equação de regressão; ER: Equação de regressão; R²: coeficiente de determinação; CV: Coeficiente de variação; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; LIG: lignina.

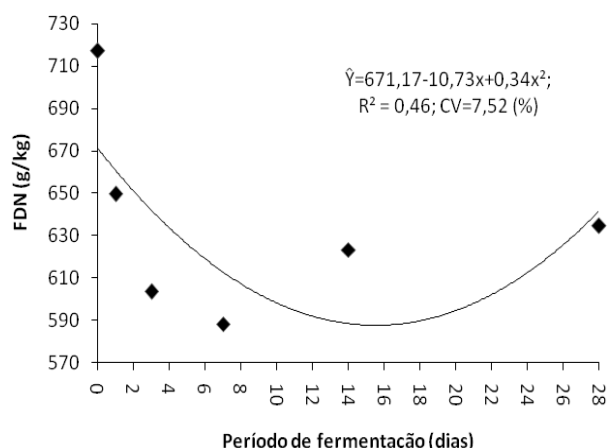


Figura 4: Alterações nos valores de FDN (fibra em detergente ácido) do híbrido de sorgo Qualysilo durante 28 dias de fermentação; CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação.

A celulose é formada por moléculas de glicose que são unidas por ligações do tipo beta, e trata-se de uma fração da fibra vegetal potencialmente digestível. Neste trabalho os conteúdos de celulose não foram afetados pelos tempos de fermentação estudados (**Tabela 1**).

A Lignina é um composto fenólico o qual não é aproveitado pelos animais e acaba interferindo diretamente na qualidade e digestibilidade do alimento, altos valores de lignina não são desejáveis pois acabam diminuindo alguns carboidratos como celulose e hemicelulose, os quais possuem aproveitamento pelo ruminantes. Portanto a análise de lignina teve variação, porém não se adequou aos modelos de regressão testados. A relação lignina celulose é importante por determinar a degradabilidade da parede celular, interferindo diretamente na digestibilidade de alimentos para ruminantes (Van Soest, 1994).

O híbrido de sorgo forrageiro Qualysilo utilizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul para elaboração de silagem possui um bom potencial produtivo, com elevada disponibilidade de matéria seca e bom valor nutritivo, sendo então uma alternativa para ser conservado e utilizado como suplemento alimentar nos sistemas de produção de ruminantes, principalmente em períodos críticos de forragem podendo contribuir para se obter bons níveis de desempenho animal.

CONCLUSÕES

Os processos fermentativos durante 28 dias de ensilagem do híbrido de sorgo Qualysilo alteram sua composição bromatológica, porém, não prejudicam

o seu valor nutricional propiciando a obtenção de silagens de boa qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa Atlântica sementes pela parceria para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

BOLSEN, K.K. Silage: basic principles. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages**. 5.ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.

COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.P.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.127-133, 2016.

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivado sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.

MACEDO, C.H.O.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C.; EDVAN, R.L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.371-382 abr./jun., 2012.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ª ed: Marlou: Chalcome, 1991, 340p.

MERTENS, DR. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1994. p.450-493.

MORAES, S.D.; JOBIM, C.Ca.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.4, p.624-634 out./dez., 2013.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V., VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agrônomicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.

TOLENTINO, D. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M.M.A. The quality of silage of different sorghum genotypes. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.38, n.2 p.143-149, 2016.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca. Constock Publishing Associates. 476 p. 1994.

Substâncias bioativas e atividade antioxidante de genótipos de milho com diferentes colorações de grãos

Natália Alves Barbosa⁽¹⁾; Maria Cristina Dias Paes⁽²⁾; Joelma Pereira⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante de doutorado em Ciências dos Alimentos; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; nataliaalvesb@yahoo.com.br; bolsista de agência de fomento (CNPq); ⁽²⁾ Cientista de Alimentos; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo); cristina.paes@embrapa.br; ⁽³⁾ Professora associada; Universidade Federal de Lavras; joper@dca.ufla.br.

RESUMO: O milho apresenta diversidade genética, dando origem a um grande número de variedades com características fenotípicas distintas, como a pigmentação dos grãos. Recentemente, essa variação da coloração dos grãos de milho passou a ser de grande interesse devido à correlação da coloração dos alimentos com o conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides. Estas substâncias bioativas possuem função antioxidante e podem prevenir algumas doenças, proporcionando efeitos benéficos para a saúde humana. O objetivo desse estudo foi caracterizar quatro acessos de milho de coloração distinta de grãos quanto à composição de substâncias bioativas (fenólicos totais, antocianinas, carotenoides) e determinar a atividade antioxidante. Foram avaliados os acessos de milho de grãos coloridos TO 002, ES 006, RO 013 e BAG 0661 do Banco Germoplasma da Embrapa Milho e Sorgo (BAG). O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado. Foi possível verificar existência de variabilidade na concentração de compostos bioativos dos genótipos avaliados. O acesso TO002 apresentou maior concentração de fenólicos totais e antocianinas e a maior atividade antioxidante.

Termos de indexação: fenólicos totais, antocianinas, carotenoides.

INTRODUÇÃO

Grãos de milho podem apresentar várias colorações, entretanto, milhos com pigmentação intensa (pretos, roxos, vermelhos, azuis e laranjas) tem recebido maior atenção devido à relação dessa característica com a presença de substâncias bioativas, como carotenoides (Hu & Xu, 2011; Aguayo-Rojas et al., 2012), e compostos fenólicos (Santiago et al., 2007; Li et al., 2008; Yang & Zhai, 2010; Hu & Xu, 2011; Zilić et al., 2012).

Diferenças consideráveis no conteúdo de fitoquímicos e na capacidade antioxidante, foram reportadas por Hu & Xu (2011) e Zilic et al. (2012) em diferentes genótipos de milho. Nestes estudos a distribuição de carotenoides ou antocianinas diferiu significativamente entre as classes de cores avaliadas. Portanto, milhos com diferentes origens, ainda precisam ser avaliados a fim de identificar um genótipo com maior destaque na composição destes fitoquímicos. Assim, o objetivo desse estudo foi caracterizar quatro acessos de milho com coloração intensa de grãos quanto à composição de substâncias bioativas (fenólicos totais, antocianinas, carotenoides) e atividade antioxidante, a fim de selecionar um genótipo com destaque para a composição destes fitoquímicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados quatro acessos de milho de grãos coloridos do Banco ativo Germoplasma (BAG) Milho da Embrapa Milho e Sorgo quanto à concentração de fenólicos totais, antocianinas, carotenoides e atividade antioxidante dos grãos TO 002, ES 006, RO 013 e BAG 0661 (**Figura 1**).



Figura 1 Acessos do BAG- Milho (Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG) avaliados no estudo.

Para as avaliações, os grãos de milho foram moídos em moinho tipo ciclone MA 020 MARCONI (Piracicaba – SP) acoplado de peneira de abertura 0,5mm, sendo o material acondicionado em frascos

de vidro, tampados, lacrados com Parafilm M e envoltos em papel alumínio.

Determinações analíticas

Todas as análises foram realizadas em ausência de luz e em temperatura ambiente de $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

As análises químicas foram conduzidas no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas-MG.

Fenólicos totais

A determinação de fenólicos totais foi determinada de acordo com a metodologia de Singleton et al. (1999).

Antocianinas

A composição de antocianinas foi determinada de acordo com a metodologia de Francis (1992) e adaptada por Lopes et al. (2012).

Carotenoides

Os carotenoides foram extraídos das amostras em esquema sequencial de solventes orgânicos, conforme protocolo descrito por Kurilich & Juvik (1999) com modificações (Barbosa, 2015). Os carotenoides foram quantificados pela técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo líquido Alliance Waters, modelo e-2695, equipado com coluna polimérica C30 da marca YMC ($3 \mu\text{m}$, $4,6 \times 250 \text{ mm}$, Waters, Milford, MA, USA) e acoplado a detector de arranjo de diodo (modelo 2998 Waters). O gradiente de eluição foi conduzido a $0,8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ em condições de gradiente 80:20 a 20:80 de metanol: éter metil *tert*-butil em 16 minutos, seguido por constante de 80:20 em 4 minutos, finalizando com 6 minutos de equilíbrio. A temperatura de forno utilizada foi de 30°C , comprimento de onda 450 nm e volume de injeção de $40 \mu\text{L}$. A temperatura do laboratório foi mantida a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ durante todo o processo. Para identificação dos compostos foram utilizados padrões purificados a partir de cenoura (α -caroteno), mamão formosa (β -criptoxantina), seguindo protocolo descrito por Rodriguez-Amaya e Kimura (2004), e os padrões comerciais de luteína (Lutein 40 mg, Vision Health), zeaxantina (Swanson, ZeaGold zeaxanthin 4 mg (from paprika) e β -caroteno (Beta Carotene (vitamina A) 25,000 IU Supplement, Swanson SW007). Os resultados da análise de carotenoides foram expressos em base seca.

Determinação da capacidade antioxidante

A determinação da capacidade antioxidante foi determinada de acordo com a metodologia de Roesler et al. (2007).

Delineamento e análise estatística

O experimento foi planejado em delineamento estatístico inteiramente casualizado.

As análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados submetidos estatisticamente à análise de variância (ANOVA). Quando significativo, foi realizado teste de média Least Significant Difference (LSD), estabelecendo-se o nível de 5% de significância.

Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sisvar versão 5.3 (Build 77) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os fitoquímicos fenólicos totais e antocianinas houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grãos dos genótipos de milho pigmentados (**Tabela 1**).

Tabelas 1 - Médias da concentração de compostos bioativos presentes nos grãos de milho de genótipos pigmentados.

Genótipos	Concentração ($\text{mg}\cdot 100\text{mg}^{-1}$) nos grãos \pm DP	
	Fenólicos totais	Antocianinas
TO 002	959,6 \pm 0,61 ^a	72,26 \pm 0,40 ^a
ES 006	860,8 \pm 0,49 ^b	64,17 \pm 0,52 ^b
RO 013	756,3 \pm 0,31 ^c	58,40 \pm 0,38 ^{bc}
BAG 0661	690,0 \pm 0,38 ^d	50,84 \pm 0,43 ^c

¹Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

²DP: Desvio padrão.

Os grãos do acesso TO 002 apresentaram maior concentração de fenólicos totais e antocianinas quando comparados aos demais materiais.

Montilla et al. (2011), estudando a composição de fenólicos totais em diferentes cultivares de milho roxo encontrou variação de $(311,0 \text{ a } 817,6 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1})$. Del Pozo-Insfran et al. (2006), De La Parra et al. (2007) e Mora-Rochin et al. (2010) relataram médias de $40,0 \text{ a } 266,0 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de fenólicos totais em milho de diferentes colorações. Entretanto, Urias-Lugo et al. (2015), encontraram teores de $1039,0 \text{ e } 1331,3 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, existindo, portanto, variações na composição de bioativos em materiais de diferentes locais.

Quanto ao teor de carotenoides, também houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos pigmentados (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Concentração de carotenoides expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$ (base seca) em grãos de milho de genótipos pigmentados.

Carotenoides	Concentração de carotenoides $\mu\text{g g}^{-1}$ \pm DP			
	Genótipos pigmentados			
	TO 002	ES 006	RO 013	BAG 0661
Luteína	*	0,96 \pm 1,05 ^a	0,31 \pm 1,08 ^c	1,16 \pm 1,10 ^b
Zeaxantina	*	0,87 \pm 1,03 ^{ab}	0,94 \pm 1,06 ^a	0,62 \pm 1,05 ^b
β -criptoxantina	0,13 \pm 1,04 ^d	0,62 \pm 1,10 ^a	0,19 \pm 0,90 ^c	0,31 \pm 1,03 ^b
β -caroteno	0,19 \pm 0,12 ^b	0,31 \pm 1,06 ^a	0,19 \pm 1,08 ^b	0,19 \pm 0,80 ^b
α -caroteno	*	*	*	*
Carotenoides totais	0,32 \pm 1,07 ^c	3,24 \pm 1,11 ^a	1,63 \pm 0,91 ^b	1,97 \pm 1,10 ^b

¹Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

²DP: Desvio padrão.

* Abaixo do limite de quantificação

O genótipo ES 006 se destacou quanto à concentração de carotenoides totais, seguidos dos genótipos RO 013 e BAG 0661. Já o genótipo TO 002 obteve a menor concentração de carotenoides totais nos seus grãos.

A concentração de carotenoides está também relacionada com a pigmentação da cor do grão de milho, uma vez que grãos com coloração amarela intensa ou laranja apresentam maior concentração de carotenoides totais quando comparados a grãos amarelos claros e brancos (Cardoso et al. 2009). Porém, quanto aos carotenoides totais, o genótipo ES 006 (grãos roxos), apresentou maior concentração inclusive maior que o genótipo BAG 0661 (alguns grãos amarelos).

O genótipo BAG 0661 apresentou maior concentração de luteína e o RO 013 maior concentração de zeaxantina. Estes carotenoides estão associados à prevenção de degeneração macular e catarata (Torres et al. 2008). Porém, ES 006 contém os maiores teores de Beta-criptoxantina e Beta-caroteno (pró-vitâmicos A). E apesar de TO 002 apresentar mais fenólicos totais e antocianinas, é o genótipo que apresentou a menor concentração de carotenoides totais.

Para a variável atividade antioxidante, diferença significativa ($p < 0,05$) pôde ser notada para os grãos dos genótipos pigmentados (Tabela 3).

Tabela 3 - Atividade antioxidante dos grãos de milho de genótipos pigmentados.

Genótipos	Atividade antioxidante (%) \pm DP
TO 002	74,31 \pm 0,16 ^a
ES 006	65,19 \pm 0,09 ^b
RO 013	51,16 \pm 0,17 ^c
BAG 0661	52,88 \pm 0,14 ^d

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de LSD a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

²DP: Desvio padrão.

Em ordem crescente os genótipos que mais se destacaram quanto à atividade antioxidante foram: TO 002, ES 006, RO 013 e BAG 0661.

O genótipo TO 002 apesar de apresentar a menor concentração de carotenoides totais apresentou maior atividade antioxidante, indicando que os fenólicos totais e antocianinas podem estar relacionados à maior atividade antioxidante deste genótipo.

CONCLUSÕES

Acessos de milho de grãos com colorações distintas apresentam variabilidade na concentração de compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides, diferindo na resposta de atividade antioxidante. Dentre os genótipos estudados, o acesso de grãos pretos TO002 apresenta maior concentração de fenólicos totais, antocianinas e maior atividade antioxidante.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- AGUAYO-ROJAS, J.; MORA-ROCHÍN, S.; CUEVAS-RODRÍGUEZ, E. O.; SERNA-SALDIVAR S, O.; GUTIERREZ-URIB. Phytochemicals and antioxidant capacity of tortillas obtained after lime-cooking extrusion process of whole pigmented Mexican maize. **Plant Foods Hum Nutrition**, v. 67, p. 178-185, 2012.
- BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.; GUIMARAES, P. O.; PEREIRA, J. Carotenoid retention in minimally processed biofortified green corn stored under retail marketing conditions. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 39, n. 4, p. 363-371, 2015.
- CARDOSO, W. S.; PAES, M, C. D.; GALVÃO, J, C, C.; RIOS, S, A.; GUIMARÃES, P, E, O.; SCHAFFERT, R, E.; BORÉM, A. Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, n. 2, 2009.
- DE LA PARRA, C.; SERNA SALDIVAR, S. O.; LIU, R. H. Effect of processing on the phytochemical profiles and

- antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas, and tortilla chips. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 10, p. 4177–4183. 2007.
- DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; SERNA SALDIVAR, S. O.; TALCOTT, S. T. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays L.*) products. **Food Research International**, v. 39, p. 696–703. 2006.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2000.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1992.
- HU, Q. P.; XU, J. G. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v. 59, p. 2026-2033, 2012.
- KURILICH, A. C.; JUVIK, J. A. Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea mays*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 4, p. 1948-1955, 1999.
- LI, CHUN-YING.; KIM, HEE-WOONG.; WON, SE-RA.; MIN, HWANG-KEE.; PARK, KI-JIN.; PARK, JONG-YEOL.; AHN, MUN-SEOB.; RHEE, HAE-IK. Corn husk as a potential source of anthocyanins. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 56, p. 11413-11416, 2008.
- LOPES, M. M. A.; MIRANDA, M. R.A.; MOURA, C. F. H.; ENÉAS FILHO, J. Compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale L.*) durante o amadurecimento de clones de cajueiro anão-precoce. **Ciência e agrotecnologia**, v. 36, n. 3, p. 325-332, 2012.
- MONTILLA, E. C.; HILLEBRAND, S.; ANTEZANA, A.; WINTERHALTER, P. Soluble and bound phenolic compounds in different Bolivian purple corn (*Zea mays L.*) cultivars. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 59, p. 7068-7074, 2011.
- MORA-ROCHIN, S.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDIVAR, S. O.; SÁNCHEZPEÑA, P.; REYES-MORENO, C.; MILÁN-CARRILLO, J. Phenolic content and antioxidant activity of tortillas produced from pigmented maize processed by conventional nixtamalization or extrusion cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 52, p. 502–508, 2010.
- ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO L, C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutos do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27: p. 53-60, 2007.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58 p. (HarvestPlus Technical Monograph, 2). Disponível em: <<http://www.harvestplus.org/sites/default/files/tech02.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.
- SANTIAGO, R.; REID, L. M.; ARNASON, J. T.; ZHU, X.; MARTINEZ, N. Phenolics in maize genotypes differing in susceptibility to Gibberella stalk rot (*Fusarium graminearum* Schwabe). **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 55, p. 5186-5193, 2007.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocateau reagent. **Methods Enzymology**. San Diego, v. 29, p. 152- 178, 1999.
- TORRES, R. J. A.; PRÉCOMA, D. B.; MAIA, M.; KAIBER, F.; PRIM, C.; LUCHINI, A.; MATOS, R. S.; FARAH, M. E. Current concepts and perspectives in the prevention of age-related macular degeneration. **Rev. bras.oftalmol**, Rio de Janeiro, v. 67, n.3, p. 142-155. 2008.
- URIAS-LUGO, D. A.; HEREDIA, J. B.; SERNA-SALDIVAR, S. O.; MUY-RANGEL, M. D.; VALDEZ-TORRES, J. B. Total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity of native and elite blue maize hybrids (*Zea mays L.*). **CyTA - Journal of Food**, v.13, p. 336-339, 2015.
- YANG, Z.; ZHAI, W. Identification and antioxidant activity of anthocyanins extracted from the seed and cob of purple corn (*Zea mays L.*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 169-176, 2010.
- ZILIĆ, S.; SERPEN, A.; AKILLIOĞLU, G.; GÖKMEN, V.; VANČETOVIĆ, J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays L.*) kernels. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 60, p.1224-1231. 2012

A qualidade das sementes de milho em diferentes formas de colheita e beneficiamento

Alberto Höfs⁽¹⁾; Marcelo Postal⁽²⁾; Cristiano Nunes Nesi⁽¹⁾

⁽¹⁾Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Chapecó, Santa Catarina; albertohofs@epagri.sc.gov.br; ⁽²⁾Agrônomo graduado Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc/Campus de Xanxerê

RESUMO: A colheita é uma fase importante no sistema de produção de sementes de milho. A retirada do produto do campo em ótimas condições, sua passagem pelos processos de secagem e beneficiamento, e ainda o armazenamento até o plantio da próxima safra mantendo a qualidade, requer cuidados especiais. O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes formas de colheita e do beneficiamento na qualidade das sementes de milho. O trabalho foi desenvolvido na Epagri/Chapecó, com sementes da variedade SCS156 Colorado, colhidas na safra 2013/14. Os tratamentos são constituídos de quatro métodos de colheita, sendo: T1 – colheita manual, T2 – espigadeira + despalhadeira + debulha manual, T3 – colhedora de cereais acoplada e T4 – espigadeira + despalhadeira + máquinas de beneficiamento. Foram avaliadas, a germinação das sementes, condutividade elétrica, teste de frio, envelhecimento acelerado, germinação em solo, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência. Os resultados mostraram que todos os métodos usados mantiveram alta a taxa de germinação. Mas a colheita com a colhedora de cereais acoplada (T4) provocou mais danos às sementes.

Termos de indexação: danos mecânicos, *Zea mays*, vigor.

INTRODUÇÃO

O correto estabelecimento das plantas no campo é necessário para alcançar uma boa produtividade para qualquer cultura. Isto depende do manejo correto e da qualidade das sementes utilizadas e está relacionada ao rigor técnico de sua produção e processamento, além das condições ambientais e época de cultivo.

O dano mecânico é apontado por muitos pesquisadores como um sério problema na produção de sementes. A maioria dos danos ocorre

em consequência da inadequada regulação das máquinas em relação à umidade das sementes. Os danos mecânicos podem afetar a qualidade das sementes através de efeitos imediatos e efeitos latentes (Peske et al., 2012). Os efeitos imediatos caracterizam-se pela redução imediata da germinação e vigor, logo após a semente ter sido injuriada. Os efeitos latentes podem não afetar de imediato a viabilidade, porém durante o armazenamento as sementes danificadas sofrem reduções do vigor e da germinação, com reflexos negativos no potencial de armazenamento (Marcos Filho, 2005), e também, segundo Höfs (2003), estes fatores contribuem para diminuir o desempenho das sementes e das plantas no campo.

Visando minimizar estes danos, as empresas produtoras de sementes de milho adotaram o método de colheita em espigas, antecipando a colheita para uma umidade das sementes entre 30 e 33%, o que permite a colheita próxima à sua maturidade fisiológica, evitando a deterioração no campo (Peske et al., 2012). Na colheita mecânica de sementes de milho com automotriz convencionais, ocorre um elevado índice de danos mecânicos, enquanto que na colheita em espigas, consegue-se reduzir os danos, e assim proporcionar uma colheita de sementes com qualidade e maior potencial de armazenamento. No entanto, os benefícios da colheita em espigas podem ser perdidos se, nas fases posteriores, como a despalha, debulha, limpeza e classificação, não se levar em conta os aspectos como o alto teor de água das sementes, maquinários específicos e processo adequado de secagem.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes formas de colheita e do beneficiamento na qualidade das sementes de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Epagri/Chapecó, com sementes da variedade SCS156 Colorado, colhidas na safra 2013/14. Os tratamentos foram constituídos com sementes provenientes de quatro métodos de colheita, sendo: T1 - colheita manual, T2 – espigadeira + despalhadeira + debulha manual, T3 – colhedora de cereais acoplada e T4 – espigadeira + despalhadeira + máquinas de beneficiamento. Para o teste de germinação (G) realizado com oito subamostras de 50 sementes por tratamento, foram seguidos os demais critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Quanto à umidade (U), na ocasião da colheita as amostras estavam com umidade de 18°C, após foram secadas e armazenadas em ambiente controlado. Quatro meses após a colheita ao iniciar as análises a umidade foi novamente determinada pelo método em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 h (Brasil, 2009) com oito repetições de 50 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem. O teste de envelhecimento acelerado (EA) foi obtido pelo método da mini-câmara, conforme descrito por Marcos Filho (1999). O teste de frio (TF) foi obtido pelo método do rolo de papel, descrito por Barros et al. (1999). Para o teste de condutividade elétrica (CE), foram utilizadas 400 sementes distribuídas em oito repetições de 50 sementes que, após pesadas em balança analítica, foram colocadas em copos plásticos contendo 250 ml de água destilada e acondicionadas a 25°C , por 24 horas. Após esse período, as soluções (com as sementes submersas) foram levemente agitadas e a condutividade medida pelo aparelho condutímetro, marca Digimed, modelo CD-20, sendo os resultados expressos em $\mu\text{mhos.g}^{-1}$ de sementes, conforme metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999). A emergência em solo (ES), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE), forma conduzidos em conjunto com oito repetições com 50 sementes. Cada repetição foi representada por uma bandeja de plástico medindo 26 x 41 cm com 7 cm de altura. As sementes foram semeadas sobre 2 cm de solo e cobertas com 5 cm de solo. A contagem foi feita diariamente a partir do 4º dia após a semeadura até a estabilização da emergência. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência foi utilizada a fórmula apresentada por Maguire, (1962). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, com oito repetições de 50 sementes cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias com o programa estatístico R versão 2.14.2, com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1**, pode-se observar que as sementes estavam com teor de umidade baixo, característica interessante para o armazenamento e manutenção da viabilidade das sementes.

Os resultados obtidos no teste de germinação mostram que não houve diferença significativa entre os métodos de colheita manual (T1), espigadeira + despalhadeira + debulha manual (T2) e espigadeira + despalhadeira + máquinas de beneficiamento (T4). A menor germinação foi encontrada nas sementes da colheita com a colhedora de cereais acoplada (T3). Isto reforça uma justificativa das empresas de sementes efetuarem a colheita com máquinas que colhem o milho em espigas, mais próximo ao ponto de maturação fisiológica. Além disso, também evitam a deterioração no campo e os danos mecânicos, causadas pelas colhedoras convencionais. Embora, neste caso, pode ser observado que a taxa de germinação está bem acima do mínimo permitido para comercialização que é de 85% (MAPA, 2015).

No teste de condutividade elétrica, que é um teste bioquímico baseado na integridade das membranas, os resultados encontrados mostram que a mecanização provocou maiores danos, destacando-se a colheita com a colhedora de cereais acoplada, que apresentou o maior valor ($17,68 \mu\text{mhos.g}^{-1}$), e a colheita manual com menor valor, semelhante ao encontrado por Paiva et al. (2000). Esses resultados indicam que as sementes colhidas mecanicamente começaram a expressar os efeitos dos danos físicos, por meio da maior lixiviação de exsudatos, facilitada pela ruptura das membranas celulares.

No teste de frio, pode-se perceber que a colheita em espigas e com um beneficiamento bem conduzido é possível a produção de sementes de alto vigor, pois conforme os resultados encontrados o tratamento T4 foi melhor, atingindo 90,5% de sementes viáveis. Adicionalmente, este teste combina baixas temperaturas, grande disponibilidade de água e muitas vezes a presença de patógenos, fato comum encontrado na implantação de lavouras de milho na região sul do Brasil.

O teste de envelhecimento acelerado é, dentre os disponíveis, um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies (Marcos Filho, 2005). Conforme dados obtidos por este teste, observa-se que as sementes procedentes do método T2 e T1 não diferiram entre si, com 94 e 95,5% respectivamente. Já T1 apresentou o nível de vigor no mesmo padrão das sementes colhidas conforme T4, porém, foram superiores às colhidas no T3 (55%). Este método

mostrou maior tendência a afetar negativamente o potencial de armazenamento de sementes. Assim, observando apenas os dados de germinação, em que todos os métodos foram bem sucedidos, na época do plantio seriam observados problemas na germinação das sementes, fato que pode ser elucidado com a execução deste teste. Ainda, estes resultados mostram que houve uma relação direta entre a maior incidência de danos com a redução dos níveis de vigor das sementes e concordam com as observações de Borba et al. (1994), de que o vigor das sementes de milho é sensivelmente reduzido à medida que há incremento de danos mecânicos.

Os resultados obtidos no teste de germinação em solo mostram que as sementes foram afetadas negativamente pelo aumento de danos mecânicos, detectados pelo teste de condutividade elétrica, porém os resultados não diferem significativamente dos encontrados nos métodos de colheita T1 e T2 (respectivamente). Os resultados obtidos no método de colheita T4, foram maiores somente que os obtidos no método T3, diferindo significativamente deste.

Nos resultados obtidos no teste de velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE), os tratamentos não diferiram entre si, devido a alta taxa de germinação no solo.

CONCLUSÕES

A taxa de germinação das sementes foi alta em todos os tratamentos. A colheita mecanizada com a colhedora de cereais acoplada (T3) danificou em maior grau as sementes, o que foi detectado pelos testes de condutividade elétrica, teste de frio e teste de envelhecimento acelerado.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos à Epagri pelo apoio estrutural e financeiro.

REFERÊNCIAS

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de Frio. In: **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.5.

BORBA, C.S., ANDRADE, RV; AZEVEDO, J.T. & OLIVEIRA, A.C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.16, n.1, p.68-70. 1994.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **J R Stat Soc**, v.B26, p.211-243, 1964.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária-Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.02, p.55-62, 2004.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em 29 de maio de 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.3.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

PAIVA, L.E.; MEDEIROS, S.F.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, p.846-856, 2000.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, O.L.B. Produção de Sementes. In: PESKE, S.T; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2012. p. 13-100.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de Condutividade Elétrica. In: **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.4.

Tabela 1: Resultados encontrados em testes de laboratório, onde T1-colheita manual, T2-espigadeira+despalhadeira+debulha manual, T3-colhedora de cereais acoplada, T4-espigadeira+despalhadeira+máquinas de beneficiamento

VARIÁVEL	T1	T2	T3	T4	CV (%)
Umidade (%)	11,81b	11,87b	11,84b	12,13a	0,80
Germinação (%)	97,75a	97,25a	93,25b	98,00a	1,21
Condutividade elétrica ($\mu\text{mhos.g}^{-1}$)	5,47a	7,41b	17,68c	7,65b	9,55
Teste de frio (%)	78,75bc	84,00ab	68,00c	90,50a	6,20
Envelhecimento Acelerado (%)	94,00ab	95,50a	55,00c	83,50b	6,16
Germinação em solo (%)	93,50ab	94,00ab	90,00b	97,50a	3,11
Veloc. Emergência (dias)	4,75ns	3,75ns	4,25ns	4,00ns	26,02
IVE (plantas . dia ⁻¹)	10,07ns	13,38ns	11,35ns	12,50ns	26,83

Médias seguidas das mesmas letras dentro da mesma linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns Não significativo pelo teste F, com 5% de significância.

Avaliação do potencial de uso de polímero superabsorvente no revestimento de sementes de sorgo

Angélica Fátima de Barros⁽¹⁾; Leonardo Duarte Pimentel⁽²⁾; Vanessa Aparecida Pereira Batista⁽³⁾; Mateus Queiroz da Paixão⁽⁴⁾; Melina Guimarães Gonçalves⁽⁵⁾; Tiago da Silva Moreira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, angelica.barros@ufv.br; ⁽²⁾ Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽³⁾ Estudante de mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Estudante de mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁶⁾ Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: Tecnologias que permitam maior eficiência no uso da água poderão reduzir as perdas na fase de implantação dos cultivos de sequeiro. Objetivou-se avaliar o efeito do uso de polímeros superabsorventes (PSA) como revestimento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de sorgo sob condições de déficit hídrico e, analisar o potencial de uso deste insumo na agricultura extensiva. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Sementes de sorgo com e sem revestimento com PSA foram semeadas em bandejas e submetidas a três intervalos de irrigação para induzir estresse hídrico nas plântulas. Avaliou-se a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência e, aos 26 dias após a semeadura, foram avaliadas a altura de plântulas, número de folhas por planta, taxa de sobrevivência e massa de matéria seca da parte aérea e da raiz. Observou-se que as plântulas oriundas das sementes revestidas com PSA apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo e menor índice de mortalidade sob condições de déficit hídrico acentuado (maiores altura de plantas, matéria seca na parte aérea e taxa de sobrevivência). Entretanto, as sementes revestidas com PSA apresentaram menores percentual e índice de velocidade de emergência. Conclui-se que o uso do PSA no revestimento de sementes beneficia o desenvolvimento inicial de plântulas de sorgo e aumenta a taxa de sobrevivência em condições de déficit hídrico limitante ao cultivo. Por outro lado, o PSA prejudica a taxa de germinação, indicando que mais estudos são necessários para viabilizar o uso deste insumo na agricultura extensiva.

Termos de indexação: *Sorghum*, déficit hídrico, hidrogel.

INTRODUÇÃO

As frequentes secas observadas nos últimos anos têm colocado em risco a produção agrícola brasileira e, conseqüentemente, a segurança alimentar, visto que o déficit hídrico é um dos fatores mais limitantes à produção agrícola (Mueller *et al.*, 2012). Nesse sentido, o setor agrícola precisa investir em novas tecnologias para subsidiar a produtividade na agricultura de sequeiro e garantir a produção de alimentos em quantidade e preços competitivos para suprir a demanda da humanidade.

No setor florestal, tem sido utilizados polímeros superabsorventes (PSA) com o objetivo de manter a umidade dos solos, garantir o pegamento de mudas e reduzir a frequência e os custos com irrigação no estabelecimento de mudas no campo (Lopes *et al.*, 2010; Marques *et al.*, 2013). Nesse caso, os PSA atuam como condicionador de solo, retendo água e diminuindo o estresse hídrico.

Por outro lado, o uso de PSA nas culturas anuais, como condicionador de solo seria inviável devido às grandes áreas cultivadas, o que resultaria em grandes volumes do produto. Entretanto, o uso dos PSA no revestimento de semente poderia ser uma alternativa eficaz e de baixo custo para garantir o desenvolvimento inicial e estabelecimento das plântulas no campo. Esse efeito poderia ainda ser potencializado em condições de maior risco de déficit hídrico, como observado na segunda safra.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial do polímero superabsorvente no revestimento de sementes de sorgo. O sorgo foi escolhido como planta indicadora neste por ser o cereal mais tolerante ao déficit hídrico. Assim, espera-se que, se for observado efeito benéfico do PSA no revestimento de sementes sorgo, este efeito

poderá ser verificado também em outras espécies propagadas por sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de janeiro a fevereiro de 2015. Foi avaliado o revestimento de sementes de sorgo com o PSA em condições de déficit hídrico simulado pelo aumento dos intervalos entre as irrigações.

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 3 x 2, com três intervalos entre as irrigações (48, 72 e 96 horas) e dois tipos de recobrimento de sementes (com e sem revestimento com PSA), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por uma bandeja contendo 100 sementes.

As sementes de sorgo foram distribuídas em 4 sulcos (25 sementes/sulco) com espaçamento de 6 cm e profundidade de 4 cm. As bandejas plásticas utilizadas apresentavam as seguintes dimensões: 55 cm de comprimento, 36 cm de largura e 18 cm de altura. Também apresentavam orifícios com cerca de um cm de diâmetro na parte inferior para viabilizar a drenagem. Além disso, as bandejas foram revestidas internamente com tela agrícola de polietileno com malha de 50 mesh. Como substrato utilizou-se mistura com volume de 60% solo, 30 % areia e 10% de substrato comercial *Plantmax*[®].

O recobrimento das sementes foi realizado em laboratório no dia anterior à semeadura nas bandejas. Com o auxílio de uma pinça, as sementes foram umedecidas com cola a base de acetato de polivinila (*Cascorez extra*[®]) na concentração 20 % (v/v) visando a aderir o PSA (*Agroge*[®]) às sementes. Para isto, colocou-se em uma placa de Petri a quantidade de PSA a ser aplicada em 100 sementes, as quais foram revestidas manualmente com auxílio de uma pinça. Cada semente foi revestida com 0,05 g do PSA, em média. Esta concentração foi determinada em ensaios preliminares à montagem deste experimento. Foram utilizadas sementes comerciais de sorgo forrageiro, variedade BRS 655, com taxa de germinação de 91% determinada antes da montagem do experimento de acordo com as Regras para Análise de Sementes.

Os intervalos entre as irrigações nos tratamentos foram: Irrigação 1- intervalo entre irrigações de 48 hs; Irrigação 2- intervalo entre irrigações de 72 hs e; Irrigação 3- intervalo entre irrigações de 96 hs. Todas as irrigações foram realizadas a fim de elevar a umidade do substrato até a capacidade de campo, aferida pela saída de água no fundo da bandeja.

Ao longo do experimento foram avaliados a porcentagem de Emergência (E) e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), que foi obtido através da contagem e anotação diária, no mesmo horário, do número de plântulas que apresentavam a alça do coleóptilo visível. No vigésimo sexto dia após a semeadura foi calculado o índice de velocidade de emergência, de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962).

Aos 26 dias após a semeadura realizou-se as seguintes avaliações: 1) Altura de plantas (cm), medida com régua graduada em milímetros da superfície do solo até a última folha completamente expandida; 2) número de folhas, contados em uma amostra aleatória de 10 plantas por unidade experimental; 3) taxa de sobrevivência (%), calculado pela razão entre a quantidade de plântulas vivas no final do experimento e quantidade de plântulas emergidas. Posteriormente, procedeu-se a lavagem das raízes de 10 plântulas selecionadas aleatoriamente dentro de cada unidade experimental, as quais foram seccionadas em raiz e parte aérea, acondicionadas em papel kraft, e levadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Após esse período, realizou-se a pesagem em balança analítica para verificar: 4) massa de matéria seca de raiz e; 5) massa de matéria seca de parte aérea.

Após a quantificação dos dados procedeu-se a análise de variância pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade e, para as variáveis que apresentaram significância, realizou-se teste de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade através do software livre R versão 2.11.1 (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo do PSA para as variáveis porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (AP) e massa de matéria seca da parte aérea (MSPA). As variáveis número de folhas (NF), porcentagem de sobrevivência (TS) e massa de matéria seca de raiz (MSR) não apresentaram efeito significativo para o revestimento com PSA. Para o intervalo entre as irrigações, todas as variáveis apresentaram efeito significativo ao nível de 5% pelo teste F, com exceção do IVE. Observou-se ainda interação significativa entre o uso do PSA e os intervalos de irrigação para a variável emergência (E) (**Tabela 1**).

Em relação ao efeito isolado do PSA, observou-se que o revestimento das sementes, pode ter contribuído para o aumento da AP em 39%, NF em 13%, TS em 15% e MSPA em 113% (**Tabela 2**). O efeito benéfico do PSA no desenvolvimento

vegetativo pode ser explicado pela melhoria na retenção de água no substrato e pela redução da lixiviação de nutrientes, resultando em melhor aproveitamento da água de irrigação (Marques & Bastos *et al.*, 2010; Bortolin *et al.*, 2012). Além disso, o polímero atua de forma similar à mucilagem produzida pelas raízes, protegendo-as contra a dessecação em condições de déficit hídrico severo (Liu *et al.*, 2013). Outros autores têm verificado efeito semelhante em mudas. Fagundes *et al.* (2014) também verificaram efeito benéfico do PSA no desenvolvimento de mudas plantadas com PSA sob estresse hídrico.

Quando comparado o efeito isolado entre os intervalos de irrigação, observou-se melhor desenvolvimento vegetativo nos intervalos de irrigação 1 e 2, conforme observado pela maior altura de plântulas (AP), maior número de folhas (NF), maior massa de matéria seca de raiz (MSR) e de parte aérea (MSPA), quando comparado ao intervalo de irrigação 3 (**Tabela 3**). Adicionalmente, verificou-se maior taxa de sobrevivência nestes intervalos de irrigação 1 e 2. Já para o intervalo de irrigação 3 (96 horas), observou-se menor desempenho vegetativo e menor taxa de sobrevivência, indicando que esta foi uma condição limitante ao crescimento e desenvolvimento das plântulas de sorgo.

Por outro lado, o índice de emergência (E) foi afetado negativamente pelo PSA (**Tabela 4**). Esse efeito também foi observado por Pazderu & Koudela (2013), que compararam o uso de soluções com três concentrações de PSA na germinação de sementes de hortaliças. Esses autores atribuíram esse efeito ao fato de que o PSA pode reduzir a velocidade de absorção de água das sementes, resultando em germinação mais lenta. Entretanto, no presente trabalho, o PSA foi utilizado seco, sendo que pode ter havido competição por água entre o polímero e a semente. Desta maneira, até a hidratação completa do polímero a água disponível no substrato não estava em contato com a semente, ou seja, o PSA pode ter sido uma barreira que dificultou a embebição da semente.

O uso do PSA pode ser considerado uma alternativa viável e com grande potencial para reduzir os riscos de déficit hídrico no crescimento inicial de plântulas. Contudo, será necessário desenvolver um polímero específico para a semente, a fim de aprimorar o processo de germinação. Variações na granulometria do polímero ou no método de aplicação do polímero (aglutinante, aplicação em camadas) poderiam melhorar a interação do PSA com a semente.

Estudos posteriores poderão investigar polímeros específicos para sementes que

contribuam para o aperfeiçoamento dessa técnica de recobrimento.

CONCLUSÕES

O revestimento de sementes com polímeros superabsorventes apresenta potencial de utilização na agricultura extensiva.

O revestimento de sementes com PSA prejudica a emergência de plântulas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa FUNARPEC (FUNARBE) e ao Departamento de Fitotecnia da UFV pelo financiamento dos projetos de pesquisa do Programa Sorgo UFV.

À CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelas bolsas de estudo concedidas aos pesquisadores do Programa Sorgo da UFV.

REFERÊNCIAS

BORTOLIN, A.; AOUADA, F.A.; LONGO, E.; MATTOSO, L. H. Investigação do processo de absorção de água de hidrogéis de polissacarídeo: efeito da carga iônica, presença de sais, concentrações de monômero e polissacarídeo. **Polímeros**, v.4, p.311-317, 2012.

FAGUNDES, M. C. P.; CAMILO, S. S.; SOARES, B. C.; LANA, I.; CRUZ, B.; MOREIRA, R. A. Hydrogel polymer in emergency and early growth of citrus rootstocks. **African Journal of Agricultural Research**, v.35, p.26-81, 2014.

LIU, F.; M. A. H.; XING, S.; DU, Z.; MA, B. Effects of super-absorbent polymer on dry matter accumulation and nutrient uptake of *Pinus pinaster* container seedlings. **Journal of Forest Research**, v.18, p.220-227, 2013.

LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGELICO, T. S. Uso de PSA na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, v.20, p.217-224, 2010.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. B. Uso de diferentes doses de PSA para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, p. 53-57, 2010.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. PSA como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.43, p.1-7, 2013.

MUELLER, N.; GERBER, J. S.; JOHNSTONM RAY, D. K.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. (2012) Closing yield gaps through nutrient and water management. **Nature**, v. 490, p. 254-257, 2012.

PAZDERU, K.; KOUDELA, M. Influence of hydrogel on germination of lettuce and onion seed at different moisture levels. **Acta universitatis agricultura e et silvicultura e mendeliana e brunensis**, v.61, p.1817-1822, 2013.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do revestimento de semente de sorgo com e sem uso do PSA para três intervalos de irrigação.

FV	GL	E (%)	IVE	AP (cm)	NF	TS (%)	MSR (g)	MSPA (g)
PSA	1	26533**	2265,9**	292,88**	1,4336 ^{ns}	835 ^{ns}	0,3333 ^{ns}	0,0512**
Irrigação	2	117*	1,9 ^{ns}	204,14**	1,4336*	5869**	0,9147**	0,0282**
Irrigação x PSA	2	132*	1,2	12,92	1,358	835	0,08	0,0016
Resíduo		30	1,1	6,05	0,1156	391	0,1278	0,002
CV (%)		8,56	7,57	11,26	8,56	22,46	4,47	37,26

Tabela 2. Comparação de médias entre índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), taxa de sobrevivência (TS) e massa de matéria seca da parte da raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) em plântulas de sorgo aos 26 dias em função do revestimento de sementes com polímero superabsorvente (PSA).

Tratamento	IVE	AP (cm)	NF	TS (%)	MSR (g)	MSPA (g)
Sem PSA	23,57 a	18,11 b	3,70 a	78,46 b	0,63 a	0,08 b
Com PSA	4,14 b	25,24 a	4,19 a	90,26 a	0,88 a	0,17 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Comparação de médias entre índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (AP), número de folhas (NF), taxa de sobrevivência (TS), massa de matéria seca da raiz (MSR) e massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) em plântulas de sorgo aos 26 dias em função de três intervalos de irrigação.

Tratamento	IVE	AP (cm)	NF	TS (%)	MSR (g)	MSPA (g)
Irrigação 1	13,54 a	26,00 a	4,12 a	100 a	1,13 a	0,17 a
Irrigação 2	13,61 a	22,98 a	4,25 a	100 a	0,68 a	0,14 a
Irrigação 3	14,41 a	15,75 b	3,43 b	53,09 b	0,42 b	0,06 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Irrigação 1: intervalo entre irrigações de 48 horas; Irrigação 2: intervalo entre irrigações de 72 horas; Irrigação 3: 96 horas.

Tabela 4 - Comparação de médias de emergência (%) de sementes em função do revestimento com polímero superabsorvente (PSA) para três intervalos de irrigação.

Tratamento	Recobrimento	
	Sem PSA	Com PSA
Irrigação 1	97,50 Aa	25,00 Bb
Irrigação 2	97,25 Aa	27,50 Bb
Irrigação 3	97,00 Aa	39,75 Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliação do tratamento de sementes industrial com diferentes princípios ativos na cultura do milho

Ana Paula Antoniazzi⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Marcio Renato Dulnik⁽³⁾; Jhonatan Schlosser⁽⁴⁾; Ivan Cruz⁽⁵⁾; Gustavo Arruda Ilibrante⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; Guarapuava, PR; E-mail: ana_antoni@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor – Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo; Cooperativa Coprossel; ⁽⁴⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁶⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

RESUMO: O tratamento de sementes oferece proteção nas fases iniciais de desenvolvimento da plântula, no que se referem ao ataque de insetos pragas. O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões localizada no município de Guarapuava – PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 60 parcelas (5 tratamentos X 3 híbridos X 4 repetições). Foram utilizados os híbridos AG 9045 PRO2, AS 1656 PRO2 e 2B707. Os tratamentos utilizados foram quatro inseticidas e o tratamento testemunha onde não houve o tratamento de sementes. As moléculas testadas foram as seguintes: Tiodicarbe, Imidacloprid, Tiametoxan e uma associação de Tiodicarbe + Imidacloprid. A semeadura foi realizada manualmente, utilizando uma população final de plantas de 70.000 plantas/m². A colheita das espigas foi feita na área útil da parcela (duas fileiras centrais), e posteriormente estas espigas foram trilhadas, os grãos pesados. Os dados referentes ao peso de grãos foram transformados para kg/ha e corrigidos para umidade padrão de 13%. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: Diâmetro do Colmo; Peso de 1000 Grãos (P1000) e Produtividade de grãos (PROD). Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR. Os tratamentos de sementes com inseticidas, não interferiram nas características agrônômicas avaliadas, sendo o seu efeito dependente do híbrido de milho avaliado. Os híbridos AG 9045 PRO 2 e AS 1656 PRO 2 foram superiores ao híbrido 2B707 PW para as características avaliadas.

Termos de indexação: *Zea mays*, pragas de solo, inseticidas.

INTRODUÇÃO

Existem fatores que influenciam na redução do potencial produtivo da cultura como inadequação na população de plantas, condições climáticas, potencial produtivo do híbrido, condições fitossanitárias e ataque de pragas (Fancelli; Dourado Neto, 2003).

O uso preventivo de inseticidas no tratamento de sementes tem como objetivo evitar possíveis perdas decorrentes das ações de pragas do solo e da parte aérea, que danificam as sementes e as plantas jovens, tem-se como alternativa (Silva, 1998). Essa prática quando realizada adequadamente, possibilita reduzir o número de aplicações foliares, que muitas vezes, precisam ser iniciadas logo após a emergência das plântulas.

Os inseticidas usados em tratamento de sementes diferenciam-se de outros tipos de inseticidas pela sua ação sistêmica. Após a semeadura desprendem-se das sementes e, devido a sua baixa pressão de vapor e solubilidade em água, são lentamente absorvidos pelas raízes, conferindo à planta um adequado período de proteção contra insetos do solo e da parte aérea (Silva, 1998), sendo o tratamento das sementes considerado como um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas. Este modo de prevenção apresenta custo benefício relativamente baixo quando comparado com as aplicações via foliar além de utilizar pequenas quantidades de produtos que agem diretamente no sítio alvo sendo pouco prejudiciais ao meio ambiente (Fessel et al., 2003).

Visto isso o objetivo do seguinte trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de diferentes princípios ativos, aplicados em via tratamento de sementes industrial, utilizando híbridos comerciais de milho como cultura teste.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Capões localizada no município de Guarapuava - PR, em solo classificado como em Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

A área experimental foi cultivada no período de inverno, com trigo sob sistema de cultivo plantio direto. A semeadura ocorreu em outubro de 2013, vinte dias antes da instalação do experimento foi feita uma dessecação com o herbicida Roundup® original na dose de 3 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 60 parcelas (5 tratamentos X 3 híbridos X 4 repetições). As parcelas eram constituídas por quatro fileiras (5,0 m comprimento x 0,45 m entre linhas), com uma área total de 13,5 m² e área útil constituída pelas duas fileiras centrais.

Foram utilizados os híbridos AG 9045 PRO2, AS 1656 PRO2 e 2B707. Estes são híbridos simples precoces e com alto teto produtivo, recomendados para a região de Guarapuava. Os tratamentos utilizados foram quatro inseticidas e o tratamento testemunha onde não houve o tratamento de sementes. As moléculas testadas foram as seguintes: Tiodicarbe, Imidacloprid, Tiametoxan e uma associação de Tiodicarbe + Imidacloprid.

Após a abertura dos sulcos com semeadora de plantio direto, a semeadura foi realizada manualmente, deixando após o desbaste, uma população final de plantas de 70.000 plantas/m². A adubação de base a ser utilizada será o adubo formulado 08-30-20 na dosagem de 350 kg ha⁻¹ e em cobertura nitrogenada, quando as parcela encontraram-se no estágio de V4, na dose de 200 kg de ureia por hectare. Todos os outros tratamentos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do milho na região do centro-oeste paranaense.

Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: Diâmetro do Colmo - medições do diâmetro do colmo, em milímetros, com auxílio de paquímetro, em cinco plantas escolhidas ao acaso nas duas linhas centrais, nas três repetições, sendo medido no segundo entrenó acima do solo; Peso de 1000 Grãos (P1000) - valor médio obtido por meio da pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela; Produtividade de grãos (PROD) - foram colhidas as plantas da área útil da parcela (duas fileiras centrais), as espigas foram trilhadas e os grãos pesados, posteriormente determinou-se o seu teor de água. Os dados

referentes ao peso de grãos foram transformados para kg/ha e corrigidos para umidade padrão de 13%.

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise estatística não houve interação dupla, a 5% de probabilidade, para a característica Diâmetro de colmo (DC). Porém, fica evidente que o híbrido 2B707PW apresentou um menor diâmetro de colmo, quando comparados aos outros dois híbridos, podendo isso ser visualizado na comparação das médias de cada híbrido. A respeito dos tratamentos avaliados, não constatou-se diferença significativa entre os mesmos, confirmando-se pelas médias de cada tratamento, ressaltando o fato do tratamento com Tiodicarbe no híbrido 2B707PW apresentar um colmo mais finos que os demais (**Tabela 1**).

Para a característica peso de 1000 grãos, os híbridos AG 9045 PRO2 e AS 1656PRO2 mostraram ser superiores, mas não diferindo estatisticamente entre si. Ainda para essa característica novamente constatou-se que os tratamentos não diferiram. É válido salientar que o P1000 baixo do híbrido 2B707 PW pode ser causa de baixa quantidade de nutrientes armazenados no colmo da planta, como pode-se observar na **tabela 1**.

Para a produtividade de grãos foi possível observar para os híbridos AG9045 e AS 1656 obtiveram produtividades superiores ao híbrido 2B707 PW, fato esse que pode ser explicado pelo menor P1000 e estrutura de armazenamento da planta (Diâmetro de colmo). Ceccon et al. (2004), também não constatou diferença significativa para produtividade entre as diferentes moléculas testadas. Por outro lado, Cruz (1996) observou que as maiores produtividades de milho foram obtidas em tratamentos de semente a base de Tiodicarbe, alcanando 6.200 kg ha⁻¹. Assim como, Scholesser et al. (2012) observou incremento no rendimento de grãos nos híbridos de milho que receberam tratamento de sementes com Tiodicarbe, Clotianidina, Tiametoxan e a associação de Tiodicarbe + Imidacloprid.

Embora não tenha sido constatado efeito significativo dos tratamentos de sementes nas características avaliadas, outros trabalhos como de Dulnik et al. (2014) que avaliou o crescimento inicial dos mesmo híbridos com os mesmos princípios ativos, verificaram que houve resposta dos híbridos aos tratamentos industrial de sementes, a partir do estágio de seis folhas (V6), sendo os tratamentos a

base dos princípios ativos, isolado Tiametoxam e em associação Imidacloprido+Tiodicarbe obteve os melhores resultados a campo.

Além disso, o trabalho de Silva et al. (2009) demonstrou que, em condições de estresse por aumento da profundidade, os inseticidas proporcionam maior desenvolvimento das plântulas de milho. Inseticidas como o tiametoxan também avaliado neste experimento aumenta o acúmulo de fitomassa seca de raiz, caule e folha do milho.

CONCLUSÕES

Os tratamentos de sementes industrial com inseticidas, não interferiram nas características agrônômicas avaliadas, sendo o seu efeito dependente do híbrido de milho avaliado,

Os híbridos AG 9045 PRO 2 e AS 1656 PRO 2 foram superiores ao híbrido 2B707 PW para as características avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Núcleo de Plantio Direto que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho e ao CNPq pelo fomento a pesquisa.

REFERÊNCIAS

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A. P.; SILOTO, R. C.; Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, 63, 227-237, 2004.

CRUZ I. Efeito do tratamento de sementes de milho com inseticidas sobre o rendimento de grãos, **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.25, p.181-189, 1996.

DULNIK, M. R.; MENDES, M. C.; CRUZ, I.; KLUGE, E. R.; FARIA, M. V.; ZOCHE, J. C. Influência de inseticidas no tratamento de sementes industriais em híbridos de milho transgênico a campo. In: XXX Congresso Nacional De Milho e Sorgo, 2014. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2014.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'/USP/LPV, 2003. 208p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

SCHLOSSER, J.; WALTER, B. L. A.; MARCONDES, M. M.; ROSSI, S. E.; MENDES, C. M.; MATCHULA, H. P.; KRUPA P.; FARIA, V. M. Efeito de diferentes princípios ativos de inseticidas em tratamento de sementes na cultura do milho. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012. **Anais...** Águas de Lindóia: Embrapa, 2012.

SILVA, M.T.B. **Inseticidas na proteção de sementes e plantas**. Pelotas, n.5, 26-27, 1998.

SILVA et al. **Avaliação do efeito de inseticidas em sementes de milho em diferentes profundidades de semeadura**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.16, n.1, p. 14-21, 2009.

Tabela 1. Médias para as características diâmetro de colmo (DC), Peso de 1000 grãos (P1000) e Produtividade (PROD) de três híbridos de milho submetidos a diferentes tratamentos de semente com inseticida. Guarapuava, PR, 2014.

Diâmetro de Colmo (DC)				
Tratamentos	Híbridos			Média
	AG 9045 PRO2	AS 1656 PRO2	2B707 PW	
Testemunha	25,0 Aa	24,0 Aa	23,9 Aa	24,3 a
Tiodicarbe	25,1 Aa	24,6 Aa	22,8 Ba	24,1 a
Imidacloprido	24,6 Aa	25,1 Aa	23,7 Aa	24,5 a
Tiametoxam	25,3 Aa	24,0 Aa	24,5 Aa	24,5 a
Tiodicarbe+Imidacloprido	24,5 Aa	23,5 Aa	22,9 Aa	23,7 a
Média	24,9 A	24,3 A	23,6 B	CV %-4,99
Peso de 1000 grãos (P1000)				
Tratamentos	Híbridos			Média
	AG 9045 PRO2	AS 1656 PRO2	2B707 PW	
Testemunha	77,8 Aa	76,5 Aa	57,8 Ba	69,7 a
Tiodicarbe	80,6 Aa	78,0 Aa	58,4 Ba	72,3 a
Imidacloprido	77,2 Aa	75,9 Aa	57,4 Ba	70,2 a
Tiametoxam	80,5 Aa	78,8 Aa	54,9 Ba	71,4 a
Tiodicarbe+Imidacloprido	79,2 Aa	78,3 Aa	57,1 Ba	70,9 a
Média	79,1 A	77,5 A	57,2 B	CV %-5,70
Produtividade (PROD)				
Tratamentos	Híbridos			Média
	AG 9045 PRO2	AS 1656 PRO2	2B707 PW	
Testemunha	10145 Aa	9146 Aa	7910 Ba	8972 a
Tiodicarbe	9828 Aa	8799 Ba	8435 Ba	9031 a
Imidacloprido	8957 Ba	9982 Aa	8240 Ba	9060 a
Tiametoxam	10373 Aa	9127 Ba	8226 Ba	9242 a
Tiodicarbe+Imidacloprido	9628 Aa	9622 Aa	8332 Ba	9165 a
Média	9786 A	9316 A	8219 B	CV%-8,60

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem pelo Teste de Scott-Knott ($P < 0,05$); Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo Teste de F ($P \leq 0,05$).

Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Folhas e Caule de Girassol (*Helianthus annuus* L.) Sobre a Germinação de Sorgo

João Paulo Oliveira Ribeiro⁽¹⁾; Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos⁽²⁾; Ana Carolina Oliveira Ribeiro⁽³⁾; Karina Mendes Bertolino⁽⁴⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁵⁾; Amilton Ferreira da Silva⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del – Rei, *campus* Sete Lagoas; Sete Lagoas, Minas Gerais; joaopaulooliveiraribeiro@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônoma; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; gustavomaldini@hotmail.com; ⁽³⁾ Graduanda em Zootecnia; Universidade Federal de Lavras; anacarolinaoliveira840@gmail.com; ⁽⁴⁾ Graduanda em Engenharia Agrônoma; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; karina.bertolino@yahoo.com; ⁽⁵⁾ Professora; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; nadia@ufsj.edu.br; ⁽⁶⁾ Professor; UFSJ, *campus* Sete Lagoas; amiltonferreira@ufsj.edu.br.

RESUMO: O girassol é uma espécie oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes. O girassol apresenta efeito alelopático sobre outras espécies vegetais, inibindo o crescimento dos mesmos. Caule e folhas foram coletados no campo experimental da UFSJ, *campus* Sete Lagoas. Foram secos em estufa a 60°C por 88 horas. Foram triturados com 1 litro de água destilada resultando no extrato bruto de 100%, do qual foram realizadas as diluições de 75%, 50%, 25%, sendo a água destilada utilizada como testemunha. O teste foi realizado em Rolo de Papel Germitest, com 4 repetições de 25 sementes do Híbrido BRS – 506. Foram acondicionadas em BOD com temperatura constante de 25°C. As contagens de germinação foram realizadas aos quatro dias e a germinação final aos dez dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, os resultados médios foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância, processados pelo programa SISVAR. Foi possível verificar que extratos aquosos de folhas e caules, em concentrações acima de 25% afetam negativamente a germinação e vigor de sementes de sorgo.

Termos de indexação: Alelopatia, aleloquímicos, vigor.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes, tais como uma maior resistência à seca, ao frio e ao calor (Bacaxixi et al., 2011). Segundo estimativa realizada em março pela Conab, referente a safra 2015/16, realizado no mês

de março/2016, a área do cultivo de girassol terá uma queda de 66,8%, devido fatores climáticos menos favoráveis para o plantio para a próxima safra (Conab, 2016). A produtividade média nacional prevista para a safra 2015/16, deverá ser de 1.593 kg/ha, significando aumento de 16,0%, em relação à safra 2014/15 (Conab, 2016). A utilização da cultura do girassol na forma de silagem tem aumentado nos últimos anos (Melo et al., 2006). Em comparação ao milho e ao sorgo para ensilagem, as suas vantagens destacam-se a ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, o menor período vegetativo e a alta qualidade do produto final ensilado, especialmente pelo maior teor proteico, possibilitando economia no balanceamento de rações (Evangelista & Lima, 2001).

Alelopatia, é qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial de uma planta ou micro-organismo sobre outra planta, mediante a produção de compostos químicos liberados no ambiente (Rice, 1984). Os compostos químicos com potencial alelopático, estão presentes em quase todos os tecidos da planta, incluindo folhas, caules, raízes, rizomas, flores, frutos e sementes (Souza, 1988). O girassol apresenta efeito alelopático sobre outras espécies vegetais, inibindo o crescimento dos mesmos (Bhowmik & Inderjit, 2003). Pasqualeto et al. (2007), observaram que quando cultivado antes, à cultura do girassol, pode diminuir a presença de espécies invasoras na cultura da soja, isso se deve, pela interferência física ou alelopática desenvolvida pela palhada do girassol depositada sobre o solo.

As sementes de sorgo são utilizadas para a verificação de efeito alelopático por apresentarem principalmente germinação rápida e uniforme, estas por sua vez são sensíveis aos efeitos que

compostos secundários podem ter sobre a germinação (Alves et al., 2004).

Além disso o sorgo é uma boa opção de cultura para ser utilizada na segunda safra, devido a sua tolerância a déficit hídrico. Podendo ser cultivado após a cultura do girassol, sobre sistema de plantio direto, estando assim sujeito a substâncias alelopáticas presentes nos restos culturais depositados na área.

Portanto, objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático exercido pelo extrato aquoso de folhas e caule de girassol (*Helianthus annuus* L.) sobre a germinação de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de São João del – Rei, Campus Sete Lagoas/MG. Foram coletados folhas e caule de Girassol Forrageiro (HELIO-251), no campo de experimental da UFSJ-CSL. Os extratos aquosos foram obtidos a partir de folhas e caule de girassol em estágio final de floração. Para isso, foram pesados 200 g de folhas e 200 g de caule e colocados em estufas a 65 °C, por 88 horas para obtenção da matéria seca. As folhas secas e caule foram triturados separadamente para obtenção dos dois extratos com o auxílio de um liquidificador, com o tempo de 1–2 minutos na proporção de 34 g de folhas (peso seco) e o caule 26 g (peso seco) para 1L de água destilada, resultando no extrato aquoso bruto (100%). A partir do extrato bruto foram realizadas as diluições de 75%, 50%, 25%, sendo a água destilada utilizada como testemunha. O extrato do caule foi filtrado e adicionado mais 145 mL de água destilada, para obter o total de 1L de extrato aquoso bruto.

A qualidade fisiológica das sementes foi verificada pelos Testes de Germinação e Primeira contagem de Germinação de acordo com as regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009). No entanto, os substratos foram umedecidos com os extratos já citado e nas 5 concentrações 0%; 25%; 50%; 75% e 100% v/v. O teste foi realizado em rolo de papel germitest, com 4 repetições de 25 sementes do Híbrido BRS 506, e acondicionado em BOD com temperatura constante de 25°C. A primeira Contagem de germinação foi realizada aos quatro dias e a germinação final aos dez dias de plantio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente

casualizado, em esquema fatorial 2x5 (duas partes da planta por cinco concentrações de extratos), os resultados médios foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey análise de regressão a 5% de significância, processados pelo programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância. Foi possível observar que houve efeito significativo para o tipo de extrato (folha) e a concentração utilizada no extrato, bem como para a interação parte x concentração, para o vigor de sementes avaliado pela primeira contagem de germinação. Não houve resultado significativo para o extrato de caule de girassol sobre a primeira contagem e a germinação. Houve efeito significativo na germinação somente para o tipo de extrato, sendo não significativo as diferentes concentrações utilizadas, bem com interação entre os fatores. Resultados experimentais obtidos por vários autores mostram que todas as partes das plantas podem conter compostos alelopáticos. Bioensaios comprovam a presença desses compostos em folhas, caules aéreos, rizomas, raízes, flores, frutos e sementes de diversas espécies, sendo variáveis de espécie a espécie onde se encontram as fontes mais importantes de aleloquímicos (Rezende et al., 2003).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G), de sementes de sorgo submetidas a dois tipos de extratos (folha e caule) e cinco concentrações do extrato de girassol, Sete Lagoas, MG.

FV	GL	PC	G
Tipo de Extrato	1	10758.4**	1123.6**
Concentração	4	3226.4**	183.4 ns
Trat. x Conc.	4	6437.6**	328.6 ns
Resíduos	30	4608.0	85.2
CV (%)		18.44	10.85

** : significativo a 1%, pelo teste Tukey; ns: não significativo.

Para a característica de primeira contagem de germinação, que é considerada um teste de vigor, a

média geral foi de 67%. Na figura 1, foi possível verificar que os extratos a partir de folhas sob as concentrações de 100, 75 e 50% proporcionou germinação de 19, 40 e 64% respectivamente, inibindo o vigor das sementes de sorgo. Entretanto na concentração de 25% (81%) ocorreu o efeito inverso, sendo observado o efeito estimulante na germinação se comparado com a concentração zero (50%), que apresentou valor inferior à concentração de 25%. O efeito alelopático, muitas vezes, não é percebido sobre a percentagem de germinação, que indica o percentual final de germinação no tempo, mas sobre o índice de velocidade de germinação, que indica o tempo necessário para a germinação, ou sobre outro parâmetro do processo (Ferreira & Aquila, 2000). No processo germinativo, junto a água, podem penetrar algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou crescimento das células, podendo também retardar a germinação (Gonzalez et al., 2002).

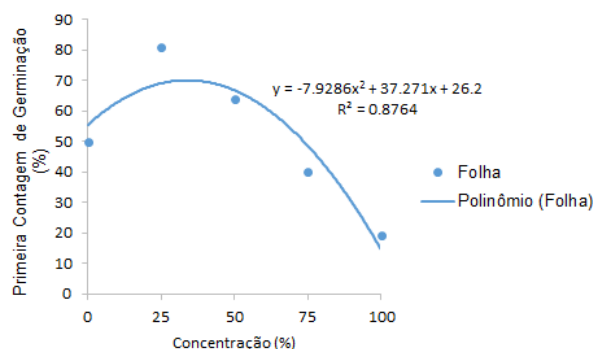


Figura 1: Primeira Contagem de Germinação (PC) de sementes de sorgo submetidas à ação de extratos de folhas de girassol em cinco diferentes concentrações.

Na figura 2, foi observado que os extratos a partir de folhas inibiram a germinação das sementes de sorgo nas diferentes concentrações de 100, 75 e 50% (62, 79 e 85%), porém na concentração de 25% (92%), houve o efeito de estímulo a germinação das sementes de sorgo, se comparado com a concentração zero (81%), que apresentou valores menores que a concentração de 25%. Tal fato pode ser explicado pela baixa concentração (25%) do extrato, em relação aos demais que tiveram efeito negativo na germinação de sementes.

Alguns autores afirmam que a ação das substâncias aleloquímicas não é muito específica, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, dependendo de sua concentração e composição química (Richardson & Williamson, 1988).

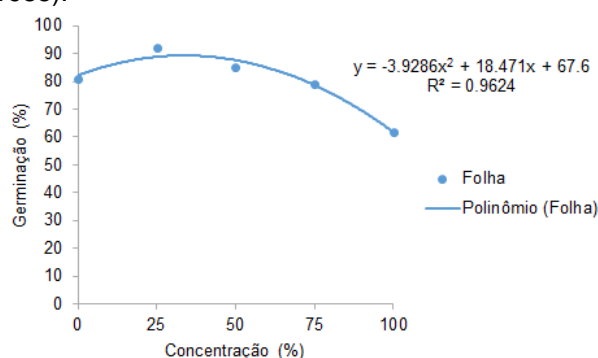


Figura 2: Primeira Contagem de Germinação (PC) de sementes de sorgo submetidas à ação de extratos de folhas de girassol em cinco diferentes concentrações.

As substâncias alelopáticas liberadas por uma determinada planta podem afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (Rezende et al., 2003). Em contrapartida, essas substâncias podem desempenhar a função de proteção, prevenção na decomposição das sementes, redução da dormência, produção de gemas, além de influenciar nas relações com as demais plantas, microrganismos e insetos (Piccolo et al., 2007). Essas interferências alelopáticas raramente são provocadas por uma única substância, sendo comum que o efeito se dê a um conjunto de substâncias, cabendo o resultado final à ação aditiva e sinérgica entre elas. A forma de atuação dos compostos alelopáticos também não é específica, sendo que cada composto afeta mais de uma função nos organismos que os atingem, e a intensidade do efeito são dependentes da concentração do composto, da facilidade de translocação e da rapidez de sua degradação pela planta atingida (Castro et al., 2002).

CONCLUSÃO

Extratos aquosos de folhas e caules, em concentrações acima de 25% afetam negativamente a germinação e vigor de sementes de sorgo.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFSJ e a Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio. Também a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. S.; Filho, S. M.; Innecco, R.; Torres, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alfaca. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1083-6, 2004.

BACAXIXI, P.; RODRIGUES, L.; BUENO, C.; RICARDO, H.; EPIPHANIO, P.; SILVA, D.; BARROS, B. M. C.; & SILVA, T. Teste de germinação de girassol *Helianthus annuus* L. **Revista científica eletrônica de agronomia**, n. 20, 2011.

BHOWMIK, P. C.; INDERJIT. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. **Crop Protection**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 661-671, maio 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 365p.

CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; GOMIDE, M.; FIGUEIREDO, P.A.M. Potencialidades alelopáticas de folhas verdes mais ponteiro de cana-de-açúcar em diferentes concentrações de matéria seca, na germinação de sementes de alfaca. **Ciências**, v.5, p.19-24, 1996.

CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá, PR, Eduem, 2002. cap.VII. p. 105- 122.

CONAB, Conjuntura Mensal, março 2016/ Companhia Nacional de Desenvolvimento. Brasília: Conab, 2016. 8p. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_06_17_15_33_girassol_-_conjuntura_mensal_-_marco_de_2016.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2016.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, p.177-217, 2001.

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de**

Fisiologia Vegetal, Campinas, v. 12, p.175-204, 2000. Edição Especial.

GONZÁLEZ, H. R.; MEDEIROS, D. M.; SOSA, I. H. Efectos alelopáticos de restos de diferentes espécies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratorio. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.7, n.2, p.67-72, 2002.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; QUEIROZ, A. C.; MIRANDA, E. N.; MAGALHÃES, A. L. R.; DAVID, D. B.; & SARMENTO, J. L. R. Composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal das silagens de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 04, p. 1523-1534, 2006.

PASQUALETO, A.; COSTA, L. M.; SILVA, A. A.; SEDIYMA, C. S. Ocorrência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sucessão à culturas de safrinha no sistema plantio direto. 2007.

PICCOLO, G.; ROSA, D. M.; MARQUES D. S.; MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 28, n. 3, p. 381 - 386, 2007.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **B. Agropec**, v. 2, n. 54, p. 1-55, 2003.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

RICHARDSON, D. R.; WILLIAMSON, G. B. Allelopathic effects of shrubs of the sand pine scrub on pines and grasses of the sandhills. **Forest Science**, v. 34, p.592-605, 1988.

SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, p. 75-78, 1988.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Efeito alelopático do extrato de folhas de (*Eucalyptus urophylla*) sobre a germinação de sementes de milho.

Ítalo dos Santos Faria Marcossi⁽¹⁾; Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos⁽²⁾; João Paulo Oliveira Ribeiro⁽³⁾; Karina Mendes Bertolino⁽⁴⁾; Jéssica Letícia Abreu Martins⁽⁵⁾; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais; gustavomaldini@hotmail.com; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽³⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei; ⁽⁶⁾ Professora do curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del Rei

RESUMO: O termo alelopatia é aplicado aos efeitos nocivos das plantas sobre as espécies adjacentes. Este trabalho teve por finalidade testar o possível potencial alelopático do extrato aquoso e alcoólico de folhas frescas de *Eucalyptus urophylla* em diferentes concentrações sobre a germinação de sementes de milho. Foram utilizados extratos aquosos e alcoólicos folhas frescas em concentrações de 25, 50 e 100% em soluções mantidas em repouso por 0, 18 e 24 horas. Não foi encontrado efeito significativo do efeito alelopático do extrato aquoso de folhas frescas de *Eucalyptus urophylla* sobre sementes de milho, entretanto foi observado efeito significativo na inibição da germinação das sementes de milho sobre efeito do extrato alcoólico, porém, tais resultados necessitam de mais estudos.

Termos de indexação: inibição, aleloquímicos, eucalipto.

INTRODUÇÃO

O termo alelopatia é aplicado aos efeitos nocivos das plantas sobre as espécies adjacentes. Refere-se à capacidade que as plantas têm de interferir na germinação de sementes e/ou no desenvolvimento de outras, por meio de substâncias químicas denominadas aleloquímicos (Bedin et al., 2006; Soares & Viana, 2000).

Os aleloquímicos pertencem a diferentes categorias de compostos de metabólitos primários e secundários, presentes nas folhas, flores, frutos, gemas, raiz e casca, podendo ser inseridos no solo através da lavagem no caso das folhas, por exsudados ou pelo processo de decomposição desse material (Azevedo et al., 2007). De acordo com Ferreira & Aquila (2000), a atividade dos

aleloquímicos tem sido utilizada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas.

Uma prática agrícola crescente no Brasil é a implantação de sistemas agroflorestais, esta técnica tem possibilitado o aumento da produção associado ao uso sustentável da terra, consorciando a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais simultaneamente, favorecendo principalmente pequenos agricultores (Bedin et al. 2006). Uma das espécies florestais mais utilizadas para esses sistemas são espécies do gênero *Eucalyptus*. O eucalipto sintetiza aleloquímicos, que podem interferir no crescimento e na germinação de espécies agrônômicas, resultando em problemas para a agricultura.

Na literatura não foram encontrados estudos sobre o efeito alelopático do eucalipto sobre a germinação de semente de milho. Assim, o presente trabalho teve por objetivo, testar o possível potencial alelopático do extrato aquoso e alcoólico de folhas frescas de *Eucalyptus urophylla* em diferentes concentrações sobre a germinação de sementes de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de São João Del Rei *Campi* Sete lagoas. Para elaboração do extrato aquoso e alcoólico foram utilizadas folhas frescas de *Eucalyptus urophylla* coletadas em um plantio de Eucalipto de Clones GG100 nas coordenadas - 18.602147; -44.458703. Foram utilizadas sementes de milho (Híbrido BRS – 1060) adquiridas na Embrapa Milho e Sorgo. Para a obtenção do extrato aquoso de folhas frescas foi realizada a coleta de 200g de folhas frescas de *Eucalyptus urophylla* estas foram maceradas com 1000mL de água destilada, e trituradas durante 1 minuto no liquidificador, o extrato obtido foi filtrado em peneira,

500mL do extrato foram reservados e classificados como 100% (extrato bruto), o restante foi diluído em duas concentrações, 50% e 25% (v/v). O mesmo procedimento citado acima foi utilizado para a obtenção do extrato aquoso de folhas frescas de *E. urophylla* mantido em repouso por 18 e 24 horas. Para a obtenção do extrato alcoólico de folhas frescas foi realizada a coleta de 200g de folhas frescas de *E. urophylla*, estas foram maceradas com 1000mL de álcool etílico 98%, e trituradas durante 1 minuto no liquidificador, o extrato obtido foi filtrado em peneira, 500mL do extrato foram reservados e classificados como 100% (extrato bruto), o restante foi diluído em água destilada em duas concentrações, 50% e 25% (v/v). O mesmo procedimento citado acima foi utilizado para a obtenção do extrato alcoólico de folhas frescas de *E. urophylla* mantido em repouso por 18 e 24 horas.

A qualidade fisiológica das sementes foi verificada pelos Testes de Germinação e Primeira contagem de Germinação de acordo com as regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os substratos foram umedecidos com os extratos aquoso e alcoólico nas 4 concentrações 0% (água destilada); 25% (75% de água destilada e 25% do extrato); 50% (50% de água destilada e 50% do extrato) e 100% v/v (extrato puro). O teste foi realizado em Rolo de Papel Germitest, com 4 repetições de 25 sementes do Híbrido BRS – 1060. Foram acondicionadas em BOD com temperatura constante de 25°C. Este ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Foram realizadas avaliações diárias de germinação, iniciando-se no segundo dia após semeadura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** está representado o resumo da análise de variância para a característica de germinação relacionada aos fatores de concentração, diluição e em relação ao tempo. Houve diferenças significativas apenas para a diluição em água ou álcool, do extrato das folhas frescas de eucalipto. Não ocorreram diferenças significativas para a concentração de diluição, para o tempo e para as interações duplas e triplas entre os fatores testados. Houve diferença significativa para o tipo de diluição, ou seja, extratos aquosos ou extratos alcoólicos. Foi possível verificar que a germinação de sementes de milho em extratos diluídos em álcool foi totalmente inibida. E como não houve efeito de concentração para extratos aquosos, pode se inferir que a inibição aconteceu devido ao álcool utilizado.

O eucalipto tem sido citado como produtor de compostos aleloquímicos, interferindo na produção de diversas culturas próximas às grandes áreas

reflorestadas, resultando em problemas para o agricultor (Afubra & Sindifumo, 2001).

Tabela 1 – Análise de variância dos dados de primeira contagem de germinação % (PC), e germinação % (G), obtidas da germinação de sementes de milho sobre o efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus urophylla*, Sete Lagoas, MG.

FV	GL	PC	G
Concentração	2	26	20,22
Diluição	1	157922**	159800,88**
Tempo	2	26	24,88
Concentração x Diluição	2	26	20,22
Concentração x Tempo	4	19	14,22
Diluição x Tempo	2	26	24,88
Concentração x Diluição x Tempo	4	19	14,22
Resíduo	54	11,33	10,81

** : significativo a 1%, pelo teste Scott-Knott.

Entretanto para os extratos aquosos obtidos de folhas frescas de *E. urophylla* não se obteve influência significativa no percentual de germinação de sementes de milho (**Tabela 2**). Esse resultado condiz com o encontrado por Bedin et. al (2006) na qual extratos de folhas frescas de espécies do gênero *Eucalyptus*, não influenciaram no percentual de germinação de sementes de tomate. Silva et. al (2015) também não observaram inibição da germinação das sementes de *I. purpurea* em extratos de *Eucalyptus. Citriodora*,

Sobre os extratos alcoólicos obtidos de folhas frescas de *E. urophylla* houve influência significativa no percentual de germinação de sementes de milho (**Tabela 2**). Porém, esse resultado pode ter sido mascarado devido a elevadas concentrações de álcool utilizadas na diluição, na qual as sementes de milho foram submetidas. De acordo com Alves et al. (2014) um dos objetivos dos testes de germinação é permitir que as sementes expressem o seu máximo potencial fisiológico, além de fornecer rápidos

resultados. Assim, testes com diluições mínimas devem ser realizadas a fim de comprovar o efeito real do extrato alcoólico sobre a germinação de sementes de milho.

Tabela 2 – Médias de primeira contagem de germinação % (PC), germinação % (G) obtidas da germinação de sementes de milho sobre o efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus urophylla* diluído em água e álcool, Sete Lagoas, MG.

Diluição	PC	G
Água	93,66 a	94,22 a
Álcool	0 b	0 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1%.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso das folhas de *Eucalyptus urophylla* nas concentrações utilizadas não causa inibição da germinação das sementes de milho. A diluição do extrato das folhas com álcool inibiu a germinação das sementes, entretanto novos testes devem ser realizados a fim de confirmar a possível ação do extrato das folhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFSJ Campi Sete Lagoas pelo apoio e a FAPEMIG pelo auxílio.

REFERÊNCIAS

AFUBRA; SINDIFUMO. Preservar o meio ambiente é compromisso de todos: **Manual de reflorestamento**. Santa Cruz do Sul, 20p. 2001

ALVES, C. Z.; DA SILVA CANDIDO, A. C., DE OLIVEIRA, N. C., & DOS SANTOS LOURENÇO, F. M. Teste de germinação em sementes de "Cucumis metuliferus" E. Mey. **Ciencia rural**, v. 44, n. 2, p. 228-234, 2014.

AZEVEDO, V. K.; BRAGA, T. V. S; GOI, S. R. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus eliotti* sobre a germinação de *Lactuca Sativa* L.(alface). 2007. **Anais: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**. 2007.

BEDIN, C.; MENDES, L. B.; TRECENTE, V. C.; SILVA, J. M. S. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate

(*Lycopersicum esculentum* M.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.10, dez., 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: **SND/DNDV/CLV**, 365p. 1992

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.

SILVA, I. C; SILVA, V. M; FERREIRA, V; ENDRES, L. Efeito alelopático do extrato de folhas de (*Eucalyptus grandis*) sobre a germinação de sementes de (*Ipomoea purpurea* L.). **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 2, 2015.

SOARES, G. L. G; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de *Gleicheniaceae*. **Floresta e Ambiente**, v.7,n.1,p.180-197,2000



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**

Efeito do tratamento industrial de sementes com diferentes princípios ativos no desenvolvimento inicial de milho

Janaína Neiverth⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Jhonatan Schlosser⁽³⁾; Jean Carlos Zocche⁽⁴⁾; Ana Paula Antoniazzi⁽⁵⁾; João Vitor Finoketi⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; Guarapuava, PR; E-mail: janaina.neiverth@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor – Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁶⁾ Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

RESUMO: O tratamento de sementes é considerado a forma mais efetiva de proporcionar segurança nas fases iniciais de desenvolvimento das plântulas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas e o índice de clorofila associado a diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, utilizando híbridos comerciais de milho em casa de vegetação. A montagem do experimento foi realizada utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial 4x3 (4 tratamentos x 3 híbridos) sendo os tratamentos: tiodicarbe, imidacloprido, imidacloprido + tiodicarbe nas doses de 3, 2 e 5 ml kg⁻¹, respectivamente, além do tratamento testemunha (sem tratamento). Os tratamentos foram realizados em 3 híbridos comerciais (P30R50 YH, DKB 245 PRO e STATUS VIP3). A coleta de dados ocorreu quando as plântulas encontravam-se no estágio V3 de desenvolvimento (três folhas completamente expandidas). As características avaliadas foram: Índice de Clorofila Falker Total (ICFT); Matéria Verde (MV) e Matéria Seca (MS). Os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os diferentes princípios ativos utilizados não influenciaram o desenvolvimento inicial dos híbridos testados. Os parâmetros Índice de Clorofila Falker Total, Massa Seca e Massa Verde foram influenciados pelo híbrido de milho avaliado. O híbrido STATUS VIP3 destacou-se tanto na produção de clorofila, quanto no acúmulo de massa verde e seca.

Termos de indexação: *Zea mays*, clorofila, inseticidas.

INTRODUÇÃO

O tratamento de sementes é considerado a forma mais efetiva de proporcionar segurança nas fases iniciais de desenvolvimento da plântula, no que se referem ao ataque de patógenos causadores de doenças e insetos (Neegaard, 1979). Este modo de prevenção apresenta custo benefício relativamente baixo quando comparado com as aplicações via foliar além de utilizar pequenas quantidades de produtos que agem diretamente no sitio alvo sendo pouco prejudiciais ao meio ambiente (Fessel et al., 2003).

A semente é um dos principais insumos da agricultura sendo a qualidade um dos fatores primordiais ao estabelecimento de qualquer cultura. A qualidade de sementes é um somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade da semente em originar plantas de alta produtividade (Popinigis, 1985).

De acordo com Bittencourt et al., (2000) a redução da qualidade fisiológica de sementes de milho, condicionada pelos inseticidas usados no tratamento das sementes, varia em função do inseticida, do híbrido e do tempo em que as sementes permaneceram armazenadas após o tratamento.

Neste sentido fica evidente a importância de novos estudos referentes à influência de inseticidas no tratamento de sementes industrial associado a híbridos comerciais recomendados para região de Centro-sul do Paraná, visando melhor qualidade à semente e posteriormente auxiliar na maior produtividade.

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas e o índice de clorofila associados a diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, utilizando híbridos comerciais de milho em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, no município de Guarapuava, Paraná. O tratamento das sementes foi realizado no dia 09/10/2014 com o auxílio de equipamento para tratamento industrial de sementes da marca Gustafson®.

A montagem do experimento em casa de vegetação ocorreu no dia 24 de novembro de 2014, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial 4x3 (4 tratamentos X 3 híbridos) sendo os tratamentos: tiodicarbe (3 mL kg⁻¹), imidacloprido (2 mL kg⁻¹), imidacloprido + tiodicarbe (5 mL kg⁻¹) e testemunha (dose 0). Os tratamentos foram realizados em 3 híbridos comerciais (P30R50 YH, DKB 245 PRO e STATUS VIP3) estes em quatro repetições totalizando 48 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso, de três litros de capacidade, onde foram semeadas três sementes por vaso e posteriormente feito o raleio deixando uma planta por vaso.

As características avaliadas foram: Índice de Clorofila Falker Total (ICFT), índice de clorofila *a* + índice de clorofila *b* - sendo feitas duas leituras, nas duas extremidades das maiores folhas de cada plântula, utilizando o aparelho clorofilLog CFL1030 da marca FALKER; determinação de Matéria Verde (MV) - as plântulas foram retiradas dos vasos, separadas em sistema radicular e parte aérea em seguida pesadas e determinação de matéria seca (MS) - as plântulas dessecadas foram acondicionadas em estufa de ventilação (55°C), visando a determinação da matéria seca por meio de pesagem, após atingir peso constante.

A coleta de dados ocorreu aos 21 dias após a semeadura (DAS) do experimento. Primeiramente a leitura do teor de clorofila e posteriormente aos 24 DAS, onde as plântulas encontravam-se no estágio V3 de desenvolvimento (três folhas completamente expandidas), foi determinado o acúmulo de massa verde e seca.

Os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados obtidos, observou-se que para o Índice de Clorofila Total, Massa Seca e Massa Verde, houve efeito significativo para a fonte de variação híbrido.

Quando analisado os dados obtidos para o tratamento testemunha, o híbrido DKB 245 PRO obteve o menor ICFT (**Tabela 1**). Entretanto, nos demais tratamentos não houve diferença significativa entre os diferentes princípios ativos testados no tratamento das sementes dos híbridos.

Os resultados encontrados por Heinz et al. (2012) também não evidenciaram efeito significativo dos tratamentos de sementes de milho (Rynaxypyr, Thiamethoxam, Rynaxypyr + Thiamethoxam e Imidacloprido + Tiodicarbe) aplicados para o teor de clorofila, como observado neste trabalho.

Comparando as médias de todos os tratamentos em cada um dos híbridos testados para o Índice de Clorofila Falker Total, o híbrido STATUS VIP3 apresentou o maior ICFT, diferenciando-se estatisticamente dos demais (**Tabela 1**).

Essa diferença na quantificação de clorofila em folhas de milho utilizando métodos não destrutivos podem ser interferidos pelas diferenças na estrutura foliar entre os genótipos de milho (Amarante et al., 2010).

Tabela 1 - Médias para o Índice de Clorofila Falker Total (ICFT) de três híbridos de milho submetidos a diferentes tratamentos de semente com inseticida. Guarapuava, PR. 2015.

Híbridos	ÍNDICE DE CLOROFILA FALKER TOTAL (ICFT)				Média ²
	Tratamentos de Sementes ¹				
	Testemunha	T	I	T + I	
P30R50	67,8 a	61,0 a	66,9 a	64,9 a	65,1 b
DKB 245	57,2 b	60,0 a	57,2 a	67,7 a	60,5 b
STATUS	73,6 a	69,1 a	67,8 a	77,9 a	72,1 a
C.V.13,9%					

¹ Tiodicarbe (T); Imidacloprido (I) e Tiodicarbe + Imidacloprido (T+I)

² Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

Com relação ao acúmulo de massa verde e massa seca no estágio V3 de desenvolvimento, o tratamento de semente não influenciou este parâmetro, ou seja, os tratamentos com diferentes princípios ativos não diferiram entre si para os três híbridos testados (**Figura 1 e Figura 2**). Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Dan et al. (2012) para plântulas de soja, que em condições controladas (cultivo em casa de vegetação) o acúmulo de massa seca durante o desenvolvimento inicial das plantas de

soja também não foi afetado pelos tratamentos avaliados, incluindo imidacloprido e imidacloprido + tiodicarbe.

Por outro lado, Dulnik et al. (2014) verificou que a resposta dos híbridos de milho aos tratamentos industrial de sementes, ocorre somente a partir do estágio V6, sendo que os tratamentos a base dos princípios ativos, isolado tiametoxam e em associação imidacloprido + tiodicarbe representou os melhores resultados a campo.

Os híbridos DKB 245 PRO e STATUS VIP3 apresentaram os maiores acúmulos de massa fresca e seca, não diferindo entre si. Já o híbrido P30R50 YH teve o menor acúmulo em todos os tratamentos testados (**Figura 1 e 2**). Portanto, comparado ao híbrido P30R50 YH, o híbrido DKB 254 PRO acumulou 47,0% mais MV e o híbrido STATUS VIP3, cerca de 58,3%.

Esta superioridade do híbrido STATUS VIP3 pode estar relacionada ao seu alto nível de investimento tecnológico, ou seja, se trata de um híbridos simples, de ciclo precoce, que se destaca pelo seu excepcional teto produtivo.

CONCLUSÕES

Os diferentes princípios ativos utilizados não influenciaram o desenvolvimento inicial dos híbridos testados.

Os parâmetros Índice de Clorofila Falker Total, Massa Seca e Massa Verde foram influenciados pelo híbrido de milho avaliado.

O híbrido STATUS VIP3 destacou-se tanto na produção de clorofila, quanto no acúmulo de massa verde e seca.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Núcleo de Plantio Direto que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, I. S.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; SCHWEITZER, C. Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.1, p. 39-50, 2010.

BITTENCOURT, S.R.M.; FERNADES, M. A.; RIBEIRO, M. C.; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos, **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2 p.86-93, 2000.

DAN, M. G. L.; DAN, A. H.; ORTIZ, T. H. L. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de

sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DULNIK, M. R.; MENDES, M. C.; CRUZ, I.; KLUGE, E. R.; FARIA, M. V.; ZOCHE, J. C. Influência de inseticidas no tratamento de sementes industriais em híbridos de milho transgênico a campo. In: XXX Congresso Nacional De Milho e Sorgo, 2014. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2014.

FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

HEINZ, R.; NETO, A. L. V.; GARBIATE, M. V.; MOTA, L. H. S.; CARLESSO, A.; PRADO, W. S.; SUZUKE, R. Desenvolvimento morfofisiológico inicial do milho com diferentes tratamentos de sementes. In: XXIX Congresso Nacional De Milho e Sorgo, 2014. **Anais...** Águas de Lindóia: Embrapa, 2012.

NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London: McMillan, 1979. v.1, 839p.

POPINIGIS, F. Controle de qualidade de sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, 1985, Brasília. Fisiologia da semente... Brasília: AGIPLAN, 1985. p.157. 289p.

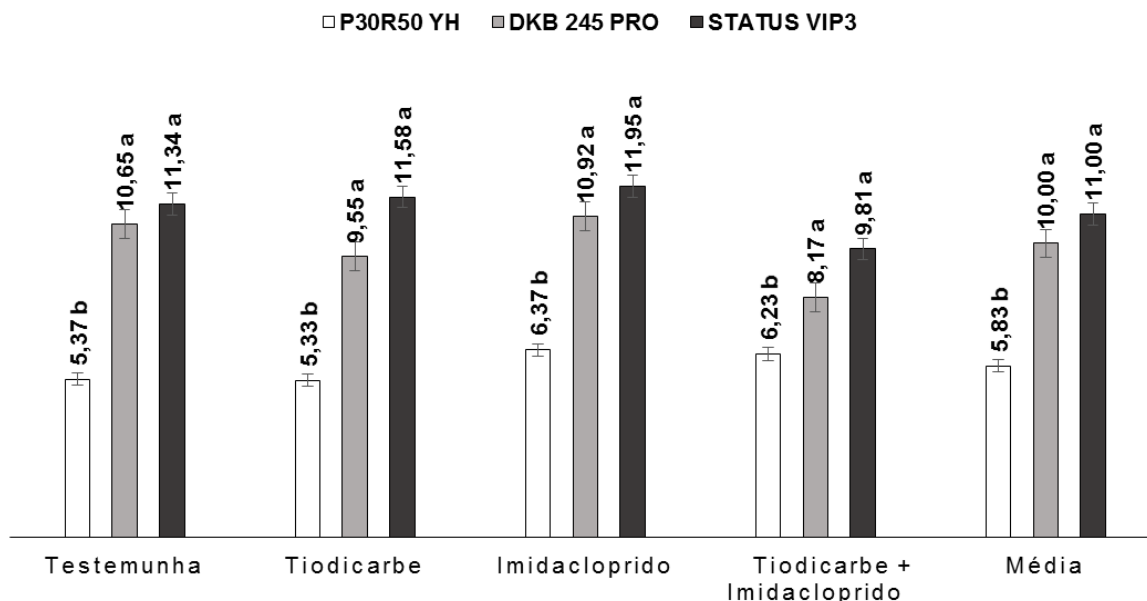


Figura 1. Médias para o acúmulo de Massa Verde em gramas (MV) de três híbridos de milho submetidos a diferentes tratamentos de semente com inseticida. Guarapuava, PR. 2015. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

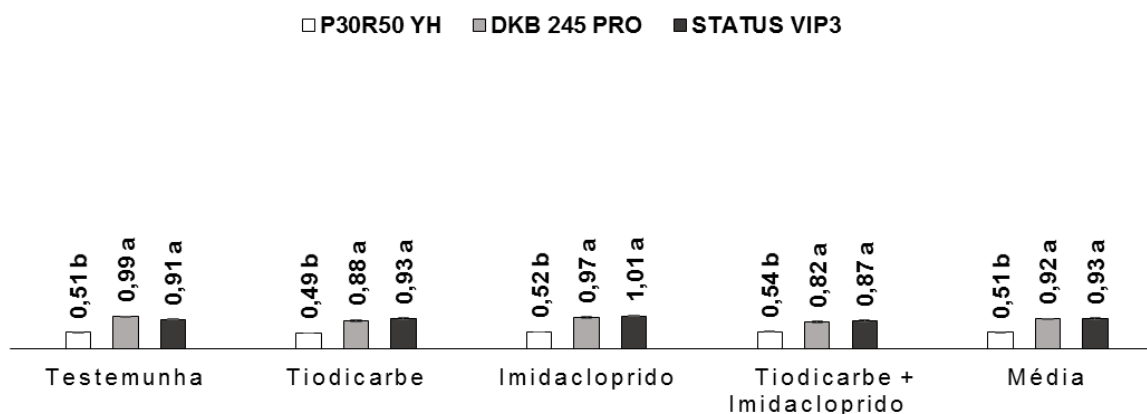


Figura 2. Médias para o acúmulo de Massa Seca em gramas (MS) de três híbridos de milho submetidos a diferentes tratamentos de semente com inseticida. Guarapuava, PR. 2015. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Estudo da condutância estomática associada ao tratamento industrial de sementes com diferentes princípios ativos inseticidas

Janaína Neiverth⁽¹⁾; Marcelo Cruz Mendes⁽²⁾; Luiz Henrique Ilkiu Vidal⁽³⁾; Ana Paula Antoniazzi⁽⁴⁾; Alan Stadler⁽⁵⁾; Marizangela Rizzatti Ávila⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; Guarapuava, PR; E-mail: janaina.neiverth@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁶⁾ Pesquisadora; Instituto Agrônômico do Paraná, IAPAR Londrina.

RESUMO: O tratamento de sementes é importante para proporcionar segurança no desenvolvimento inicial das plântulas, no que se refere ao ataque de insetos e de patógenos causadores de doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a condutância estomática de plântulas de milho provenientes de sementes submetidas a diferentes tratamentos com inseticidas. A montagem do experimento foi realizada utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3 (4 tratamentos x 3 híbridos) sendo os tratamentos: imidacloprido, tiodicarbe e imidacloprido + tiodicarbe, nas doses de 2; 3 e 5 mL kg⁻¹, respectivamente, além da testemunha (sem tratamento). A coleta de dados ocorreu aos 21 dias após a semeadura (DAS) do experimento. A característica avaliada foi a condutância estomática (gs) - sendo realizada uma leitura na primeira folha verdadeira de cada planta, utilizando o analisador portátil de CO₂ por infravermelho - IRGA. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa SISVAR. A condutância estomática é influenciada pelo tratamento de sementes, sendo diferente nos híbridos de milho avaliados. O híbrido DKB 245 PRO destacou-se com a maior condutância estomática, quando as sementes são tratadas com tiodicarbe + imidacloprido.

Termos de indexação: *Zea mays*, imidacloprido, tiodicarbe.

INTRODUÇÃO

O ataque de pragas pode causar falhas na lavoura desde a implantação da cultura do milho. O tratamento de sementes vem sendo amplamente adotado, pois confere proteção à planta,

possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e contribuindo para a obtenção do estande inicial almejado (Baudet & Peske, 2007).

O tratamento das sementes é considerado o método mais eficiente para aplicação de inseticidas no controle de pragas incidentes, durante o desenvolvimento inicial das culturas. De acordo com Bittencourt et al. (2000), a redução da qualidade fisiológica de sementes de milho, condicionada pelos inseticidas usados no tratamento das sementes, varia em função do inseticida, do híbrido e do período em que as sementes permaneceram armazenadas após o tratamento.

O ingrediente ativo imidacloprido, pertencente ao grupo químico dos neonicotinóides, é uma substância sistêmicas de ação inseticida. Já o inseticida tiodicarbe pertence ao grupo químico do metilcarbamato de oxina, e também apresenta ação sistêmica. Estes inseticidas têm sido avaliados principalmente quanto à eficiência no controle de pragas, porém, alguns deles podem provocar efeitos ainda pouco conhecidos, capazes de alterar o metabolismo vegetal.

Neste sentido, fica evidente a importância de novos estudos referentes à influência dos inseticidas no tratamento industrial de sementes associado a híbridos comerciais recomendados para região do Centro-sul do Paraná, visando melhorar a qualidade das sementes e, posteriormente, auxiliar na maior produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a condutância estomática de plântulas de milho provenientes de sementes submetidas a diferentes tratamentos com inseticidas, utilizando híbridos comerciais de milho em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, no município de Guarapuava, Paraná. O tratamento das sementes foi realizado no dia 09/10/2014 com o auxílio de equipamento para tratamento industrial de sementes da marca Gustafson®.

A montagem do experimento em casa de vegetação ocorreu no dia 24 de novembro de 2014, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3 (4 tratamentos x 3 híbridos) sendo os tratamentos: tiodicarbe (3 mL kg⁻¹), imidacloprido (2 mL kg⁻¹), imidacloprido + tiodicarbe (5 mL kg⁻¹) e testemunha (sem tratamento). Os tratamentos foram realizados em três híbridos comerciais (P30R50 YH, DKB 245 PRO e STATUS VIP3), com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso, de três litros de capacidade, onde foram semeadas três sementes por vaso e posteriormente realizado o raleio, deixando uma planta por vaso.

A coleta de dados ocorreu aos 21 dias após a semeadura (DAS) do experimento. A característica avaliada foi a condutância estomática (gs) - sendo realizada uma leitura na primeira folha verdadeira de cada planta, utilizando o analisador portátil de CO₂ por infravermelho - IRGA.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo para as fontes de variação avaliadas: híbridos e ingredientes ativos, para a condutância estomática das plântulas de milho. Vale destacar que ocorreu resposta dos princípios ativos apenas para um dos híbridos empregados no estudo, o DKB 245 PRO (**Tabela 1**). Para este híbrido, a utilização do tratamento imidacloprido + tiodicarbe aumentou a condutância estomática das plantas para 0,09 mol m⁻² s⁻¹ (**Tabela 1**). Já a condutância estomática dos híbridos P30R50 YH e STATUS VIP3 não diferiram para os diferentes tratamentos utilizados.

A avaliação das trocas gasosas representa importante ferramenta na determinação da adaptação e estabilidade de plantas a determinados ecossistemas (Paiva et al. 2005), incluindo a condutância estomática avaliada neste experimento.

Em milho, Bianchi et al. (2007) verificaram que maior condutância estomática ocorre a partir do pendoamento, quando o índice de área foliar máximo é alcançado e em plantas cultivadas sob plantio direto, indicando maior disponibilidade de água no solo, neste sistema.

Alguns inseticidas, como os pertencentes ao grupo dos neonicotinóides, podem conferir, além do efeito protetor contra pragas, efeitos fisiológicos na planta, contribuindo tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plantas (Dan et al., 2012). Estes inseticidas, chamados de bioativadores, são substâncias orgânicas complexas, capazes de modificar o crescimento das plantas (Castro, 2006), como o imidacloprido avaliado neste estudo.

Almeida et al. (2012) verificaram que o tiametoxan (inseticida do mesmo grupo químico do imidacloprido) pode atuar como um potencializador, permitindo a expressão do potencial germinativo das sementes, acelerando o crescimento das raízes e aumentando a absorção de nutrientes pela planta.

O déficit hídrico pode comprometer tanto a absorção de nutrientes das plantas, pelo fechamento de estômatos que reduz o fluxo de água nas plantas, como pela alteração na fotossíntese. A água é importante no fluxo de elétrons, acarreta em desestruturação do aparato fotossintético, que assim, compromete a produção de energia que seria utilizada no metabolismo do nitrogênio e demais nutrientes (Taiz; Zeiger, 2013).

A condutância estomática elevada confere maior eficiência nas trocas gasosas, portanto, maior plasticidade às plantas quando expostas ao déficit hídrico. Caixeta et al. (2010) evidenciaram que a aplicação de inseticidas no tratamento de sementes de milho proporciona maior tolerância das plantas ao déficit hídrico. Assim como na cultura da soja, Balardin et al. (2011) verificaram que o tratamento de sementes com inseticidas tem efeito positivo sobre o rendimento de grãos da cultura.

De acordo com Paiva et al. (2005), o controle estomático é uma importante característica fisiológica por meio da qual as plantas limitam a perda de água, ocasionando reduções na condutância estomática e, geralmente, reduzindo as trocas gasosas como forma de resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse hídrico. Portanto, plântulas de milho que apresentam elevada condutância estomática, como o híbrido DKB 245 PRO quando utilizado o tratamento das sementes com imidacloprido + tiodicarbe, podem apresentar maior resistência ao déficit hídrico, um distintivo importante para a cultura do milho, que confere maior eficiência na carboxilação.

CONCLUSÕES

A condutância estomática é influenciada pelo tratamento industrial de sementes.

O híbrido DKB 245 PRO destacou-se com a maior condutância estomática, quando utilizado o

tratamento das sementes com tiodicarbe + imidacloprido.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Núcleo de Plantio Direto que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho e à Fundação Araucária, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; LAUXEN, L. R.; DEUNER, C. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1619-1628, 2012.

BALARDIN, R. S.; SILVA, F. D.; DEBONA, D.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; TORMEN, N. R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, v.9, n.5, p.22-24, 2007.

BIANCHI, et al. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.315-322, mar-abr, 2007.

BITTENCOURT, S.R.M.; FERNADES, M. A.; RIBEIRO, M. C.; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos, **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2 p.86-93, 2000.

CAIXETA, D.F.; FAGAN, E.B.; SILVA, C.P.L.; MARTINS, K.V.; ALVES, V.A.B.; SILVA, R.B.; GONÇALVES, L.A. Crescimento da plântula de milho à aplicação de inseticida na semente sob diferentes disponibilidades hídricas. **Revista da FVZA**, v.17, n.1, p.78-87, 2010.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1311-1318, 2008.

CASTRO, P.R.C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. **Boletim**, n.32, Série Produtor Rural, USP/ ESALQ/ DIBD, Piracicaba, 46p., 2006.

DAN, L. G. M. et al. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013.

Tabela 1. Médias para a condutância estomática (gs) de três híbridos de milho submetidos a diferentes tratamentos de semente com inseticida, em casa de vegetação. Guarapuava, PR. 2015.

Tratamentos	Condutância estomática (gs) mol m ⁻² s ⁻¹		
	Híbridos		
	P30R50 YH	DKB 245 PRO	STATUS VIP3
Testemunha	0,05 a*	0,04 b	0,04 a
Tiodicarbe	0,06 a	0,05 b	0,05 a
Imidacloprido	0,06 a	0,06 b	0,07 a
Tiodicarbe + Imidacloprido	0,07 a	0,09 a	0,07 a

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

Germinação e avaliação de plântulas em lotes de sementes de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Ronimeire Torres da Silva⁽¹⁾; Maria de Fátima de Queiroz Lopes⁽²⁾; Emanuel da Costa Alves Nome⁽³⁾; Miguel Avelino Barbosa Neto Nome⁽⁴⁾; Riselane de Lucena Alcântara Bruno⁽⁵⁾; Andre Luis da Silva Parente Nogueira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Estudante de doutorado em agronomia; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; ronimeiretorres@hotmail.com; ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾Estudante de mestrado em agronomia, Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; fatimaqueiroz0@gmail.com; emanoelcost@hotmail.com; miguelavelinoneto18@gmail.com; ⁽⁵⁾Professora Departamento: CCA - DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; lanebruno.bruno@gmail.com; ⁽⁶⁾Estudante de Graduação em agronomia; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; andre_nogueira18@hotmail.com.

RESUMO: O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma planta muito utilizada pelos agricultores do nordeste, principalmente por ser uma cultura adaptada as condições de clima e solo do semiárido e por ter elevado teor de proteína bruta. O uso de sementes de elevada qualidade fisiológica é o principal fator para obter uma boa produtividade, a escolha de qual lote usar no plantio é uma escolha que exige o conhecimento da germinação e do desenvolvimento das plântulas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a germinação e as plântulas de sementes de 5 lotes de sorgo (*Sorghum bicolor*). Para esse trabalho utilizou-se sementes proveniente do banco de sementes da Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), safra 2015. Foi avaliada a porcentagem de germinação, comprimento, massa fresca e seca de raiz e parte aérea das plântulas, num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições. As médias foram analisadas pelo teste de Scott knott. A germinação diferiu entre os lotes de sementes utilizados, sendo o lote 1 com maior potencial de germinação 82%, e lote 2 com menor potencial de germinação com 64%,. A avaliação das plântulas seguiu o mesmo principio da germinação com o lote 1 como o que apresentou maior vigor das plântulas. Foi possível concluir que os testes de germinação de avaliação de plântulas são capazes de separar lotes de sementes vigorosos de não vigoroso, e que o lote 1 deve ser indicado para o plantio pelos agricultores sócios da associação.

Termos de indexação: Qualidade de sementes; vigor de plântulas, *Sorghum bicolor*

O cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem crescido muito nos últimos anos principalmente na região nordeste, pela sua elevada adaptabilidade às condições adversas de temperatura e umidade, sendo considerada uma alternativa para o semiárido nordestino, que apresenta longos períodos de estiagem (Morgado, 2005). Em 2007 a Embrapa lançou a cultivar BRS Ponta Negra cultivar de sorgo forrageiro do tipo variedade, resistente ao acamamento, que apresenta alta produção de biomassa com baixo custo, o que favorece aos pequenos agricultores, sendo essa adaptada à região do Semiárido nordestino, tolerante à seca, à toxicidade por alumínio e à acidez do solo.

Outro fator que fez o aumento pela procura do sorgo por parte dos agricultores é a sua característica de brotação, se assemelhando ao milho. Seu elevado teor de carboidratos solúveis e até mesmo proteína bruta é possível fazer o armazenamento sob a forma de silagem, onde serve de alimentação para o rebanho durante as épocas mais secas do ano (Von Pinho et al., 2006).

Para o sucesso de uma lavoura é necessário o uso de sementes de boa qualidade fisiológica, sendo esse um dos fatores limitantes para uma elevada produtividade do sorgo. O uso de sementes com elevada qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, são capazes de proporcionar o estabelecimento adequado de lavouras com populações de plantas uniformes e vigorosas (Carvalho et al., 2000).

Plântulas vigorosas originam plantas produtivas e sua avaliação é importante, pois obtém-se informações relevantes para o agricultor.

O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação e as plântulas de lotes de sorgo forrageiro (*Sorghum*

INTRODUÇÃO

bicolor (L.) Moench) cultivar BRS Ponta Negra para indicação aos produtores da AMPC.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Areia-PB. Utilizou-se 5 lotes de sementes de Sorgo forrageiro Cultivar BRS Ponta Negra, cedido pelo banco de sementes da Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), localizada na zona rural do município de Apodi, RN.

A porcentagem de germinação foi realizada com quatro repetições de 50 sementes. O substrato utilizado foi o rolo de papel germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, os rolos de papel foram mantidos a temperatura de 25°C. As contagens foram efetuadas aos 4 e 10 dias após a instalação (Brasil 2009). Ao fim do teste de germinação foi realizado o comprimento de plântulas. Foram medidas 20 plântulas ao acaso e com parte aérea e da raiz separados, em seguida pesadas em balança analítica obtendo-se a massa fresca das plântulas. As plântulas foram colocadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 65 °C, por 48 horas e pesadas novamente para obtenção da matéria seca.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes. As análises estatísticas das variáveis analisadas foram realizadas utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2010). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes lotes de Sorgo apresentaram diferença estatística quanto ao seu potencial germinativo ($P < 0,05$), sendo o lote 1 o que apresentou maior germinação com 82% (Tabela 1). O lote 2 obteve menor germinação, sendo esse impróprio para o plantio no campo dos agricultores sócios da Associação que cedeu as sementes. De

acordo com Oliveira & Gomes Filho, (2011), a importância de se avaliar a qualidade fisiológica das sementes, incluindo o seu potencial germinativo e vigor, está na separação dos lotes de sementes, e que lotes com baixa qualidade geralmente requerem maior tempo para germinação e emergência das plântulas, o que leva assim ao agricultor maiores gastos. Esse atraso na germinação promove maior exposição das plântulas às condições adversas de clima, como também torna o estande desuniforme (Lanteri et al., 2000).

Na tabela 1, pode-se perceber que a biomassa produzida pelas plântulas, o comprimento da raiz não diferiu estatisticamente entre os lotes, mas o crescimento da parte aérea mostrou o lote 1 como o mais vigoroso (7,07 cm). O teste de comprimento de plântulas é importante, pois este tem como princípio que plântulas com maior comprimento são mais vigorosas, e que produzirão mais (Nakagawa, 1999). E sendo o sorgo bastante utilizado na produção de forragem esse fator torna-se importante, visto que a parte usada pelos agricultores é a parte aérea.

A massa fresca da parte aérea acompanhou o mesmo comportamento do comprimento, pois plântulas maiores resultam, em geral, maior massa fresca, sendo o lote 1 a apresentar maior massa fresca da parte aérea (2,17 cm). Já a massa fresca da raiz os lotes 1, 2 e 3 não diferiram estatisticamente apresentando comprimentos de (1,24; 1,25 e 1,26 cm, respectivamente). Para a variável massa seca da raiz e da parte aérea não houve diferença significativa entre os lotes (tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2011), no qual não observaram diferença na massa seca das plântulas em diferentes linhagens de sorgo.

CONCLUSÕES

Foi possível distinguir a viabilidade dos lotes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench, quando avaliados pela germinação e biomassa de plântulas;

O lote 1 apresenta-se como o mais vigoroso sendo esse indicado para o plantio pelos agricultores da zona rural do município de Apodi, RN, que recebem as sementes da Associação.

AGRADECIMENTOS

A Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos por ceder as sementes usadas no trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, DF, 2009. 365p.

CARVALHO, L.F. et al. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.185-192, 2000.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras, MG, UFLA, 2010. Software.

LANTERI, S. et al. Molecular markers for the priming of pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, n.5, p.607-611, 2000.

MORGADO, L. B. Sorgo. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Eds.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa, Informações Tecnológicas. p. 251-274, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.

OLIVEIRA, A.B. de; GOMES FILHO, E. Estabelecimento de plântulas de sorgo oriundas de sementes osmocondicionadas de diferentes qualidades fisiológicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.2, p.223-229, abr./jun. 2011.

VON PINHO, R. G.; VASCONCEIOS, R. C.; BORGES, L. D.; RESENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.266 - 279, 2006.

Tabela 1 – Valores médios de Porcentagem de Germinação (G%); Comprimento de Raiz e Parte Aérea; Massa Fresca de Raiz e Parte Aérea e Massa Seca de Raiz e Parte Aérea de 5 lotes de sementes de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), oriundas da Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), 2016.

Lotes	G (%)	Comprimento		Massa fresca		Massa seca	
		Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea
		cm		g/plântulas			
1	82 a	6,91 a	7,07 a	1,24 a	2,17 a	0,92 a	1,01 a
2	64 c	6,63 a	5,78 c	1,25 a	2,03 b	0,90 a	0,99 a
3	66 c	6,79 a	5,86 c	1,26 a	1,90 b	0,93 a	0,97 a
4	77 b	6,92 a	6,48 b	1,18 b	2,03 b	0,93 a	0,99 a
5	70 c	7,34 a	5,99 b	1,18 b	1,93 b	0,92 a	1,00 a
CV(%)	6,53	6,61	4,68	3,91	4,99	1,98	1,93

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5%, pelo teste de Scott-Knott.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Influência da densidade de plantio em sementes de duas cultivares sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Maria de Fátima de Queiroz Lopes⁽¹⁾; Tatiana Maria da Silva⁽²⁾; Italo Emerson Trindade Vianna⁽³⁾; Bruno França da Trindade Lessa⁽⁴⁾; Antonia Gardênia Domingos Sousa⁽⁵⁾; Alexandre Bosco de Oliveira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Mestrado em Agronomia; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; fatimaqueiroz0@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante de Doutorado em Agronomia; Universidade Federal do Ceará; ⁽³⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal do Ceará; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal do Vale do São Francisco; ⁽⁵⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal da Paraíba; ⁽⁶⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal do Ceará.

RESUMO: O arranjo de plantas de sorgo sacarino pode influenciar tanto a produção de sementes quanto a sua qualidade. Neste sentido, o experimento objetivou avaliar a influência da densidade de plantio na qualidade de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Foram utilizados as cultivares BRS 506 e SF-15, cultivadas nos espaçamentos entre linhas de 50, 60, 70 e 80 cm e entre plantas de 0,08, 0,12 e 0,16 cm, sendo coletadas panículas da área útil de cada parcela. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes (UFC), as variáveis analisadas foram: peso de panícula (PP), peso de cem sementes (PCS), comprimento da raiz (CR) e parte aérea (CPA) e massa seca de raiz (MSR) e parte aérea de plântulas (MSPA). Em relação ao peso de panícula a cultivar BRS 506 apresentou peso superior (59,27 g) em comparação a cultivar SF-15 (50,00 g). No peso de cem sementes a cultivar BRS 506 mostrou-se superior, apresentando 2,04 g em comparação a SF-15 com 1,34 g. Os valores de matéria seca, tanto para raiz quanto para parte aérea, observou-se a superioridade da cultivar BRS 506, com valores de 0,0038 g e 0,0071 g, respectivamente. Pode-se concluir que a densidade do plantio não influencia na produção de sementes de sorgo sacarino.

Termos de indexação: qualidade fisiológica, espaçamento, semiárido

INTRODUÇÃO

Os bicombustíveis apresentam-se como uma importante alternativa para a redução de poluentes

atmosféricos e ajudam a diminuir a dependência de combustíveis fósseis, preservando o meio ambiente.

De acordo com a FAO (2015), a demanda total de etanol deve crescer para quase 39 bilhões de litros até o final de 2024. Visando essa prioridade mundial a cultura do sorgo sacarino apresenta destaque na produção de etanol e é bastante promissora em função de sua adaptação e rapidez em seu ciclo, características essas, essenciais para sua implantação no nordeste brasileiro. O *S. bicolor* é uma cultura vantajosa para a região semiárida, por apresentar resistência a seca (Ribeiro Filho et al., 2008).

Para garantir seu estabelecimento na região nordeste é necessário obter-se uma melhor eficiência na utilização de recursos de solo, disponibilidade de água e luz. Atualmente vem estudando-se formas para aumento de produtividade dessa cultura, a partir de redução do espaçamento da cultura o que influencia diretamente na produção de sementes e em sua qualidade. Entretanto, informações sobre os efeitos do arranjo de plantas na qualidade fisiológica das sementes produzidas ainda são escassas para a cultura (Quineper et al., 2014). De acordo com Vieira (2007), as sementes consistem em um dos insumos mais importantes para a agricultura, além de ser o único veículo que leva ao agricultor todo potencial genético de uma cultivar com características superiores.

Dessa forma, diante do potencial dessa espécie para a região semiárida o objetivo da pesquisa foi avaliar a influência da densidade de plantio na qualidade de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção das sementes o experimento foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Latitude: 3°45' S; Longitude: 39°15' W) da Universidade Federal do Ceará no município de Pentecoste – CE durante os meses de março a julho do ano de 2015. A semeadura e o cultivo do sorgo sacarino foram realizados em condições de sequeiro. As cultivares utilizadas foram BRS 506 adquirida da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, unidade Milho e Sorgo situada na cidade de Sete Lagoas-MG e SF-15 cedidas pelo Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA.

De acordo com a análise do solo da área do experimento e recomendações de Durões; May; Parrella, (2012) foi realizada adubação de fundação com 30, 50 e 45 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, tendo-se como fontes para cada nutriente os adubos minerais ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Aos vinte dias após a semeadura foi realizada uma adubação de cobertura com 140 e 45 kg.ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente.

Para as duas cultivares em estudo (BRS 506 e SF-15) foram analisados os espaçamentos entre linhas de 50, 60, 70 e 80 cm, e entre plantas de 8, 12 e 16 cm, tendo assim diferentes populações de plantas por hectares.

Foram coletadas panículas da área útil de cada parcela, sendo essa coleta realizada aos 110 dias após semeadura (DAS) para a cultivar BRS 506 e aos 130 DAS para a cultivar SF-15. As panículas foram retiradas com auxílio de tesoura de poda, cortando-as 10 cm abaixo do fim da inflorescência, em seguida levadas para o Laboratório de Análise de Sementes (UFC) onde realizou-se a extração manual e contagem do número de sementes nas panículas, posteriormente o peso de cem sementes foi determinado por meio da pesagem de quatro amostras de 100 sementes para cada tratamento, conforme Santos et al. (2008).

A avaliação das plântulas foi realizada no décimo dia após a instalação do teste de germinação sendo retiradas 20 plântulas aleatórias e submetidas a medições de comprimento da parte aérea e da raiz. Em seguida as partes foram colocadas em sacos tipo *kraft* sendo submetidos a secagem (80°C por 24hs) em estufa de circulação forçada de ar e posterior pesagem em balança analítica (0,001g) para determinação da massa da matéria seca (MARCOS FILHO, 1994).

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e quando atenderam a tais pressuposições foram

realizadas análise de variância (ANAVA) com teste de Tukey (5%) para comparar as médias das duas variedades e os três espaçamentos entre plantas; e estudo de regressão polinomial para analisar os diferentes espaçamentos entre linhas. Quando os dados não atenderam a pelo menos uma das pressuposições da ANAVA, estes foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (5%). A variável TU (%), foi analisada com os dados transformados, através do sistema Boxcox o que possibilitou o ajuste dos dados para realização da ANAVA.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos softwares Action 2.7 (ESTATCAMP, 2014) para transformação Boxcox e teste de Bartlett (teste de variância); Assistat 7.7 beta (SILVA E AZEVEDO, 2009) para os testes de normalidade e Kruskal-Wallis; e Sisvar 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011) para ANAVA com Tukey ou regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao peso de panícula observou-se diferença entre as cultivares avaliadas e entre os espaçamentos entre plantas. Percebe-se que a cultivar BRS 506 apresentou peso superior (59,27 g) em comparação a cultivar SF-15 (50,00 g). Entretanto Pinto et al. (2011), trabalhando com a cultivar EA 955, observaram para a característica em questão um valor de 55,28 g, resultado inferior comparado ao obtido pela cultivar BRS 506. No espaçamento entre plantas, o espaçamento de 16 cm mostrou melhor desempenho em relação aos demais com resultado de 60,62 g. Essa característica é importante, pois está ligada ao rendimento, sendo um critério para a escolha do material que será estabelecido para produção de sementes (Tabela 1).

Na característica peso de cem sementes (Tabela 1) também houve diferença entre as cultivares. A cultivar BRS 506 mostrou-se superior, apresentando 2,04 g em comparação a SF-15 com 1,34 g. Resultado semelhante foi observado por Porto (2010) trabalhando com duas cultivares de milho AG1051 e Itapuã 700 em que a cultivar Itapuã 700 mostrou-se superior possivelmente, em função do ambiente não ter proporcionado a cultivar AG1051 condições para que este desenvolvesse todo o seu potencial genético. O autor relata que nesse caso, o acúmulo de reservas foi carregado para os grãos, de maneira mais eficaz, para o cultivar Itapuã 700. Aspectos que podem estar relacionadas com as diferentes características das cultivares analisadas.

Ainda na Tabela 1, observa-se que a cultivar BRS 506 apresentou resultados superiores no

cumprimento da parte aérea com 12,09 cm em comparação com a SF-15 que apresentou 10,73 cm. Esse resultado pode ser atribuído as características da cultivar que expressou maior vigor, Toledo et al., (2007), afirmam que maiores valores de comprimento médio de plântulas normais, em amostras de sementes ou em partes delas, são avaliadas como mais vigorosas.

Em relação aos valores de matéria seca, tanto para raiz quanto para parte aérea, observou-se a superioridade da cultivar BRS 506, com valores de 0,0038 g e 0,0071 g, respectivamente, enquanto a cultivar SF-15 obteve resultados de 0,0030 g para matéria seca de raiz e 0,0056 g para matéria seca de parte aérea. Carvalho e Nakagawa (2012), afirmam que o vigor da semente está relacionada ao acúmulo de matéria seca acompanhando-se na mesma proporção que essa característica, apresentando o máximo de vigor quando também atingir o máximo peso de matéria seca.

Já para espaçamento entre plantas nota-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a característica peso de panícula. Observando-se que o espaçamento que apresentou melhor resultado foi de 16 cm, apresentando uma média de 60,62 g, sendo superior aos demais espaçamentos entre plantas para essa característica. Esse melhor resultado obtido pode ser atribuído a maior captação de luz pela planta que vai favorecer o processo de fotossíntese e ao enchimento de grãos.

Pode-se observar na Figura 1 que o número de sementes por panícula teve comportamento linear no modelo de regressão. Verificou-se que, a medida que os espaçamentos entre linhas aumentaram também há um aumento no número de sementes por panícula. O menor valor encontrado para o número de sementes está no espaçamento entre linhas de 50 cm, com 184 sementes, e o maior valor no número de semente foi no espaçamento de 80 cm entre linhas com 232 sementes por panículas.

É provável que uma maior eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa tenha sido obtida no maior espaçamento entre plantas, contribuindo para um melhor desenvolvimento e, portanto, no processo de formação das sementes. Entre as cultivares estudadas o potencial para produção de sementes seria bem maior, se não tivesse ocorrido a predação de pássaros durante a condução do experimento em campo.

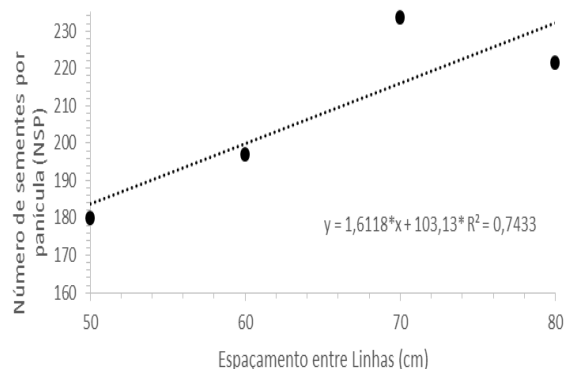


Figura 1 – Número de sementes por panícula (NSP) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas.

*significância pelo teste F 5 % de probabilidade de erro.

Com relação ao comprimento de raiz (CR) foi observado que apenas a cultivar SF-15 apresentou diferença significativa no espaçamento de 8 cm entre plantas (Tabela 2). Em locais com distribuição irregular de chuvas, como na região semiárida, o comprimento da raiz é uma característica que ajuda a planta a se manter no ambiente, pois com raízes mais desenvolvidas a planta tem um maior suprimento de água e esse aprofundamento no solo favorece a sobrevivência da planta as condições de déficit hídrico.

CONCLUSÕES

Nas condições que este trabalho foi realizado pode-se concluir que a densidade do plantio não influencia na qualidade de sementes de sorgo sacarino.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), a Conselho de apoio a pesquisa e a Universidade Federal do Ceará.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588 p, 2012.

ESTATCAMP. Software Action, 2014. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em: 14 agosto. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, V. F. Qualidade de sementes de milho colhidas e despalhadas com altos teores de água. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Lavras, 2012.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. Informativo ABRATES, Londrina, v.4, n. 2, p. 33-35, 1994.

OCDE-FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Perspectivas Agrícolas 2015-2024. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 20/12/15

PINTO, O. R. O.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A.; BRAGA, E. S. Adubação nitrogenada na cultura do sorgo granífero pelo método convencional e por fertirrigação. Agropecuária Técnica v. 32, n. 1, 2011.

PORTO, A. P. F. Cultivares de milho submetidos a diferentes espaçamentos e manejos de capinas no planalto da conquista – BA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2010.

QUINEPER, R. R.; MARTINS, A. B. N.; COSTA, C. J. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino em função do espaçamento e densidade de plantas. In:

Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. da. Utilização colmos do sorgo sacarino na produção de aguardente. In: II Congresso Norte Nordeste de Química. João Pessoa, 2008.

SANTOS, H. C.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; FRAGA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta à adubação com cobre e zinco. Revista Caatinga v.21, n.1, p.64-70, 2008.

SANTOS, P. G.; CASTRO, A. P.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. O. Efeito do espaçamento e densidade de sementeira sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n.3, p.480-487, 2002.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VIEIRA, B.G.T. L. Adequação de metodologia alternativa para o teste de frio em semente de soja. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes). Universidade estadual paulista, Jaboticabal, 2007.

Tabela 1 – Parâmetros físicos em sementes de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a diferentes densidades de plantio.

Tratamentos	PP (g)	PCS (g)	CPA (cm)	MSR (g)	MSPA (g)
CULTIVAR					
BRS 506	59,27 a	2,04 a	12,09 a	0,0038 a	0,0071 a
SF-15	50,00 b	1,34 b	10,73 b	0,0030 b	0,0056 b
EL (cm)					
50	49,16 a	1,69 a	11,32 a	0,0033 a	0,0061 a
60	51,04 a	1,71 a	11,75 a	0,0034 a	0,0066 a
70	57,29 a	1,69 a	11,54 a	0,0036 a	0,0064 a
80	62,05 a	1,67 a	11,02 a	0,0034 a	0,0062 a
EP (cm)					
8	51,09 b	1,67 a	11,38 a	0,0033 a	0,0063 a
12	52,19 ab	1,68 a	11,58 a	0,0034 a	0,0062 a
16	60,62 a	1,72 a	11,69 a	0,0035 a	0,0065 a

Peso de panícula (PP), peso de cem sementes (PCS), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), espaçamento entre linhas (EL) e espaçamento entre plantas (EP); médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância a 5%.

Tabela 2 – Comprimento da raiz (CR) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre plantas.

CULTIVAR	Comprimento da raiz (cm)		
	8	12	16
	----- Espaçamento entre plantas-----		
BRS 506	16,04 a	14,75 a	14,99 a
SF-15	15,14 b	15,25 a	15,89 a

^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Princípios ativos via tratamento de sementes industrial na cultura do milho após armazenamento

Marcelo Cruz Mendes⁽¹⁾; Jean Carlos Zocche⁽²⁾; Paulo Henrique Matchula⁽³⁾; Jhonatan Schlosser⁽⁴⁾; Marizangela Rizzatti Ávila⁽⁵⁾; Dimitrya Amanda Oliveira Felício⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Professor; Universidade Estadual do Centro – Oeste; Guarapuava - PR; E-mail: mcmendes@unicentro.br; ⁽²⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽³⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁴⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisadora; Instituto Agrônomo do Paraná; ⁽⁶⁾ Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

RESUMO: Atualmente, é crescente o interesse pelo tratamento industrial de sementes (TSI), no qual se objetiva potencializar a proteção às plântulas, contra a ação de patógenos e insetos-pragas, podendo assim proporcionar a manutenção da qualidade sanitária e fisiológica das sementes. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de princípios ativos via tratamento de sementes na cultura do milho após o armazenamento. O experimento foi conduzido no campus Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, na cidade de Guarapuava-PR em laboratório e casa de vegetação. Primeiramente foi instalado um Teste Padrão de Germinação (TPG) realizado segundo as Regras para Análise de Sementes – RAS. Simultaneamente, foi instalado um experimento em casa de vegetação, sendo o delineamento experimental utilizado o inteiramente casualizado com quatro repetições (5 tratamentos x 4 híbridos x 4 repetições). Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR. O tratamento industrial de sementes influenciou a germinação e a matéria seca da raiz das sementes após de armazenamento em condições ambiente, sendo este dependente do princípio ativo e híbrido estudado.

Termos de indexação: *Zea mays*, germinação, neonicotinóides, matéria seca.

INTRODUÇÃO

Na cultura do milho (*Zea mays* L.), a sanidade das sementes esta diretamente relacionada ao seu desempenho no campo, visto que o estabelecimento de bons estandes esta ligado a melhores produtividades (Tanaka, 2001).

Posteriormente a sua produção, as sementes precisa ser direcionada para as regiões agrícolas, o

que sempre envolve a necessidade de armazenamento, o qual é uma etapa essencial na produção de sementes de qualidade.

Atualmente as sementes de milho, podem ser tratadas, por meio do tratamento sementes industrial (TSI), porém existe a necessidade de geração de pesquisas que possibilite associação do TSI, como o tempo de armazenamento e a escolha do híbrido de milho utilizado.

Vale ressaltar que, embora a principal finalidade do tratamento de sementes ser a proteção contra fungos de solos, pragas de armazenamento e pragas que atacam a plântula nos estádios iniciais, o tratamento pode controlar fungos relacionados a deterioração durante um determinado período de armazenamento (Carvalho, 1992).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de princípios ativos via tratamento de sementes industrial na cultura do milho após o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento fora conduzido no campus Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, na cidade de Guarapuava-PR. Foram utilizados 4 híbridos comerciais de milho: P30R50YH, 2B707Hx, 2B587Hx (Dow Agrosience) e o DKB 250 VTPRO2 (Monsanto - Dekalb) e os tratamentos industriais testados foram: Tratamento controle (sem aplicação), Tiametoxam 3 ml/kg, Imidacloprido + Tiodicarb 4 ml/kg, Imidacloprido 2 ml/kg e Tiodicarb 3 ml/kg, totalizando 5 tratamentos, com o auxílio de equipamento para tratamento industrial de sementes da marca Gustafson®.

Em seguida, as sementes foram armazenadas em condições ambiente (laboratório), por um período de 100 dias.

Primeiramente foi instalado um Teste Padrão de Germinação (TPG), segundo as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Simultaneamente ao TPG, foi instalado um experimento em casa de vegetação, sendo o delineamento experimental utilizado o inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 80 parcelas (5 tratamentos x 4 híbridos x 4 repetições).

Cada parcela foi constituída por um vaso, de 3 litros de capacidade, completados com solo de barranco, onde foram semeadas três sementes por vaso, em seguida, feito o raleio deixando uma planta por vaso.

Posteriormente, após 23 dias de instalação em casa de vegetação, quando as plântulas encontravam-se no estágio V2, foram avaliadas as seguintes características: determinação de matéria verde (MV), determinação de matéria seca (MS).

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar (**Tabela 1**) que as germinações de todos os híbridos encontravam-se em alta porcentagem, mesmo após o armazenamento em condição ambiente. Porém, houve efeito significativo a para os tratamentos industriais com diferentes princípios ativos e híbridos de milho avaliados.

Para os diferentes princípios ativos avaliados houve diferença significativa para o tratamento tiodicarbe e imidacloprido + tiodicarbe, quando avaliado o híbrido DOW 2B707PW. Quando avaliado o híbrido DOW 2B587PW foi possível observar diferença significativa para os tratamentos industriais Tiametoxicam, Imidacloprido e imidacloprido + tiodicarbe, este fato permite-nos inferir que os tratamentos industriais avaliados tem efeito diferentes na germinação de acordo com o híbrido de milho utilizado e o tratamento de semente pode causar efeito fitotóxico.

Como constatado por Silva (2009), que obteve efeito fitotóxico do imidacloprido em sementes de milho, diminuindo sua porcentagem de germinação. Desta forma, Oliveira e Cruz (1986) também

constataram que sementes de milho tratadas com diferentes inseticidas causam e diminuem sua germinação em sementes armazenadas. Isso pode evidenciar a ação positiva do uso do tratamento de sementes industrial, utilizando polímeros de revestimento.

Na **Tabela 2**, estão os dados de matéria fresca e matéria seca, para a parte aérea para os diferentes princípios ativos no tratamento de sementes, nota-se que apenas houve efeito significativo para a fonte de variação híbridos, não havendo efeito para o tratamento de sementes. Ou seja, os princípios ativos não influenciaram o desenvolvimento da parte aérea, após o armazenamento em condições ambiente após 100 dias.

CONCLUSÕES

O tratamento industrial de sementes influenciou a germinação e a matéria seca da raiz das sementes após de armazenamento em condições ambiente, sendo este dependente do princípio ativo e híbrido estudado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro no estudo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 365p., 2009

CARVALHO, M.L.M. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. 1992. 96f. **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 6, p. 759-785, jun. 1986.

SILVA, L. H. DE C. Qualidade de sementes de milho tratadas com inseticidas, ao longo do armazenamento. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Lavras, 2009.



TANAKA, M.A.S. Sobrevivência de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho mantidas em duas condições de armazenamento. *Fitopatologia brasileira*, v.26, n.1, p.60-64, 2001.

Tabela 1. Teste de germinação após armazenamento, em condição ambiente, em híbridos de milho submetidos a diferentes princípios ativos no tratamento industrial de sementes. Guarapuava – PR.

Híbridos	Testemunha	Tiametoxicam	Imidacloprido (I)	Tiodicarbe (T)	T+ I	Média
P30R50YH	97,5 A a	96,5 A a	96,0 A a	95,0 A b	94,5 A b	95,9 b
DOW 2B707PW	98,5 A a	97,0 A a	98,0 A a	94,5 B b	94,5 B b	96,5 b
DKB250VTPRO2	99,0 A a	96,5 A a	99,0 A a	98,5 A a	97,0 A a	97,6 a
DOW 2B587PW	99,5 A a	95,5 B a	96,5 B a	99,5 A a	97,0 B a	98,0 a
Média	98,62 A	96,3 B	97,37 A	96,87 B	95,75 B	CV 1,86

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha para cada híbrido, não diferem estatisticamente entre si pelo médias Scott-Knott, ao nível de probabilidade 5%.

Tabela 2. Matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e Matéria fresca e seca da raiz (MFR e MSR), em gramas, após armazenamento, em condição ambiente, de híbridos de milho submetidos a diferentes princípios ativos no tratamento de sementes industrial (TSI). Guarapuava – PR.

TSI*	Matéria fresca da parte aérea (MFPA-g)					Matéria seca da parte aérea (MSPA-g)				
	Híbridos					Híbridos				
	30R50	2B707	DKB250	2B587	Média	30R50	2B707	DKB 250	2B587	Média
1	0,7 A a	1,2 A a	1,2 A a	1,2 A a	1,1 a	0,7 A a	0,8 A a	0,8 A a	0,7 A a	0,7 a
2	0,7 A a	1,0 A a	1,0 A a	1,5 A a	1,0 a	0,5 A a	0,2 A a	0,8 A a	0,7 A a	0,7 a
3	0,7 A a	0,9 A a	1,1 A a	1,3 A a	1,0 a	0,6 B a	0,8 A a	0,8 A a	0,5 B a	0,7 a
4	0,6 B a	0,8 B a	0,9 B a	1,3 A a	1,8 a	0,6 A a	0,7 A a	0,7 A a	0,8 A a	0,7 a
5	0,6 B a	1,0 A a	1,1 A a	1,5 A a	1,0 a	0,5 A a	0,7 A a	0,7 A a	0,8 A a	0,7 a
Média	0,7 C	1,0 B	1,1 B	1,5 A	CV.44,1	0,6 B	0,8 A	0,8 A	0,7 B	CV.18,7
TSI	Matéria fresca da raiz (MFR-g)					Matéria seca da raiz (MSR-g)				
	Híbridos					Híbridos				
	30R50	2B707	DKB250	2B587	Média	30R50	2B707	DKB250	2B587	Média
1	3,0 B a	5,2 A a	3,5 B a	5,2 A a	4,7 a	0,7 A a	1,0 A a	0,9 A a	1,0 A a	0,9 a
2	3,1 A a	5,5 A a	4,1 A a	5,0 A a	4,4 a	0,7 B a	1,2 A a	1,0 A a	1,1 A a	1,0 a
3	3,4 A a	2,9 A b	4,8 A a	4,0 A a	3,8 a	0,6 B a	0,7 B a	1,1 A a	0,7 B b	0,8 b
4	3,2 A a	4,8 A a	3,0 A a	3,8 A a	3,7 a	0,6 A a	0,9 A a	0,8 A a	0,7 A b	0,7 b
5	3,5 B a	5,4 A a	3,1 B a	2,3 B b	3,6 a	0,7 A a	1,0 A a	0,5 A b	0,5 A b	0,7 b

Média	3,3 B	4,8 A	3,7 B	4,7 B	CV.34,5	0,7 B	1,0 A	0,8 A	0,8 A	CV.32,2
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------------

*TSI – tratamento de sementes industrial, sendo: 1 = Testemunha (sem tratamento de sementes) , 2 = Tiametoxan, 3 = Imidacloprido, 4 = Tiodicarbe e 5 = Tiodicarbe + Imidacloprido. Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo Teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Qualidade de sementes de Sorgo Sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) em função da densidade de plantio.

Maria de Fátima de Queiroz Lopes⁽¹⁾; Tatiana Maria da Silva⁽²⁾; André Luís da Silva Parente Nogueira⁽³⁾; Bruno França da Trindade Lessa⁽⁴⁾; Ronimeire da Silva Torres⁽⁵⁾; Alexandre Bosco de Oliveira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Mestrado em Agronomia; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; fatimaqueiroz0@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante de Doutorado em Agronomia; Universidade Federal do Ceará; ⁽³⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal do Ceará; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal do Vale do São Francisco; ⁽⁵⁾ Estudante de Doutorado em Agronomia; Universidade Federal da Paraíba; ⁽⁶⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal do Ceará

RESUMO: A cultura do *Sorghum bicolor* (L.) Moench apresenta-se promissora para produção de alimentos humanos e animais e também para produção de etanol e vários outros produtos, e sua produtividade esta diretamente relacionada ao arranjo de plantas, o que pode interferir na qualidade das sementes produzidas. Neste experimento objetivou avaliar a qualidade das sementes de cultivares de sorgo sacarino produzidas em diferentes densidades de plantas. Foram utilizados as cultivares BRS 506 e SF-15, cultivadas nos espaçamentos entre linhas de 50, 60, 70 e 80 cm e entre plantas de 0,08, 0,12 e 0,16 cm, sendo coletadas panículas da área útil de cada parcela. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes (UFC), as variáveis analisadas foram: Teor de água (TA), porcentagem de germinação (G%), primeira contagem de germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) e envelhecimento acelerado (EA). O teor de água não diferiu nos espaçamentos de 50 e 60 cm. Verificou-se que a germinação da cultivar BRS 506 (91%) foi superior àquela da cultivar SF-15 (80%). O que pode ter resultado da interferência de fatores intrínsecos que possivelmente afetaram a germinação das sementes. O valor máximo para Primeira Contagem de germinação foi de 62,65 % no espaçamento de 50 cm entre linhas. Em relação ao IVG para os espaçamentos entre linhas, a cultivar BRS 506 apresentou maior valor no espaçamento de 80 cm, com IVG de 11,71. O arranjo de plantas não influencia a qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), sendo a cultivar BRS 506 a que obteve um melhor comportamento para cultivo nas condições do semiárido

Termos de indexação: espaçamento, qualidade fisiológica, produção de sementes

INTRODUÇÃO

Atualmente registra-se uma preocupação na obtenção de fontes renováveis de combustíveis, através de processos que diminuem a dependência do uso de combustíveis fósseis e a cultura do sorgo sacarino insere-se nesse perfil, apresentando grande importância no cenário global. Para a região Nordeste, essa cultura apresenta-se como grande promissora, por ser uma planta adaptada a condições de estresse abióticos, como umidade e temperatura do ar (Assis & Morais, 2014). A utilização de sementes que apresentam uma boa qualidade se faz indispensável para se obter sucesso na implantação da cultura no campo e consequentemente alcançar a produtividade significativa esperada. De acordo com Vieira (2007), as sementes consistem em um dos insumos mais importantes para a agricultura, além de ser o único veículo que leva ao agricultor todo potencial genético de uma cultivar com características superiores.

Dentre os vários fatores que interferem na qualidade das sementes, a escolha da área, bem como a densidade de plantas são aspectos que devem ser levados em consideração (Mattioni et al. 2013). Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade das sementes de cultivares de sorgo sacarino produzidas em diferentes densidades de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para obtenção das sementes foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu (Latitude: 3°45' S; Longitude: 39°15' W) pertencente a Universidade Federal do Ceará no município de Pentecoste – CE, durante os meses de março a julho do ano de 2015. A semeadura e o cultivo do sorgo sacarino foram realizados em condições de sequeiro. Utilizando-se as cultivares BRS 506, adquirida da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, unidade Milho e Sorgo, situada na cidade de Sete Lagoas/MG e SF-15, cedidas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA.

Foram coletadas panículas da área útil de cada parcela, sendo essa coleta realizada aos 110 dias após semeadura (DAS) para a cultivar BRS 506 e aos 130 DAS para a cultivar SF-15. As panículas foram retiradas com auxílio de tesoura de poda, cortando-as 10 cm abaixo do fim da inflorescência, em seguida levadas para o Laboratório de Análise de Sementes (UFC) onde realizou-se a determinação do teor de água, utilizando-se trinta sementes para cada repetição (4 repetições) para cada tratamento empregando o método de estufa a 105±3 °C. Os dados foram expressos em percentagem (%), calculada com base na massa úmida. Para o teste de germinação as sementes foram envelhecidas utilizando a metodologia do teste de envelhecimento. Sendo colocadas dentro de sacos de filó e em seguida espalhadas sobre uma tela de alumínio inserida em caixa “gerbox”, contendo 40 mL de água destilada e acondicionadas em câmara tipo BOD (*bioquímica oxygen demand*) por 96 horas a 41°C (VAZQUEZ, 2011).

Após o envelhecimento das sementes, foi realizado o teste de germinação sendo quatro repetições de 50 sementes distribuídas sobre três folhas papel para germinação, umedecidas com água 3 vezes sua massa seca, e mantidas a 25 °C, com avaliações no quarto e décimo dia após a instalação do teste. A Primeira contagem de germinação foi conduzida juntamente com o teste de germinação, considerando o percentual de plântulas normais aos quatro dias após a instalação do teste. O Índice de velocidade de germinação foi conduzido conjuntamente com o teste de germinação em que: $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, sendo G1, G2, Gn = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem, conforme Maguire (1962).

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e quando atenderam a tais pressuposições foram realizadas análise de variância (ANOVA) com teste de Tukey (5%) para comparar as médias das duas variedades e os três espaçamento entre plantas; e estudo de regressão polinomial para analisar os diferentes espaçamento entre linhas. Quando os dados não atenderam a pelo menos uma das pressuposições da ANOVA, estes foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (5%). As variáveis PC, IVG e Germinação foram analisadas com os dados transformados, através do sistema Boxcox o que possibilitou o ajuste dos dados para realização da ANOVA.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos softwares Action 2.7 (ESTATCAMP, 2014) para transformação Boxcox e teste de Bartlett (teste de variância); Assistat 7.7 beta (SILVA E AZEVEDO, 2009) para os testes de normalidade e Kruskal-Wallis; e Sisvar 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011) para ANOVA com Tukey ou regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Verifica-se que a germinação da cultivar BRS 506 (91%) foi superior àquela da cultivar SF-15 (80%). Esse resultado pode ser atribuído a interferência de fatores intrínsecos ou ambientais que possivelmente afetaram a germinação das sementes. Um fato importante com relação a germinação das cultivares é que, a qualidade das sementes é apenas um dos fatores para garantir uma boa produtividade e além disso, tem-se outros fatores que podem estar diretamente envolvidos, como os fatores do ambiente entre eles estão a disponibilidade de água, temperatura, luminosidade e fertilidade do solo. Ullmann et al., (2015) trabalhando na região do cerrado com a cultivar BRS 506 também observaram elevadas percentagens de germinação chegando a obter percentagens médias de 94%.

Tabela 1 – Porcentagem de germinação de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a diferentes densidades de plantio.

TRATAMENTOS	G (%)
CULTIVAR	
BRS 506	91 a
SF-15	80 b
EL (cm)	
50	85 a
60	89 a

70	85 a
80	86 a
EP (cm)	
8	87 a
12	84 a
16	85 a

Germinação (G), espaçamento entre linhas (EL) e espaçamento entre plantas (EP); médias seguidas da mesma letra nas colunas em cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância a 5%.

Na Tabela 2 o teor de água nas duas cultivares não diferiram nos espaçamentos de 50 e 60 cm, à medida que esse espaçamento entre linhas aumentou para 70 cm houve um aumento significativo no genótipo SF-15, havendo um decréscimo no espaçamento seguinte de 80 cm, passando de 11,63% para 7,98%.

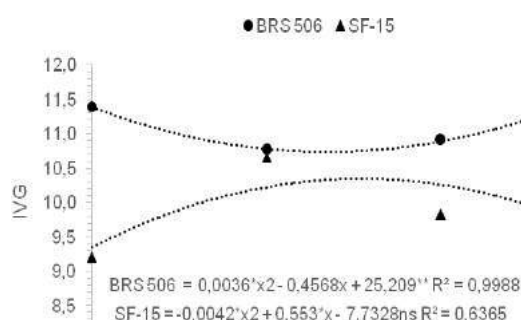
Tabela 2 – Teor de água (TA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

CULTIVAR	Espaçamento entre linhas			
	50	60	70	80
BRS 506	9,57 a	9,25 a	8,82 b	10,28 a
SF-15	10,09 a	9,25 a	11,63 a	7,98 b

^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 2 consta a análise dos desdobramentos do teor de água das cultivares dentro de cada espaçamento entre linhas

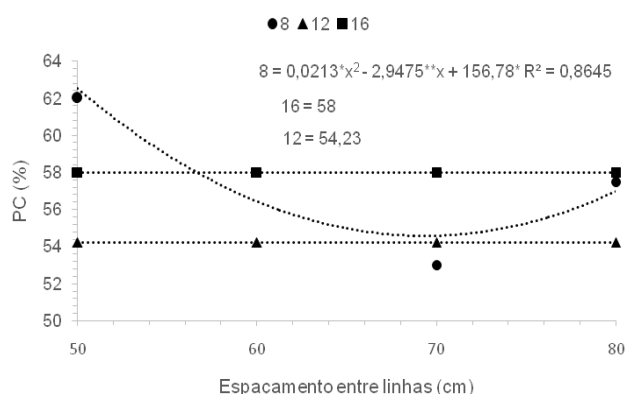
Na Figura 1 pode ser observado o comportamento das duas cultivares em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) para os espaçamentos entre linhas. A cultivar BRS 506 apresentou um menor valor no espaçamento de 63,44 cm, com IVG de 10,72. Já o maior valor foi encontrado no espaçamento de 80 cm, com IVG de 11,71. A cultivar SF-15 obteve resultados inferiores no IVG, quando comparados com os valores da cultivar BRS 506. O menor valor encontrado foi no espaçamento de 50 cm, com IVG de 9,42, enquanto o maior valor foi no espaçamento de 65,83 cm com IVG de 10,47. O Índice de velocidade de germinação é importante na avaliação da qualidade das sementes, pois de acordo com Marcos Filho (2005) este teste mede a velocidade com que as plântulas emergem do solo, portanto quanto maior for o índice maior será o vigor das sementes.



*significância pelo teste F 5 % de probabilidade de erro.

Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVG) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de genótipo.

Observa-se que o espaçamento entre plantas de 8 cm obteve valor mínimo de 54,81% na primeira contagem de germinação para o espaçamento entre linhas de 69,19 cm (Figura 2). Enquanto que o valor máximo obtido para primeira contagem foi de 62,65 % para o espaçamento de 50 cm entre linhas. Os demais espaçamentos entre plantas não se ajustaram a nenhum modelo proposto. Os valores das duas cultivares avaliadas diferiram dos valores encontrados por Vasquez et al., (2011), que trabalhando com diferentes lotes de sorgo granífero cultivar BRS 610 obtiveram valores de primeira contagem bem superiores que variaram de 87 a 100%. Esse resultado pode ser atribuído ao fato do autor ter trabalhado com um híbrido simples de geração F1, enquanto que, este trabalho foi conduzido com sementes de geração F2.

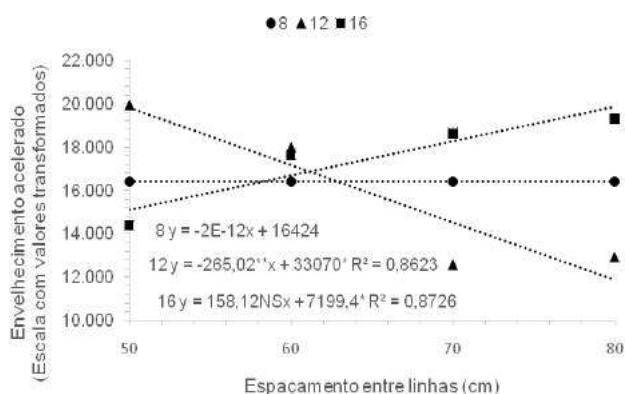


** : * significância pelo teste F, respectivamente, a 1 e 5 % de probabilidade de erro.

Figura 2. Primeira contagem de germinação (PC) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos

diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.

Na Figura 3, observa-se o comportamento das duas cultivares no teste de envelhecimento acelerado em relação ao desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas. No espaçamento de 16 cm entre plantas observa-se o valor de 71,79 % de germinação das sementes obtidas no espaçamento de 50 cm entre linhas e 80,99 % de germinação no espaçamento de 80 cm entre linhas. De acordo com o gráfico o comportamento foi linear crescente. No espaçamento de 12 cm entre plantas o resultado foi de 82,07 % de germinação para o espaçamento de 50 cm entre linhas e de 68,72 % de germinação para o espaçamento de 80 cm entre linhas. Esse comportamento diferente do anterior foi linear decrescente. Já o espaçamento de 8 cm entre plantas não se ajustou a nenhum modelo proposto.



¹Dados previamente transformados pelo sistema Box-Cox ($\lambda = 2,44949494949$); \bar{Y} : Média dos dados originais; VR: Valores reais. **: * significância pelo teste F, respectivamente, a 1 e 5 % de probabilidade de erro.

Figura 3. Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.

CONCLUSÕES

O arranjo de plantas não influencia a qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench), sendo a cultivar BRS 506 a que obteve um melhor comportamento para cultivo nas condições do semiárido.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), a Conselho de apoio a pesquisa e a Universidade Federal do Ceará.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R.T.; MORAIS, C. G. Sorgo sacarino, a segunda safra do etanol no Brasil. Circular técnica 11, Araxá Minas Gerais, 2014.

ESTATCAMP. Software Action, 2014. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em 14 agosto de 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MATTIONI, N. M.; SCHUCH, L. O. B.; VILLELA, F. A.; ZEN, H. D.; MERTZ, L. M. Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias v.8, n.4, p.656-661, 2013.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VAZQUEZ, G. H.; BERTOLIN, C. B.; SPEGIORIN, C. N. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Revista Brasileira de Biociências, v. 9, p.18-24, 2011.

VIEIRA, B.G.T. L. Adequação de metodologia alternativa para o teste de frio em semente de soja. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) Universidade estadual paulista, Jaboticabal, 2007.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Qualidade fisiológica associada ao padrão de hidratação em sementes de milho sob déficit hídrico

Camila Segalla Prazeres⁽¹⁾; Cileide Maria Medeiros Coelho⁽²⁾

⁽¹⁾Estudante de Pós-graduação; Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UEDESC; Lages, SC; cami.agro@gmail.com.

⁽²⁾Professor Adjunto do Departamento de Agronomia; Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UEDESC.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o padrão de hidratação de sementes de dois híbridos de milho em Polietileno glicol 6000 e relacioná-los com a qualidade fisiológica das sementes. Avaliaram-se dois híbridos triplos de milho, provenientes de uma empresa localizada no município de Coxilha, RS. Realizou-se o teste de germinação e o comprimento de plântula como medida de vigor. A curva de hidratação foi realizada com embebição das sementes em solução de PEG 6000 à -0,3 MPa. Os resultados da curva de hidratação foram relacionados com a qualidade fisiológica das sementes. Verificou-se que as sementes apresentaram protrusão radicular em 72 ou 96 horas. Houve um prolongamento da fase II para os híbridos. O híbrido H1, considerado de maior vigor demonstrou maior velocidade de hidratação (72 horas) em relação às sementes do híbrido de menor vigor (H2), em função do padrão de hidratação em PEG 6000. O padrão de hidratação das sementes de milho submetidas à condição de -0,3 Mpa por PEG 6000 explica a qualidade fisiológica das sementes.

Termos de indexação: *Zea mays* L., linhagens, polietileno glicol.

INTRODUÇÃO

O processo de hidratação é caracterizado, inicialmente, por rápida absorção de água e aumento do potencial hídrico do embrião, seguido de redução acentuada na velocidade de hidratação (VILLELA et al, 2003), finalizando com a ocorrência da emergência da radícula (NONOGAKI et al., 2010).

Em condições ótimas de abastecimento, a absorção de água pelas sementes segue um padrão trifásico, refletindo em diferentes processos físicos e metabólicos que conduzem água movimento em cada fase (BEWLEY et al., 2013), porém, se a semente sofre um déficit hídrico, o padrão de

hidratação pode ser modificado.

A utilização de sementes vigorosas é fundamental para a uniformidade e velocidade e emergência inicial das plântulas de milho (SBRUSSI; ZUCARELI, 2014). Testes de germinação e vigor associados com o padrão de hidratação das sementes pode ser um parâmetro para a escolha de híbridos de milho que também sejam tolerantes ao déficit hídrico.

O objetivo do trabalho foi avaliar o padrão de hidratação de sementes de dois híbridos de milho em Polietileno glicol 6000 e relacioná-los com a qualidade fisiológica das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, no município de Lages, SC. Dois híbridos triplos de milho, denominados H1 e H2, foram utilizados no trabalho. A curva de hidratação ao longo do processo de germinação foi monitorada conforme o acréscimo de umidade da semente, utilizando-se o método padrão da estufa a 105±3°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

A curva de hidratação foi realizada em rolos de papel "tipo germitest" embebidas em Polietileno glicol 6000 à -0,3 MPa. A quantidade de PEG 6000 utilizada foi determinada conforme a metodologia proposta por Villela et al. (1991). Os tempos da curva de hidratação em PEG 6000 corresponderam a 0, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Considerou-se o tempo de ocorrência de germinação de 50% das sementes (T50) quando atingiram 2 mm de radícula.

O teste de germinação foi realizado conforme o RAS (BRASIL, 2009), com quatro sub-amostras de 50 sementes em rolos de papel "tipo germitest", que permaneceram durante sete dias a uma temperatura de 25°C. Após esse período foi realizada a contagem de plântulas normais.

O comprimento de plântulas foi realizado com quatro sub-amostras de 20 sementes em substrato

de papel "tipo germitest", umedecido com água destilada 2,5 vezes o peso do substrato seco. As sementes foram distribuídas em duas fileiras no substrato posicionadas na parte superior e direcionadas com a ponta da radícula para baixo, onde permaneceram em germinador à temperatura de 25°C por quatro dias. Após esse período as plântulas normais foram medidas com régua (NAKAGAWA, J., 1999).

Delineamento e análise estatística

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Empregou-se o teste F, Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão. As análises foram realizadas através do *Software SAS System*® 9.0 (SAS, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Polietileno glicol 6000 induziu a um prolongamento da fase II, resultando em uma protrusão radicular (T50) entre 72 e 96 horas de hidratação para os híbridos H1 e H2, respectivamente (**Figura 1**). Os teores médios de água nas sementes foram de 10% a 36%.

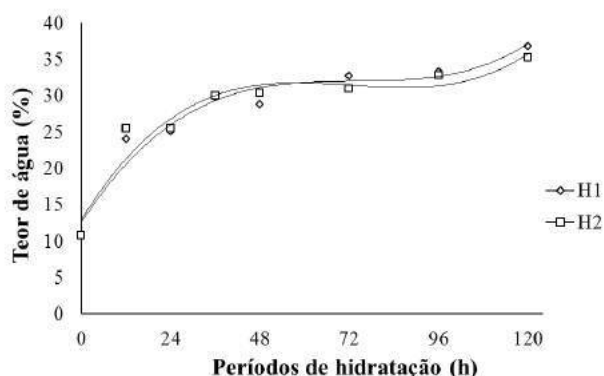


Figura 1. Padrão de hidratação de sementes de linhagens de milho com potencial osmótico de -0,3 MPa.

Os resultados do padrão de hidratação das sementes realizados à -0,3 MPa foram relacionados com a qualidade fisiológica das sementes.

Houve diferença significativa entre si para os híbridos avaliados com relação ao teste de germinação e para o teste de comprimento de plântulas.

O híbrido triplo H1 obteve alta porcentagem de germinação (95%) (**Tabela 1**) e apresentou alta velocidade de hidratação das sementes em PEG 6000 (72 horas) e, além disso, obteve um maior

vigor pelo teste de comprimento de plântulas, com 16,72 cm.

Já o híbrido triplo H2 apresentou baixo percentual de germinação (84%), obteve 11,79 cm para o comprimento de plântulas e apresentou uma baixa velocidade de hidratação das sementes em PEG 6000 (96 horas).

De acordo com WRASSE et al. (2009) a curva de hidratação de sementes é capaz de classificar lotes de sementes em função de sua qualidade fisiológica.

Tabela 1. Percentual de plântulas normais pelo teste de germinação e comprimento de plântulas de das sementes de híbridos de milho.

Híbridos	Germinação (%)	Comprimento de plântula (cm)
H1	95 a	16,72 a
H2	84 b	11,79 b
CV (%)	5,31	5,03

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem em 5% pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

O padrão de hidratação das sementes de milho submetidas à condição de -0,3 Mpa por PEG 6000 explica a qualidade fisiológica das sementes.

AGRADECIMENTOS

Ao PROMOP e à FAPESC.

REFERÊNCIAS

- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy** New York: Springer, 2013. 392p. v. 3rd ed. Ne, p. 392, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes (RAS)**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ ACS, v. 28, n. Brasília: MAPA/ACS, p. 395, 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.
- NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination—Still a mystery. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 574–581, 2010.
- SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências**



Agrárias, v. 35, n. 1, p. 215–226, 2014.

VILLELA, F. A.; MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. D. L. C. Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 95–100, 2003.

WRASSE, C. F.; MENEZES, N. L. De; MARCHESAN, E.; AMARAL, F.; BORTOLOTTI, R. P. Testes de vigor para sementes de arroz e sua relação com o comportamento de hidratação de sementes e a emergência de plântulas. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 107–114, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Qualidade fisiológica de sementes de sorgo biomassa (*Sorghum bicolor*

L. Moench)

Leonardo Gonçalves Bastos⁽¹⁾; Raiane Scandiane da Silva⁽²⁾; Taiana Paula Streck Vendruscolo⁽³⁾; Marcilene Alvez Castrillon⁽⁴⁾; Petterson Baptista da Luz⁽⁵⁾; Carla Corrêa Lima⁽⁶⁾; Leonardo Gonçalves Bastos⁽³⁾.

- (1) Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Mato Grosso-MT, leo_4m2013@hotmail.com; (2) Mestranda no programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; (3) Mestranda no programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; (4) Mestranda no programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso; (5) Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso; (6) Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso.

RESUMO: O sorgo biomassa apresenta ser uma alternativa promissora para o fornecimento de matéria prima para geração de energia através as queima de sua biomassa lignocelulósica. A utilização de sementes de alta qualidade é essencial para implantação de qualquer espécie. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo biomassa. Utilizaram-se nove genótipos e a avaliação da qualidade fisiológica foi efetuada mediante a condução de testes de germinação, teste da primeira contagem da germinação, teste de envelhecimento acelerado, teste de frio e teste de condutividade elétrica. O delineamento foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. Verificou-se que o teste de primeira contagem e envelhecimento acelerado foram mais eficientes em detectar diferenças de vigor entre genótipos de sorgo biomassa.

Termos de indexação: Germinação, genótipos, envelhecimento acelerado.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é considerado o quinto cereal mais produzido no mundo, podendo ser cultivado em áreas com solos de baixa fertilidade, déficits hídricos e estresses ambientais (Chielle et al., 2013).

A versatilidade do sorgo se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de etanol; o uso

de suas panículas para produção de vassouras; às inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes e, no caso do sorgo biomassa, para a geração de eletricidade a partir da queima de biomassa lignocelulósica (Olweny et al., 2013). Estudos vêm sendo desenvolvidos para avaliar o potencial dessa cultura para a produção de energia (Parrella, 2010; Olson, 2012; Carrillo et al., 2014).

Um aspecto importante visando o melhor aproveitamento do potencial do sorgo biomassa é a utilização de sementes de alta qualidade, principalmente quanto aos componentes genético e fisiológico. No entanto, ainda são escassos os estudos direcionados à avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo biomassa.

A utilização de sementes de alta qualidade é essencial para implantação de quaisquer espécie e sistema de cultivo, pelo fato de permitir a expressão do potencial máximo da cultivar em questão Barbosa et al. (2012), refletindo diretamente na sua produção final.

Nesta avaliação, rotineiramente, é usado o teste de germinação, Brasil (2009), porém, a utilização apenas do teste de germinação pode não fornecer resultados satisfatórios para detectar diferenças no potencial fisiológico das sementes (Radke et al., 2016).

Assim, o presente trabalho teve o objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e Plantas Ornamentais da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) em Cáceres

– MT. Foram utilizadas sementes de nove genótipos de sorgo biomassa (201429b022-1, 201429b015-2, 201429B030-3, 201429B033-4, 201429B023-5, 201429B021-6, 201429B024-7, 201429B018-8 e 201429B029-9), concedidos pelo Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas – MG.

As sementes foram coletadas na área experimental do Laboratório de Recursos Genéticos & Biotecnologia, da Universidade do Estado de Mato Grosso, em Cáceres-MT. A área está circunscrita a 16°04'59" de latitude Sul e 57°39'01" de longitude Oeste, com precipitação média anual de 1.335 mm e altitude de 118 m (Neves et al., 2011). O solo da região foi classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico (Embrapa, 2006).

Inicialmente, as sementes foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio 2% durante um minuto e enxaguadas em água destilada, após foi determinado o teor de água das sementes, pelo método da estufa, a 105 °C (+/- 3 °C), durante 24 horas, de acordo com as RAS Brasil, (2009), e seus resultados expressos em porcentagem. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes de sorgo biomassa foi determinada pelos seguintes testes.

Teste de germinação: Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo avaliado, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, acondicionado à 25 °C em câmara BOD. As avaliações foram feitas no quarto e décimo dia após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem da germinação: realizada simultaneamente com o teste de germinação, considerando-se a percentagem de plântulas normais obtidas no quarto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado: utilizou-se o método adaptado conforme Marcos Filho (1999), colocando-se, aproximadamente, 200 sementes de cada genótipo distribuídas em camada única sobre tela de alumínio, acoplada ao interior de uma caixa plástica tipo gerbox, contendo, no fundo, 40 mL de água destilada. Em seguida, as caixas foram tampadas e transferidas para uma incubadora tipo BOD, a 43 °C, onde permaneceram durante 72 horas. Após o período de envelhecimento, as

sementes foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas conforme citado anteriormente.

Teste de condutividade elétrica: foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo, as quais foram pesadas e acondicionadas em recipientes contendo 75 mL de água destilada, mantidas em câmara de germinação, à temperatura constante de 25 °C, por 24 horas. Após o período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leitura em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, conforme descrito por (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Teste de frio: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo avaliado, distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel germitest umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e colocados na BOD, à temperatura de 10 °C durante sete dias. Após esse período o teste foi remontado e as sementes colocadas para germinar a 25 °C, e as contagens realizadas ao quarto e décimo dia.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições, separadamente, para cada genótipo avaliado. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, a análise de variância, com o auxílio do programa SISVAR, e as médias comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e teste de frio (F) encontra-se na Tabela 1. Pode-se observar que todos os testes de vigor utilizados apresentaram diferença significativa a 5% pelo teste F.

Tabela 1 – Valores médios do grau de umidade, teste de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, teste de frio e condutividade elétrica, de sementes de genótipos de sorgo biomassa, Cáceres-MT.

G	GU	G%	PC	EA	F%	CE
		-----%		----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$		
1	10.1	46.5 b	505b	65.5 c	87.0 a	85.49 b
2	11.4	83.0 a	830a	88.5 a	83.5 a	92.28 b
3	10.5	61.5 b	620b	85.0 a	79.5 a	65.86 c

4	11.4	77.0 a	77.0a	91.5 a	84.5 a	70.68 c
5	9.8	62.0 b	63.0b	72.0 c	76.0 a	62.58 c
6	9.7	86.5 a	88.0a	87.5 a	91.0 a	70.73 c
7	11.4	57.5 b	61.5b	79.5 b	82.5 a	68.80 c
8	9.9	64.0 b	67.5b	76.5 b	87.0 a	119.87 a
9	10.8	79.5 a	79.5a	87.5 a	87.5 a	77.29 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Houve uma variação relativamente pequena do grau de umidade dos lotes de sementes de sorgo biomassa avaliadas, variando de 9,7% a 11,4% (Tabela 1). Marcos Filho et al., (1999), enfatiza que a uniformização do teor de água para as sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes, e ainda recomenda que esse teor deve estar entre 11 a 13%. Os dados do teor de água não foram analisados estatisticamente, servindo desta forma apenas para a caracterização inicial dos lotes de sementes avaliados.

A germinação das sementes dos diferentes genótipos de sorgo biomassa variou de 46,5 a 86,5 % (Tabela 1). Pode-se observar que alguns genótipos avaliados não apresentaram o padrão mínimo de germinação recomendado para a comercialização de sementes de sorgo, que está estabelecida em 80% (Brasil, 2009). Tal fato pode ser explicado em função das altas temperaturas, alta umidade e as chuvas frequentes ocorridos na época da colheita, as quais podem resultar em uma rápida e extensiva deterioração, causando baixa germinação e baixo vigor das sementes (Delouche, 2002).

De acordo com os dados do teste de germinação, observa-se os genótipos 2, 4, 6, e 9, foram iguais estatisticamente e superiores aos demais, apresentando melhor germinação, indicando assim serem os genótipos com melhor qualidade fisiológica. Já os genótipos 1, 3, 5, 7 e 8 mostraram-se como os de menor qualidade.

Avaliando-se os resultados do teste de vigor pela primeira contagem de germinação, observa-se que o teste proporcionou resultados iguais aos do teste de germinação, classificando os genótipos em dois níveis de vigor. Os genótipos 2, 4, 6 e 9 apresentaram melhor qualidade em relação aos demais. Já os genótipos 1, 3, 5, 7 e 8 apresentaram qualidade inferior.

Nesse contexto, o teste de envelhecimento acelerado foi eficiente em identificar genótipos com

diferentes níveis de vigor (Tabela 1). Verificou-se, que os genótipos 2, 3, 4, 6 e 9 foram classificados como os mais vigorosos. Já os genótipos 1 e 5 apontaram ser os menos vigorosos neste teste. Ainda foram classificados como nível intermediário de vigor os genótipos 7 e 8.

Quando os genótipos foram avaliados pelo teste de frio verifica-se que não houve diferença significativa, tornando difícil a separação dos genótipos quanto ao seu nível de vigor.

O teste de condutividade elétrica também se mostrou eficiente em separar os genótipos em diferentes níveis de vigor, como observado no teste de envelhecimento acelerado. Os resultados mostram que os genótipos 3, 4, 5, 6, 7 e 9 foram iguais estatisticamente, apresentando menor quantidade de íons lixiviados liberados na solução pelas sementes de sorgo no período de 24 horas, indicando assim maior vigor desses genótipos. Os demais genótipos apresentaram uma maior quantidade de íons lixiviados na solução, apontado serem os genótipos com menor qualidade fisiológica no presente teste.

O teste de condutividade elétrica proporcionou o ranqueamento entre os genótipos semelhantes ao obtido nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado, onde indicou os genótipos 4, 6, e 9 como os de maior vigor em todos os testes citados. Porém, colocou neste mesmo grupo genótipos que apresentaram nos outros testes baixa qualidade fisiológica de sementes.

Ullmann et al. (2015), relata que maiores valores da condutividade elétrica expressa uma maior desorganização das células das membranas das sementes. Nesse sentido nota-se que os genótipos 1, 2 e 8 apresentaram maiores valores de íons lixiviados na solução, consequentemente apresentarão sementes mais suscetíveis aos danos causados por interferência externa, como condições ambientais e ações de patógenos, comprometendo dessa forma sua qualidade e seu vigor.

CONCLUSOES

Genótipos de sorgo biomassa apresentam diferenças no que se refere à qualidade fisiológica das sementes.

Os genótipos 2 e 6 apresentaram qualidade fisiológica superior em relação aos demais genótipos avaliados.

O teste de primeira contagem e envelhecimento acelerado foram eficientes para avaliar a qualidade fisiológica dos genótipos em estudo, sendo uma boa opção para detectar diferenças de vigor entre genótipos de sorgo biomassa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMAT, que promove incentivo das atividades e apoio financeiro deste estudo, e a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas-MG, pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R.M.; SILVA, C.B.; MEDEIROS, M.A.; CENTURION, M.A.P.C.; VIEIRA, R.D. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. *Ciência Rural*, v.42, n.1, p.45-51, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/s010384782012000100008>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf
- CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J. A. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. *Fuel*, v.116, p.427-431, 2014. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016236113007564>
- CHIELLE, Z.G.; GOMES, J.F.; ZUCHI, J.; GABE, N.L.; RODRIGUES, L.R. Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p.260-269, 2013. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p260-269>
- DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. *Seed News*, v.6, n.6, 2002. <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed66/artigo/capa66.shtml> EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 282p.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- OLSON, S.N.; RITTER K.; ROONEY W.; KEMANIAN A.; MCCARL B. A.; ZHANG Y.; HALL, S.; PACKER, D.; MULLET, J. High biomass yield energy sorghum: developing a genetic model for C4 grass bioenergy crops. *Biofuels Bioprod. Biorefining*, v.6, n.6, p.640-655, 2012. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bbb.1357/abstract>
- OLWENY, C.; ABAYO, G.; DIDA, M.; OKORI, P. Screening of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties for sugar and biomass production. *Sugar Tech*, v. 15, n. 3, p.258-262, 2013. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12355-013-0234-9#page-1>
- RADKE, A.K.; REIS, B.B.; GEWEHR, É.; ALMEIDA, A.S.; TUNES, L.M.; VILLELA, F.A. Alternativas metodológicas do teste de envelhecimento acelerado em sementes de coentro. *Ciência Rural*, v.46, n.1, p.95-99, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140188>
- PARRELLA, R.A.C.; RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; DAMASCENO, C.M.B.; SCHAFFERT, R.E. Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).
- ULLMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; OLIVEIRA, D.E.; COSTA, L.M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. *Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, v.19, n. 1, p.65-69, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v19n1p64-69>
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

Qualidade fisiológica e teor de proteínas solúveis em sementes de milho durante o processo de germinação

Camila Segalla Prazeres⁽¹⁾; Cileide Maria Medeiros Coelho⁽²⁾; Cristhyane Garcia Araldi⁽²⁾; Clovis Arruda de Souza⁽²⁾.

⁽¹⁾Estudante do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UEDESC, Lages, SC.

⁽²⁾Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UEDESC, Lages, SC. E-mail: cileidecoelho@yahoo.com.br.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho e associá-la ao teor de proteínas solúveis durante o processo de germinação. Utilizaram-se cinco linhagens de milho. Determinou-se a qualidade fisiológica das sementes através do teste de germinação. A curva de hidratação foi realizada através da embebição das sementes em água destilada, em que se avaliou o teor de proteínas solúveis nos períodos de 0, 12, 24, 36 e 48 horas. Houve diferença significativa entre o teor de proteínas das linhagens nos períodos de hidratação das sementes. Observou-se que o teor de proteínas solúveis decresceu durante o processo de germinação das linhagens, evidenciando a hidrólise. A linhagem L5 apresentou o menor desempenho na formação de plântulas normais, o que pode estar relacionado ao alto consumo de proteína solúvel nas primeiras 12 horas de hidratação, indicando que provavelmente não houve a síntese de aminoácidos para a formação de plântulas normais.

Termos de indexação: *Zea mays* L., linhagens, períodos de hidratação, qualidade fisiológica.

INTRODUÇÃO

A formação de plântulas mais vigorosas é dependente da capacidade de organização celular e da mobilização das reservas (DELGADO et al., 2015). Essas reservas são mobilizadas através de diferentes vias metabólicas durante a germinação (HAN et al., 2013).

As proteínas são importantes para vários processos metabólicos em sementes, tais como a desintoxicação de espécies reativas de oxigênio, formação do citoesqueleto, modificações pós-traducionais e algumas proteínas relacionadas à embriogênese tardia são particularmente interessantes para melhorar a produtividade (WANG

et al., 2015), além do fornecimento de nitrogênio para as sementes de milho ao longo do processo de germinação (ANDERSON; LAMSA, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho e associá-la ao teor de proteínas solúveis durante o processo de germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV/UEDESC, no município de Lages, SC. Cinco linhagens de milho (1, 2, 3, 4 e 5) foram utilizadas no trabalho.

A curva de hidratação para as linhagens ao longo do processo de germinação foi monitorada conforme o acréscimo de umidade da semente, utilizando-se o método padrão da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009). A curva de hidratação foi realizada em rolos de papel “tipo germitest” embebidos em água. O grau de umidade foi determinado às 0, 12, 24, 36 e 48 horas de hidratação.

O teste de germinação foi realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 50 sementes em rolos de papel tipo “germitest”, os quais permaneceram durante 7 dias a uma temperatura de 25 °C, avaliando-se o percentual de plântulas normais.

O teor de proteínas solúveis foi determinado através do método de (BRADFORD, 1976). Em cada período de hidratação (0, 12, 24, 36 e 48 horas), retiraram-se 10 sementes por repetição para a extração das proteínas, as quais tiveram suas radículas removidas. As sementes foram maceradas em nitrogênio líquido, retirando-se 1 g de material vegetal fresco, por repetição, os quais foram homogeneizados em 3 mL de uma solução tampão de fosfato de sódio (0,1 M, pH 7,0). O extrato foi

centrifugado durante 30 min a 3600 rpm e o sobrenadante foi coletado e, em seguida foi procedida à leitura das amostras a 595 nm utilizando um espectrofotômetro.

Delineamento e análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado utilizando-se quatro repetições para o teste de qualidade fisiológica e três repetições para a análise de proteínas solúveis. Foi realizada análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância para a comparação entre as médias. Utilizou-se o *Software SAS* (2009) para todas as análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de germinação demonstraram que houve diferenças significativas entre as linhagens (**Tabela 1**). As linhagens 1, 2, 3 e 4 apresentaram altas percentagens de germinação (94%, 94%, 91%, 88%, respectivamente) e a linhagem L5 obteve o menor percentual de plântulas normais (75%).

Tabela 1. Percentual de germinação e teor de proteínas solúveis em sementes de diferentes linhagens de milho.

Linhagens	Germinação (%)	Proteína solúvel (mg.g ⁻¹)
1	94 a	122,11 a
2	94 a	114,86 a
3	91 a	122,28 a
4	88 a	101,60 b
5	75 b	117,44 a
CV (%)	4,47	5,77

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey $P \leq 0,05$.

Para o teor de proteínas solúveis no período 0 (zero) de hidratação, somente a linhagem 4 se diferenciou das demais com 101,60 mg.g⁻¹ MF, conforme a **Tabela 1**.

Ao longo do processo de hidratação das sementes houve diferença significativa entre as linhagens com relação ao teor de proteínas solúveis, sendo que este decresceu durante o processo de germinação, evidenciando a hidrólise para os pontos de crescimento (**Figura 1**).

Em 12 horas de hidratação, houve diferença no teor de proteínas das linhagens 1, 2 e 3 (106,35,

106,77, e 108,52 mg.g⁻¹MF, respectivamente) com relação às linhagens 4 e 5 (96,84 e 96,51 mg.g⁻¹ MF, respectivamente). Nos períodos de 24, 36 e 48 horas de hidratação não houve diferença significativa entre as linhagens.

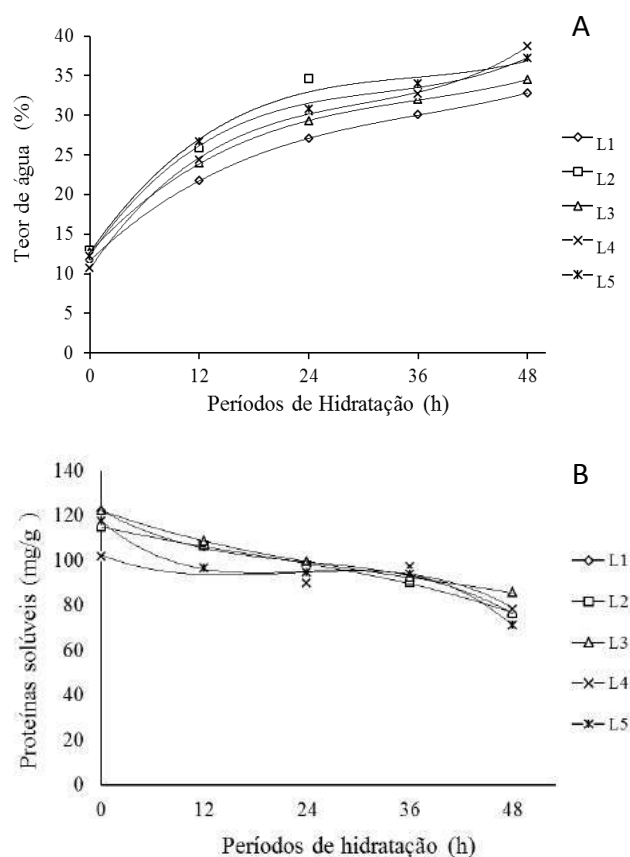


Figura 1. Curva de hidratação (A) e teor de proteínas solúveis (B) em sementes de linhagens de milho.

Observou-se que conforme a curva de hidratação das sementes avança durante o processo de germinação, se evidencia o aumento no teor de água pelas sementes, ocorrendo à hidrólise das proteínas solúveis.

A linhagem 5 apresentou o menor desempenho na formação de plântulas normais, o que pode estar relacionado ao alto consumo de proteína solúvel nas primeiras 12 horas de hidratação, indicando que provavelmente não houve a síntese de aminoácidos para a formação de plântulas normais, mas sua utilização como energia para a reparação de outros danos internos da semente.

CONCLUSÕES

O teor de proteína solúvel decresceu durante o processo de germinação evidenciando a hidrólise e mobilização para os pontos de crescimento.

A linhagem de baixa qualidade fisiológica demonstrou alto consumo de proteína solúvel, mas provavelmente não houve a síntese de aminoácidos para a formação de plântulas normais.

AGRADECIMENTOS

Ao PROMOP pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. J.; LAMSA, B. P. Zein extraction from corn, corn products, and coproducts and modifications for various applications: A review. **Cereal Chemistry**, v. 88, n. 2, p. 159–173, 2011.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248–254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes (RAS)**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ ACS, v. 28, n. Brasília: MAPA/ACS, p. 395, 2009.

DELGADO, C. M. L.; COELHO, C. M. M.; BUBA, G. P. Mobilization of reserves and vigor of soybean seeds under desiccation with glufosinate ammonium. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 154–161, 2015.

HAN, C.; YIN, X.; HE, D.; YANG, P. Analysis of proteome profile in germinating soybean seed, and its comparison with Rice showing the styles of reserves mobilization in different crops. **PLoS ONE**, v. 8, n. 2, 2013.

SAS. SAS Institute Inc® 2009. Cary, NC, USA, Lic. UDESC: SAS Institute Inc, 2009.

WANG, W. Q.; LIU, S. J.; SONG, S. Q.; MØLLER, I. M. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 86, p. 1–15, 2015.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

Sementes híbridas de milho submetidas a diferentes níveis de estresse salino durante a germinação

Heloisa Oliveira dos Santos⁽¹⁾; Fernanda de Oliveira Bustamante⁽¹⁾; Eric Schwan Resende⁽¹⁾; Edila Vilela de Resende Von Pinho⁽²⁾; Carla Massimo Caldeira⁽²⁾; Maria Laene Moreira de Carvalho⁽²⁾.

⁽¹⁾Estudante; Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras/MG; heloisasantos@dag.ufla.br; fobustamante@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor, UFLA, Lavras/MG; edila@dag.ufla.br; carla.caldeira@dag.ufla.br

RESUMO: Durante a germinação de sementes a concentração salina é um fator determinante e que influencia o estabelecimento e desenvolvimento uniforme do estande em campo. Cultivares tolerantes a altas concentrações salinas nestas fases são fundamentais nos programas de melhoramento. Assim, objetivou-se verificar a qualidade fisiológica e padrão da enzima alfa-amilase em sementes de milho submetidas a diferentes níveis de estresse salino. As soluções salinas foram preparadas utilizando-se como soluto o NaCl em diferentes concentrações. As sementes de três híbridos de milho foram postas para germinar a 25°C. Realizou-se então, a primeira contagem de germinação aos quatro dias e contagem final do teste de germinação no oitavo dia após a semeadura. Também se avaliou a expressão da enzima alfa-amilase. As sementes dos três híbridos apresentam menor porcentagem de germinação em condições de maior concentração de salinidade. O híbrido H3 apresenta a maior tolerância a salinidade e o híbrido H1 é o mais suscetível durante a germinação. A expressão da enzima alfa-amilase varia com o aumento da concentração salina, para cada material genético.

Termos de indexação: qualidade fisiológica, alfa-amilase, cloreto de sódio.

INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um país estratégico pois, é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de grãos de milho. No entanto, há regiões nas quais a falta de chuva, o aumento da evapotranspiração, e solos que tenham deficiências

naturais de drenagem interna, impossibilitam a lixiviação dos sais para horizontes mais profundos do solo, levando ao aumento da concentração de solutos nas camadas mais superficiais do solo afetando a sua salinidade, que é responsável por grandes problemas na germinação de sementes.

Nas regiões áridas e semiáridas, onde o potencial para exploração agrícola é limitado em razão de seus regimes pluviométricos, o uso da irrigação tem contribuído para o aumento da produtividade agrícola. Entretanto o uso inadequado da água salina tem feito com que haja excesso de sais no solo, resultando na perda da capacidade produtiva dos solos. A concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (Bernardo, 1996).

Dessa forma, objetivou-se verificar o efeito de diferentes concentrações salinas na qualidade fisiológica e padrão de expressão da enzima alfa-amilase em sementes híbridas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais e Teor de água

Foram utilizadas sementes de três híbridos de milho (H1, H2, H3), produzidas na safra de 2013, na mesma área, sob o mesmo sistema de irrigação e com o mesmo genitor masculino.

O teor de água das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105°C por 24 horas utilizando-se duas repetições de 50 sementes de cada tratamento. Os resultados dos pesos secos das sementes foram expressos em porcentagem.

Teste de germinação sob condições de estresse salino e primeira contagem de germinação

Realizou-se o teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, tendo como substrato papel germitest, na forma de rolo, umedecido com as soluções descritas na **tabela 1**, na proporção de 2,5 vezes seu peso. Os rolos com mesmo tratamento foram mantidos a 25°C.

Foram contabilizadas as plântulas normais ao quarto dia após a semeadura, com o objetivo de se avaliar o vigor das sementes híbridas utilizadas. As sementes que não germinaram foram mantidas para serem avaliadas na contagem final do teste de germinação aos oito dias após a semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais aos quatro dias.

Tabela 1 - Concentrações, quantidade, condutividade e potencial osmótico das soluções utilizadas nas sementes híbridas de milho submetidas ao estresse salino.

Concentração de NaCl (mol.m ⁻³)	Quantidade de NaCl (g/L)	Condutividade Elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)	Potencial osmótico (Mpa)
0	0	0,08	0
25	1,46	0,42	-0,2
50	2,93	2,41	-0,4
75	4,39	5,04	-0,6
100	5,85	9,53	-0,8

Atividade da enzima alfa-amilase

Foram separadas duas amostras de 10 sementes referentes a cada tratamento juntamente com as sementes utilizadas para o teste de vigor e germinação sob condições de estresse salino. Essas sementes foram retiradas ao terceiro dia após a semeadura. O endosperma foi retirado, macerado e armazenado à temperatura de -86°C.

Para a extração da enzima foi adicionado o tampão de extração (Tris HCl 0,2 M pH 8 + 0,1% de β-mercaptoetanol) na proporção de 250μL por 100mg de pó das sementes. O material foi homogeneizado, mantido em geladeira durante a noite, centrifugado a 14000 rpm por 30min a 4°C. Foram aplicados 60 μL do sobrenadante no gel.

A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida a 7,5% (gel separador + 1% de amido solúvel) e 4,5% (gel concentrador). A corrida foi efetuada a 150 V por 5h. No final da corrida, os géis foram revelados para a enzima alfa-amilase (α-AMI) conforme Alfenas et al. (2006). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH

8,9. A avaliação dos géis foi realizada sobre transluminador.

Procedimentos estatísticos

O delineamento experimental utilizado foi o DIC, esquema fatorial (3X5), sendo três híbridos de milho (H1, H2, H3) e cinco diferentes níveis de salinidade (0, 25, 50, 75, 100 mols.m⁻³). Os dados previamente submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias, foram submetidos à análise de variância e as medias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000). A avaliação dos padrões enzimáticos foi feita de acordo com a intensidade das bandas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferenças significativas entre as sementes híbridas de milho e entre as concentrações salinas, assim como para a interação dos fatores avaliados (p <0,05). O teor de água médio das sementes no momento dos testes foi de 12,3% com variação máxima de 1%.

Primeira contagem de germinação

O híbrido H1 apresentou uma redução constante da germinação na primeira contagem em função do aumento da concentração de NaCl e mantendo um padrão de queda no vigor até a concentração de 50 mol.m⁻³ e observa-se uma queda brusca na quantidade de plântulas germinadas aos 4 dias nas concentrações de 75 e 100mol.m⁻³. No híbrido H2 observou-se uma queda maior quando submetida a concentração de 25 mol.m⁻³ em relação a concentração de 0 mol.m⁻³, entretanto não houve mudança significativa quando submetidas a 25 mol.m⁻³ em relação a 50 mol.m⁻³ voltando a ter uma queda no vigor quando submetido a concentração de 75 mol.m⁻³ e continuou caindo na concentração de 100 mol.m⁻³. A semente híbrida H3 teve uma queda continua diretamente proporcional ao aumento da concentração salina, diferindo entre si a cada concentração na qual foi submetida.

Analisando cada concentração salina em função dos diferentes híbridos de milho observou-se que a concentração de 0 mol.m⁻³ não teve diferença significativa entre os três híbridos (**Tabela 2**).

Nas concentrações de 25 e 50 mol.m⁻³ os híbridos H2 e H3 tiveram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem. Na concentração de 75 mol.m⁻³ todos os híbridos foram diferentes significativamente entre si. O híbrido H2 obteve um melhor desempenho, seguido do H3 e por ultimo o H1. O híbrido H2 obteve maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem na concentração de 100 mol.m⁻³ enquanto os híbridos H3 e H1 não diferenciaram entre si.

Tabela 2 - Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação de três híbridos de milho, submetidas a 5 níveis de concentração salina.

Concentração (mol.m ⁻³)	Híbridos		
	H1	H2	H3
0	65aA	70aA	71aA
25	47bB	57aB	55aB
50	28bC	44aB	39aC
75	9cD	31aC	22bD
100	6bD	19aD	6bE
CV(%)	16,4		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Germinação sob condições de estresse salino

Nas concentrações de 0 e 25 mol.m⁻³ não houve diferença significativa na porcentagem de germinação entre H1, H2 e H3. Nas concentrações 50 mol.m⁻³ de NaCl podemos observar que H2 e H3 tiveram uma maior porcentagem de germinação que H1, e por consequência uma maior tolerância a salinidade. Na concentração de 75 mol.m⁻³ todos os híbridos diferiram significativamente entre si, sendo o maior desempenho o do híbrido H2 seguido do H3 e por ultimo do H1. Na concentração de 100 mol.m⁻³ a semente híbrida H3 teve uma porcentagem de germinação maior do que H1 e H2 (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Porcentagem de germinação de três sementes híbridas de milho, submetidas a cinco níveis de concentração salina.

Concentração (mol.m ⁻³)	Híbridos		
	H1	H2	H3
0	98aA	100aA	96aA
25	94aA	96aA	92aA
50	80bB	85aB	86aA
75	52cC	80aB	76bB
100	42cD	64bC	72aB

CV (%) 9,6

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se que existe variação com relação à sensibilidade das sementes híbridas em função do aumento da salinidade, sendo H2 e H3 sempre melhores que H1, e H2 e H3 diferindo entre si em concentrações acima de 50 mol.m⁻³. H3 é sensível na concentração de 75 mol.m⁻³ e mais tolerante na concentração de 100 mol.m⁻³ quando comparada a H2. Tanto H2 quanto H3 podem ser utilizados na produção de sementes de milho até a concentração de 50 mol.m⁻³, uma vez que são capazes de atingir a porcentagem mínima de germinação (85%) exigida pelo MAPA.

Em estudos de tolerância de cultivares de milho, Carpici et al. (2009) relataram variação das respostas de diferentes cultivares de milho em relação a presença de NaCl, com decréscimo da germinação em função do incremento de NaCl. Uma das explicações mais aceitas para inibição do crescimento da plântula pelo sal é o desvio de energia do crescimento para a manutenção, isto é, a redução na matéria seca pode refletir o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (Richardson & McCree, 1985).

Padrão da enzima alfa-amilase

Os padrões isoenzimáticos da alfa-amilase em sementes híbridas de milho submetidas a diferentes concentrações de estresse salino estão representados na **figura 1**.

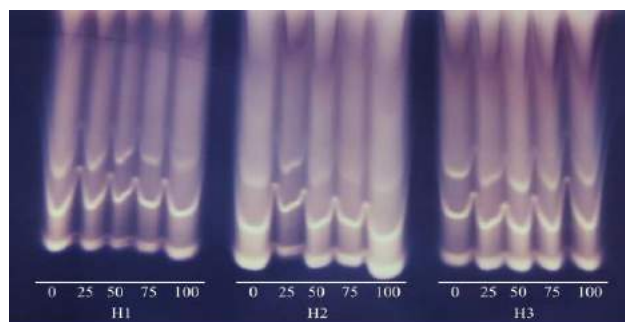


Figura 1. Padrão de expressão da enzima alfa-amilase em função das três sementes híbridas de milho, sob cinco níveis de estresse salino.

Para o nível controle (0 mol.m⁻³), observa-se baixa expressão da enzima alfa-amilase para os

híbridos H1 e H3. O mesmo não se observa para o híbrido H2, onde há a menor expressão da alfa-amilase no tratamento a 25 mol.m⁻³ de NaCl.

Para padronizar todas as amostras, as sementes foram coletadas após três dias de embebição em todos os tratamentos. Uma vez que a variação na retirada das amostras pode mascarar os resultados obtidos.

Oliveira et al (2013) trabalhando com expressão da enzima alfa-amilase em sementes de milho ressaltam que além dos genes das amilases, vários outros genes podem estar envolvidos no controle do caráter qualidade de sementes. Tal afirmação justifica a baixa atividade dessa enzima em sementes dos híbridos considerados de alta qualidade fisiológica, a exemplo do que se observa para o híbrido H3. No entanto, quando observa-se para a análise de vigor, pelo teste de primeira contagem de germinação, o híbrido H2 obteve valores superiores e quando se compara com a atividade da enzima alfa-amilase, este híbrido também apresenta maiores expressões para todos os tratamentos avaliados.

Segundo Xie et al (2007) é por meio da embebição que as enzimas responsáveis pela degradação do amido em sementes de milho são "sintetizadas de novo", através da ativação pela giberelina liberada na camada de aleurona, a qual é sintetizada no momento da embebição dessas sementes.

Abreu et al (2014) afirmam que com a restrição de água na semente de milho tem-se o retardamento do processo de embebição, devido a uma menor disponibilidade de água. Sendo assim tem-se maior acúmulo da enzima alfa-amilase quando se tem o aumento desta restrição. Sendo assim tem-se então maior acúmulo da enzima alfa-amilase quando se tem o aumento deste restrição. Fato este observado no presente trabalho para os três híbridos em diferentes níveis de salinidade, que também gera uma restrição de água, uma vez que se trata de materiais genéticos diferentes e que tem respostas a ativação desta enzima diferenciados.

Ressalta-se ainda que a alfa-amilase é uma enzima importante na hidrólise do amido, sendo responsável por 90% da atividade amilolítica em sementes de milho. As alfa-amilases constituem uma família de endoamilases que catalisam a hidrólise de ligações glicosídicas -1,4 do amido,

glicogênio e outros carboidratos (Franco et al., 2002). Essa enzima juntamente com a enzima beta amilase estão altamente relacionadas à qualidade de sementes. Por isso, o estudo da expressão dessas enzimas é importante para o conhecimento do comportamento genético, podendo assim auxiliar em programas de melhoramento genético de milho, voltado para qualidade de sementes (Oliveira et al, 2013).

CONCLUSÕES

As sementes dos três híbridos testados apresentam menor porcentagem de germinação quando colocadas em condições de maior concentração de salinidade.

O híbrido H3 é o que apresenta maior tolerância a salinidade e o híbrido H1 é o mais suscetível durante o processo germinativo.

A expressão da enzima alfa-amilase varia com o aumento da concentração salina, para cada material genético testado.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal do nível superior. (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. M.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G. Physiological performance and expression of isozymes in maize seeds subjected to water stress. *Journal of Seed Science*, v. 36, n.1, p. 40-47, 2014.
- ALFENAS, A. C. **Eletrforese e marcadores bioquímicos em plantas e microorganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: UFV, 1996. 596 p.
- CARPICI, E. B.; CELIK, N.; BAYRAM, G. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *African Journal Biotechnology*, Nairobi, v. 8, p. 4918-4922, 2009.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA PARA A SOCIEDADE INTERNACIONAL

DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anuais...**São Carlos, 2000. p 255-258.

FRANCO, O. L.; RIGDEN, D. J.; MELO, F. R.; GROSSI-DE-AS, M. F. Plant – amylase inhibitors and their interaction with insect α -amylases. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 269, p. 397-412, 2002.

OLIVEIRA, G. E.; VON PINHO, R. G.; ANDRADE, T.; VON PINHO, E.V.R.; SANTOS, C.D.; VEIGA, A.D. Physiological quality and amylase enzyme expression in maize seeds. **Ciência e Agrotecnologia**. v.37, n.1, 2013.

RICHARDSON, S.G.; McCREE, K.J. Carbon balance of sorghum exposed to salt and water stress. **Plant Physiology**, Rockville, v.79, p.1015-1020, 1985.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”**

Tratamento de Sementes de Milho com Zinco e Molibdênio: Efeitos na Emergência e no Vigor

Gisele Herbst Vazquez⁽¹⁾; Marcelo Romero Ramos da Silva⁽²⁾; Luiz Sérgio Vanzela⁽²⁾; Lucas Aparecido Pereira Ignácio⁽³⁾.

⁽¹⁾Professora do curso de Agronomia e de pós-graduação em Ciências Ambientais; Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO; Fernandópolis, São Paulo; gisele.vazquez@unicastelo.edu.br; ⁽²⁾Professores do curso de Agronomia; UNICASTELO; ⁽³⁾Estudante do curso de Agronomia; UNICASTELO.

RESUMO: Os micronutrientes são elementos essenciais para que uma planta consiga completar seu ciclo vegetativo. O tratamento de sementes com micronutrientes apresenta vantagens como melhor uniformidade de aplicação, bom aproveitamento pela planta e, redução dos custos de aplicação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® a base dos micronutrientes zinco (Zn) e molibdênio (Mo) na emergência e no vigor de sementes de milho. O trabalho foi conduzido na Unicastelo em Fernandópolis/SP com sementes de milho variedade AL-Avaré. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos com quatro repetições. As sementes foram tratadas com um fertilizante contendo 9,9 g L⁻¹ de Mo e 600,6 g L⁻¹ de Zn nas doses de 200, 300, 600 e 1200 mL por 60.000 sementes, além da testemunha sem tratamento. No laboratório foram feitas as determinações da porcentagem de emergência, primeira contagem da emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântula, massa úmida e seca da parte aérea e da raiz, comprimento da parte aérea e da raiz primária e condutividade elétrica. Os resultados obtidos permitiram concluir que o tratamento de sementes de milho com o fertilizante GeraRaiz 600® a base de Zn e Mo reduz a porcentagem de emergência e o vigor das sementes.

Termos de indexação: micronutrientes, qualidade fisiológica, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Muitos solos brasileiros são carentes em zinco (Zn), seja por gênese ou pelo uso intensivo sem a devida reposição. A carência desse micronutriente se reflete no crescimento e na produção, pois este nutriente é um importante cofator nas reações enzimáticas, participando de vários ciclos

bioquímicos das plantas, como por exemplo, fotossíntese e formação de açúcar, síntese de proteínas, fertilidade e produção de sementes, regulação do crescimento e defesa contra doenças (Marschner, 1995).

Assim como o Zn, o molibdênio (Mo) exerce papel indispensável na planta, atuando ao nível da redutase do nitrato, enzima responsável pela redução do nitrato a nitrito, onde a deficiência do elemento pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, diminuindo também o rendimento das culturas (Ritchey et al., 1986).

A sensibilidade da planta à deficiência de micronutrientes varia conforme sua espécie, o milho, por exemplo, possui maior sensibilidade à deficiência de Zn, média a de cobre, ferro e manganês e menor à de boro e Mo.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento de cultivares com elevado potencial produtivo e o uso de solos ácidos e pobres em micronutrientes, tem se elevado o uso de micronutrientes na agricultura.

Os micronutrientes podem ser aplicados no solo via adubação convencional, na parte aérea das plantas via foliar, por meio da fertirrigação ou do tratamento das sementes. O tratamento de sementes apresenta os menores custos para a aplicação, com boa uniformidade de distribuição e bom aproveitamento pela planta (Luchese et al., 2004).

Assim, trabalhos que utilizam diversos micronutrientes no tratamento de sementes são importantes, uma vez que as respostas que se têm até o momento são obtidas de forma isolada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® a base dos micronutrientes zinco (Zn) e molibdênio (Mo) na emergência e no vigor de sementes de milho

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de

Análise de Sementes da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), localizado no município de Fernandópolis/SP.

O material utilizado para a condução do experimento foi constituído por sementes de milho AL-Avaré peneira 22L com porcentagem de germinação de 93%.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, ou seja, doses de Zn e Mo e quatro repetições. A fonte de Zn e Mo foi o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® da empresa Geraquímica, sendo os seguintes tratamentos avaliados:

1. Testemunha
2. 200 mL do fertilizante em 60.000 sementes de milho (1,98 g de Mo e 120,12 g de Zn)
3. 300 mL (2,97 g de Mo e 180,18 g de Zn)
4. 600 mL (5,94 g de Mo e 360,36 g de Zn)
5. 1200 mL (11,88 g de Mo e 720,72 g de Zn)

O tratamento foi manual em sacos plásticos por meio de movimentos aleatórios por cerca de dois minutos e de forma a homogeneizar o contato do fertilizante acrescido de pequena quantidade de água (10 mL por kg) com as sementes. A testemunha recebeu apenas água. As sementes permaneceram por quatro horas em condições ambientes para a secagem do produto e em seguida, foram submetidas aos seguintes testes:

- Emergência (%E) e Primeira contagem da emergência (PCE): foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes em caixas de propileno (dimensões internas 11,5 x 16 x 30 cm) preenchidas com areia esterilizada e umedecida com água a 70% da capacidade de retenção e mantidas irrigadas em casa de vegetação. As contagens das plantas normais emergidas foram feitas aos quatro dias (PCE) e aos sete dias (%E).

- Índice de velocidade de emergência (IVE): foi conduzido juntamente com o teste instalado de emergência. A contagem de plântulas emergidas foi realizada diariamente por sete dias. O cálculo do IVE foi realizado pela fórmula de Maguire (1962).

- Massa úmida (MUPA) e seca da parte aérea (MSPA): no 7º dia após a instalação do teste de emergência todas as plântulas de cada repetição foram cortadas e pesadas em balança de precisão. Este valor foi dividido por 50 de forma a determinar a massa úmida média por plântula. Após as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 h, sendo em seguida pesadas e seu valor dividido por 50, obtendo-se a massa seca média por plântula (mg plântula^{-1}).

- Massa úmida (MUR) e seca da raiz (MSR): no 7º dia após a instalação do teste de emergência, as raízes das plantas de cada repetição foram separadas da areia por meio de lavagem com água

corrente. As determinações seguiram o mesmo procedimento executado para a massa úmida e seca da parte aérea.

- Altura média de plântulas (AP): no 7º dia após a instalação do teste de emergência foi feita a medida de todas as plântulas normais por repetição, que foram somadas e a média obtida pela divisão deste valor por 50.

- Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR): foram efetuadas quatro repetições com dez sementes. As sementes foram acondicionadas sobre uma linha traçada no terço médio superior do papel germitest e de forma a direcionar a ponta da radícula para baixo. Os rolos foram umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e colocados em germinador a 25°C. Após sete dias, com uma régua graduada mensurou-se o CPA e o CR. O comprimento médio de cada estrutura foi obtido somando-se todas as medidas tomadas para cada repetição e dividindo-se por dez.

- Condutividade elétrica (CE): foi realizada com quatro repetições de 50 sementes previamente pesadas em balança analítica, e que foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 ml de água deionizada por 24 h a 25°C. A leitura foi realizada com um condutivímetro Digimed DM-31, expressando-se os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e quando significativos foi realizada a análise de regressão para os modelos lineares e quadráticos, ambos ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas por meio do programa de computador SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A %E das sementes de milho após o tratamento com o fertilizante sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($E = -0,0243x + 96,478$) esperam-se decréscimos no valor da %E, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta em 67%, ou seja, perdas de 29 pontos percentuais em relação à testemunha.

O fertilizante GeraRaiz 600® é recomendado na dose de 200 a 300 mL em 60.000 sementes. Assim, a dose de 200 mL proporcionaria um decréscimo de 5 pontos percentuais e a dose de 300 mL, de 7 pontos percentuais em relação a testemunha (96%). De maneira contrária Cavalcante et al. (1982) verificaram resultados superiores na porcentagem de germinação das sementes de arroz tratadas com diferentes doses de fertilizantes a base de Zn. Por outro lado, sabe-se que níveis elevados de micronutrientes aplicados às plantas podem causar fitotoxicidade, ou seja, a dose de um elemento deve

ser suficiente para corrigir a sua deficiência sem causar toxicidade.

A PCE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($PCE = -0,0647x + 83,573$) esperam-se decréscimos na PCE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 6%, ou seja, perdas de 78 pontos percentuais em relação à testemunha.

Segundo Barbosa Filho et al. (1982) a prática utilizada em misturar o Zn diretamente às sementes favorece a uniformidade de aplicação e coloca o elemento em contato imediato com as primeiras raízes emitidas. Porém, alguns trabalhos têm demonstrado que micronutrientes associados ao tratamento de sementes causam redução no vigor das plântulas (Ohse et al., 2000), o que concorda com este trabalho.

O IVE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($IVE = -0,0047x + 11,765$) esperam-se decréscimos no IVE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 6,125, ou seja, perdas de 5,64 em relação à testemunha.

De acordo com Ribeiro & Santos (1994), o Zn é um micronutriente considerado ativador enzimático. Segundo esses autores este micronutriente poderia atuar melhorando a porcentagem de germinação e vigor das sementes de menor qualidade, quando estas são enriquecidas com este micronutriente, fato não observado no presente estudo.

Marschner (1995) trabalhando com sementes de milho tratadas com o fertilizante biostimulante Stimulate® contendo em sua formulação concentrações dos micronutrientes Zn e Mo verificou que houve uma redução no vigor das sementes quando comparado à testemunha, determinado através do IVE. Segundo esse autor, estes micronutrientes (Zn e Mo), em excesso, podem causar efeito fitotóxico nas sementes, prejudicando a sua germinação.

A MUPA das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MUPA = -0,1623x + 352,23$) esperam-se decréscimos na MUPA, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 157,47 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 194,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A MSPA após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MSPA = -0,0223x + 44,236$) esperam-se decréscimos na MUPA das plântulas de milho, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta

em 17,476 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 26,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

Leal et al. (2007) trabalhando com sementes de milho não observaram diferenças significativas na produção de MSPA e MSR das plântulas de milho com a aplicação de Zn nas sementes, utilizando como fonte sulfato de zinco, o que também ocorreu neste trabalho.

A MUR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MUR = -0,4346x + 832,15$) esperam-se decréscimos na MUR, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 157,47 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 194,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A MSR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MSR = -0,0467x + 76,52$) esperam-se decréscimos na MSR, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta em 20,48 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 56,04 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A AP de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($AP = -0,0223x + 44,236$) esperam-se decréscimos na AP, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 17,476 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 26,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

O CPA das plântulas de milho após o tratamento das sementes com o produto sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($CPA = -0,0046x + 8,6835$) esperam-se decréscimos no CPA das plântulas, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 3,1635 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 5,52 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

O CR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação polinomial decrescente (**Tabela 1**). A equação obtida ($CR = -0,00002x^2 + 0,0155x + 5,9914$) indica um aumento no CR com o uso de até 387,5 mL de GeraRaiz 600® (ponto de máxima), quando aumentos na dose do produto levariam a decréscimos.

A CE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear crescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($CE = 0,0171x + 20,798$) esperam-se acréscimos na CE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 41,318 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, ou seja, ganhos de 20,52 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em relação à testemunha.

O valor da CE medida em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição de sementes, está, por sua vez, relacionado a integridade das membranas celulares, tendo, assim, sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor de sementes (Aosa, 1983; Marcos Filho et al., 1987). A organização das membranas celulares sofre alterações em função do desenvolvimento das sementes até atingir a maturidade fisiológica, da dessecação antes da colheita e da embebição de água que antecede a germinação das sementes. Assim, após a maturidade fisiológica, a semente atinge uma condição de baixo teor de água, a qual é variável em função das condições ambientais, principalmente da umidade relativa do ar. Logo, com a secagem da semente, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais desorganizadas quanto menor for o teor de água da semente, perdendo assim, temporariamente, sua integridade organizacional (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Quando a semente encontra-se na fase inicial do processo de embebição, a sua capacidade de reorganização das membranas, bem como de reparos de certos danos, físicos e/ou biológicos, que podem ter ocorrido durante o processo de produção, irá influenciar de modo significativo a quantidade de lixiviados que serão liberados a partir da semente. Assim, quanto maior a velocidade com a qual a semente é capaz de restabelecer a integridade das membranas celulares, menor será a quantidade de lixiviados que serão liberados para o meio externo (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

A capacidade de reorganização das membranas celulares e de reparar certo nível de dano é maior para sementes de mais alto vigor, em comparação aquelas de menor nível de vigor. Como consequência tem-se menor valor para CE da solução de embebição de sementes de maior vigor, comparada aquelas de menor vigor (Aosa, 1983).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que o tratamento de sementes de milho com o fertilizante GeraRaiz 600® a base de Zn e Mo reduz a porcentagem de emergência e o vigor das sementes.

REFERÊNCIAS

AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; CARVALHO, J.R.P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a

produção de arroz em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1713-1719, 1982.

CAVALCANTE, J.I.V.; SILVEIRA, J.F.; VIEIRA, M.G.G.C. Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação e vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.3, p.27-33, 1982.

LEAL, R.M.L.; FRACO, C.F.; BRAGHIROLI, L.F.; ARTUR, A.G.; SABONARO, D.Z.; BETTINI, M.; PRADO, R.M. Efeito da aplicação de zinco em sementes sobre a nutrição e a produção de massa seca de plantas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29 n. 4, p. 491-496, 2007.

LUCHESE, A.V.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; BRACCINI, M.C.L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995, 889p.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.7, n.1, p.73-79. 2000.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos; MENEZES, N.L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agricola**, v.51, p. 481-485, 1994.

RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro Argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.215-225, 1986.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de Condutividade Elétrica In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-1 a 2-24.

Tabela 1. Análise de regressão e equações obtidas de acordo com o teste realizado. Valores do coeficiente de determinação (R^2) e do coeficiente de avaliação (CV).

Teste	Equação	R^2	CV%
Emergência	$E = -0,0243x + 96,478$	0,99**	9,1

Primeira contagem da emergência	$PCE = -0,0647x + 83,573$	0,97**	15,9
Índice de velocidade de emergência	$IVE = -0,0047x + 11,765$	0,98**	7,4
Massa úmida da parte aérea	$MUPA = -0,1623x + 352,23$	0,67**	16,9
Massa seca da parte aérea	$MSPA = -0,0223x + 44,236$	0,80**	13,5
Massa úmida da raiz	$MUR = -0,4346x + 832,15$	0,76**	21,9
Massa seca da raiz	$MSR = -0,0467x + 76,52$	0,80**	25,5
Altura de plantas	$AP = -0,0048x + 8,3248$	0,88**	19,0
Comprimento da parte aérea	$CPA = -0,0046x + 8,6835$	0,82**	13,7
Comprimento da raiz	$CR = -2E-05x^2 + 0,0155x + 5,9914$	0,98**	32,1
Condutividade elétrica	$CE = 0,0171x + 20,798$	0,81**	5,1

**altamente significativo ($p < 0,01$)

Vigor de sementes de (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) através da condutividade elétrica

Ronimeire Torres da Silva⁽¹⁾; Miguel Avelino Barbosa Neto⁽²⁾; Maria de Fátima de Queiroz Lopes⁽³⁾; Emanuel da Costa Alves Nome⁽⁴⁾; Riselane de Lucena Alcântara Bruno⁽⁵⁾; Antonio caubí Marcolino Torres⁽⁶⁾.

⁽¹⁾Estudante de doutorado em agronomia; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; ronimeiretorres@hotmail.com; ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾Estudante de mestrado em agronomia, Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; miquelavelinoneto18@gmail.com; fatimaqueiroz0@gmail.com; emanoelcost@hotmail.com; ⁽⁵⁾Professora Departamento: CCA - DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS; Universidade Federal da Paraíba; Areia, Paraíba; lanebruno.bruno@gmail.com; ⁽⁶⁾Coordenador de polo da Rede e-Tec Brasil; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Apodi; Rio Grande do Norte; caubitortorres@hotmail.com.

RESUMO: O uso de sementes de alta qualidade é um fator crucial para se obter alta produtividade. O conhecimento da germinação e vigor por parte dos agricultores é importante, pois a escolha do lote para semeadura afetará diretamente na produção, lotes vigorosos dão origem a plântulas vigorosas e essas a plantas produtivas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade de sementes de 5 lotes de sorgo (*Sorghum bicolor*). Para isso usou-se sementes da cultivar BRS Ponta Negra, cedida pela Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), safra 2015 usadas pelos agricultores. Antes da instalação dos testes foi feito o Teor de Água e a Massa de 1000 Grãos. Foram avaliadas as seguintes características: Porcentagem de Germinação (G%), Primeira Contagem de Germinação (PCG), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e o teste de Condutividade Elétrica (CE). Usou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições, as médias foram analisadas pelo teste de Scott knott a 5% de significância. O teor de água teve influencia na massa de 1000 grãos e na germinação, sementes com elevado teor de água foram mais pesadas e com menor germinação. O lote 1 obteve germinação de 82%, e menor valor na condutividade elétrica, ou seja, menor desnaturação das membranas, sendo esse mais vigoroso. Foi possível concluir que melhor desempenho do lote 1 das sementes de sorgo (*Sorghum bicolor*), sendo esse indicado para o plantio nas áreas agrícolas dos produtores.

Termos de indexação: Germinação, qualidade de sementes; vigor de plântulas, *Sorghum bicolor*

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta anual pertencente à família Poaceae. Atualmente vem ganhando destaque nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, se constituindo numa cultura de grande importância por ser menos exigente em fertilidade do solo e por apresentar elevada produtividade, além da capacidade de rebrota das plantas (Oliveira et al., 2002; Pitombeira et al., 2002).

Para a cultura obter uma boa produção é necessário além de outros fatores o uso de sementes de boa qualidade. A avaliação da qualidade fisiológica é uma maneira importante num programa de produção de sementes, atualmente alguns testes fornecem resultados em período de tempo relativamente curto com informações importantes sobre lotes de sementes (Bhering et al., 2005).

Para o conhecimento da qualidade fisiológica das sementes além do teste de germinação que avalia a capacidade de as sementes produzirem plântulas normais em condições ideais é necessário um teste de vigor. O teste de condutividade elétrica é rápido, pratico e de fácil execução, não necessita de pessoas treinadas e nem muitos equipamentos (Vieira & Krzyzanowski 1999). Nesse sentido ele surge como uma opção para esse fim. De acordo com Vieira et al. (2002) o teste baseia-se na avaliação indireta, por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Onde os valores menores correspondem a menor liberação de exsudatos, indicando elevado vigor, com menor índice de desnaturação das membranas. Assim o mesmo permiti identificar o processo de deterioração ainda fase inicial, permitindo que os efeitos nessa fase

sejam reduzidos ou minimizados (Dias & Marcos Filho, 1995).

Levando em consideração a importância dos testes de vigor para a determinação da qualidade fisiológica de um lote de sementes, o objetivo do trabalho foi avaliar a germinação e o vigor em sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com ênfase no teste de condutividade elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Areia-PB.

Utilizou-se 5 lotes de sementes de Sorgo Cultivar BRS Ponta Negra cedida pela Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC) localizada no sítio Córrego, Apodi – RN. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes: Germinação: realizado com quatro repetições de 50 sementes. O substrato utilizado foi o rolo de papel germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, os rolos de papel foram mantidos a temperatura de 25°C. As contagens foram efetuadas aos 4 e 10 dias após a instalação (Brasil 2009); Primeira contagem de germinação: realizada conjuntamente com o teste padrão de germinação. Foi avaliada a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste; Índice de Velocidade de Germinação: efetuado conjuntamente com o teste de germinação, em que, a partir do quarto dia após a semeadura, foram feitas contagens do número de sementes germinadas diariamente, até o décimo dia. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962); Condutividade elétrica: quatro repetições de 50 sementes, para cada lote, foram pesadas e colocadas para embeber em copos plásticos (capacidade de 200 mL) contendo 75 mL de água destilada e mantidas em germinador durante 24 horas à temperatura constante de 25 °C (Vieira & Krzyzanowski, 1999). A leitura da condutividade elétrica da solução foi realizada em condutivímetro da Marca Analyser, modelo 650, sendo os resultados expressos em ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos os 5 lotes de sementes. As análises estatísticas dos parâmetros avaliados foram realizadas utilizando-se o programa SISVAR

(Ferreira, 1999). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água avaliado antes da instalação dos testes teve uma variação de 2,2 pontos percentuais (Tabela 1), superior à amplitude máxima aceita que é de 2 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999). O cálculo do teor de água é importante para a realização dos testes, este deve ser uniforme para a obtenção de resultados consistentes (Vieira et al., 2002). A massa de 1000 grãos acompanhou o comportamento do teor de água das sementes, visto que sementes com maior teor de água apresentam maior massa dos grãos. Resultado observado nesse trabalho, as sementes do lote 1 que apresentou menor teor de água nas sementes também apresentou menor peso das sementes. Fatores como presença de ar (espaços vazios) no seu interior, composição química, maturidade e teor de água tem influência sobre o peso das sementes (Carvalho; Nakagawa, 2000)

Tabela 1- Teor de água e massa de 1000 grãos de 5 lotes de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), oriundas da Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), 2016.

Lotes	TA (%)	M1000 (g)
1	11,3 a	33,34 a
2	13,6 a	36,0 a
3	14,0 a	36,1 a
4	11,6 a	33,59 a
5	13,5 a	33,1 a

Segundo Popinings, (1985) o peso de 1000 grãos é uma variável importante, pois sementes mais pesadas resultarão, possivelmente, em boa rentabilidade, por serem mais bem nutridas, durante o seu desenvolvimento e apresentam maior quantidade de substâncias de reserva. Os resultados obtidos nesse trabalho, diferem do afirmado anteriormente, onde o lote 1 que obteve menor massa das sementes (33,34 g), foi a que obteve maior porcentagem de germinação (82%), (tabela 2). Isso se deu provavelmente pelo fato desse mesmo lote ter apresentado menor teor de

água, pois de acordo com Piña-Rodrigues & Aguiar (1993), o teor de água é um indicativo do estágio de maturação da semente, resultando em melhor qualidade das sementes. Os demais lotes que apresentaram elevado teor de água resultaram em baixa porcentagem de germinação, inferior a 80%, que é o mínimo exigido para a comercialização de sementes de sorgo. O lote 2 que obteve elevado teor de água (13,6) também apresentou baixa porcentagem de germinação (64%).

Para a variável primeira contagem de germinação percebe-se que não houve diferença significativa entre os lotes de sementes de sorgo, mesmo assim fica possível observar que o lote 1 apresentou-se mais vigoroso 67% de germinação na primeira contagem feita aos 5 dias após a instalação do teste. Esse teste baseia-se no princípio de que lotes com maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009), serão as mais vigorosas, como relatam Brown & Mayer (1986). Fato observado e comprovado nesse trabalho, reforçando a importância do teste. A velocidade de germinação é outro teste importante, pois de acordo com Nakagawa (1999) quanto maior o seu valor, maior a velocidade de germinação, o que permite inferir que mais vigoroso é o lote de sementes. Nesse sentido os lotes 1 e 4 foram mais vigorosos (15,81 e 14,57) respectivamente (Tabela 2). No que se refere ao tempo médio de germinação, as sementes levaram em média 3 dias para germinarem.

Os valores de vigor obtidos pelo teste de condutividade elétrica não variou estatisticamente entre os lotes de sementes, variando de (52,6 a 56,05 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), mesmo não havendo diferença significativa entre os lotes nota-se o lote 1 como mais vigoroso (52,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), pois apresentaram maior integridade das membranas, em função do baixo valor da condutividade elétrica.

CONCLUSÕES

Foi possível separar como vigorosos e não vigorosos os lotes de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

O lote 1 apresentou-se como o mais vigoroso, sendo esse indicado para os agricultores da zona rural do município de Apodi, RN, e o lote 2 como o menos vigoroso, não devendo ser entregue aos agricultores para o plantio.

AGRADECIMENTOS

A Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC) por ceder as sementes usadas no trabalho.

Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

REFERÊNCIAS

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. dos S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 176-182, 2005.

BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de Sementes**. Brasília, 398 p.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. Informativo ABRATES, Londrina, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras, MG, UFLA, 2010. Software.

MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2(1): 176-177.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.

OLIVEIRA, J.S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p.883-889, 2002.

PITOMBEIRA, J.B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo forrageiro em cinco ambientes do estado do Ceará. **Ciência Agrônômica**, v.34, n.1, p.20-24, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília. AGIPLAN, 1985. 289p.

VIEIRA, R. D. & KRZYZANOWSKI, F. C. 1999. Teste de Condutividade Elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D. & FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 4.1-4.26.

VIEIRA, R. D., PENARIOL, A. L., PERECIN, D. & PANOBIANCO, M. 2002. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(9): 1333-1338.

Tabela 2- Valores médios de Porcentagem de Germinação (G%); Primeira Contagem de Germinação (PCG), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Condutividade Elétrica (CE) de 5 lotes de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), oriundas da Associação de Mini Produtores de Córrego e Sítios Reunidos (AMPC), 2016.

Lotes	G (%)	PGC (%)	IVG	TMG (dias)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
1	82 a	67 a	15,81 a	2,9 a	52,6 a
2	64 c	59 a	13,79 b	3,6 b	56,05 a
3	66 c	59 a	12,53 b	3,5 b	53,14 a
4	77 b	64 a	14,57 a	2,9 a	52,23 a
5	70 c	59 a	13,56 b	3,3 b	55,09 a
CV(%)	6,53	10,37	7,95	7,99	8,19

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5%, pelo teste de Scott-Knott.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”
