

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 $\mu\text{g } p\text{-nitrofenol h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 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.

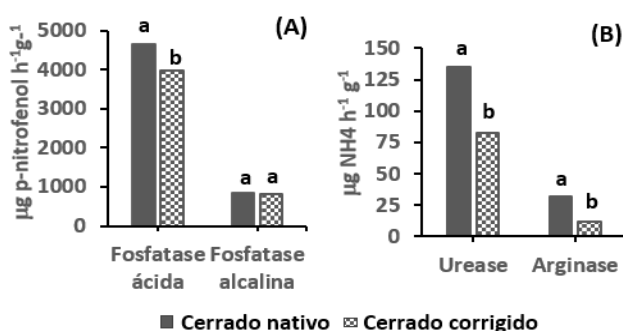


Figura 1 – Media total das atividades de fosfatases ácida e alcalina (A), urease e arginase (B) em função do tipo de solo, no período de três cultivos. Médias seguidas da mesma letra, para a mesma enzima, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

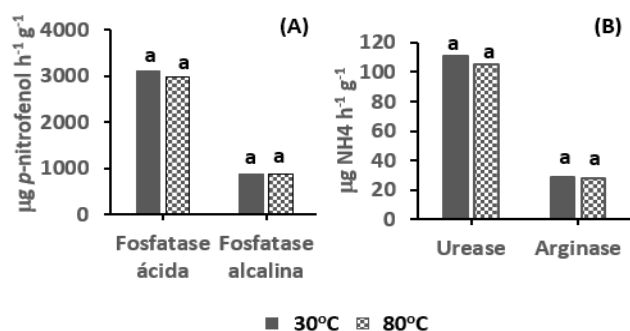


Figura 2 – Media total das atividades de fosfatases ácida e alcalina (A), urease e arginase (B) em função da temperatura de secagem dos fertilizantes granulados, no período de três cultivos. Médias seguidas da mesma letra, para a

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 Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista CNPq; Sete Lagoas, MG; marinaluciana94@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; UFSJ/Bolsista PET-Agronomia; ⁽⁴⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; 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).

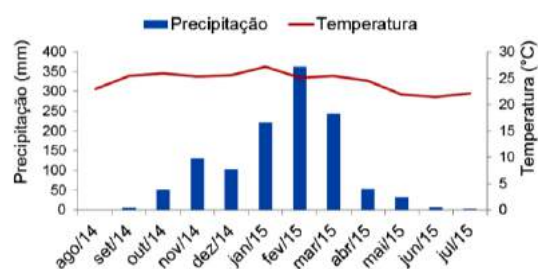


Figura 1 – Precipitação mensal acumulada e temperatura média mensal referentes ao período de agosto de 2014 a julho de 2015, Sete Lagoas, MG.

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).

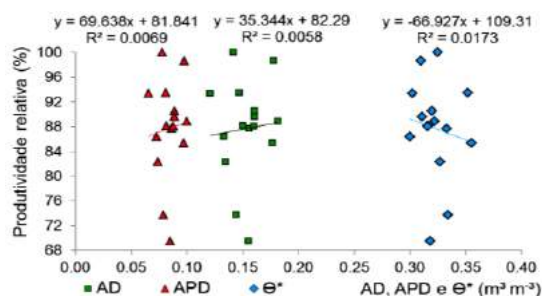


Figura 2 – Correlações entre água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), umidade crítica (Θ^*) e produtividade relativa para a cultura do milho, Sete Lagoas, MG.

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 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 CNPq; ⁽⁴⁾Estudante de Engenharia Agrônoma/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 Agrônoma; 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 (Borghetti 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**.

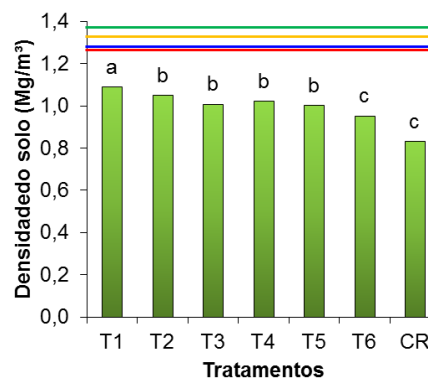
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al. 2013).

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.

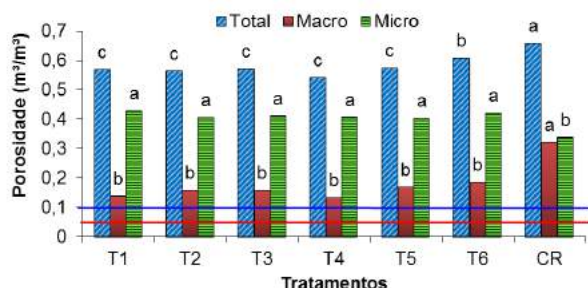


Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

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.

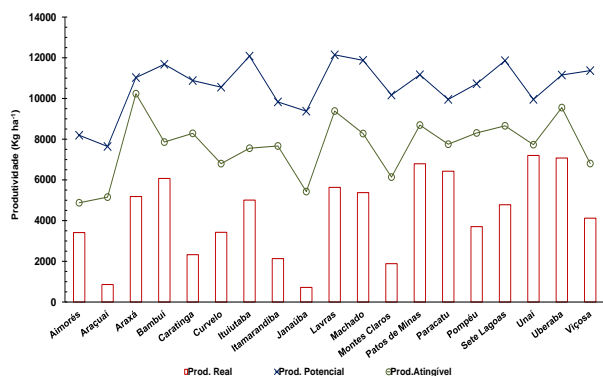


Figura 1. Produtividade potencial (PP), produtividade atingível (PA) e produtividade real (PR) em kg ha⁻¹ de 19 cidades do estado de Minas Gerais.

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, Ituituba, 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 sementeiras, 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 sementeira (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 sementeira (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 sementeira (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 sementeira, 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 sementeira, 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 sementeira 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 sementeira, 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 sementeira, 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

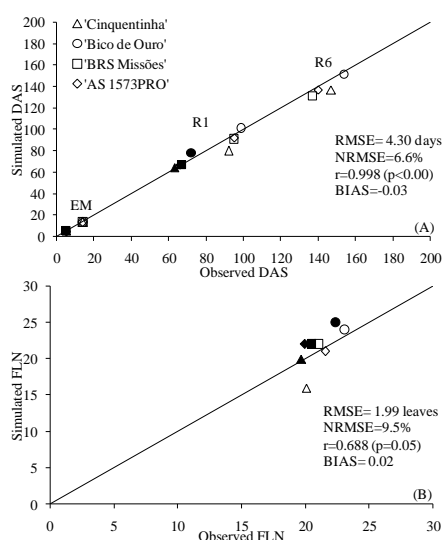


Figura 1. Dias após a semeadura (DAS) observado vs. simulado (A) para a emergência (EM), florescimento (R1) e maturidade fisiológica (R6), e Número final de folhas (FLN) (B) para duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de Ouro’, e duas cultivares melhoradas, uma variedade de polinização aberta ‘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).

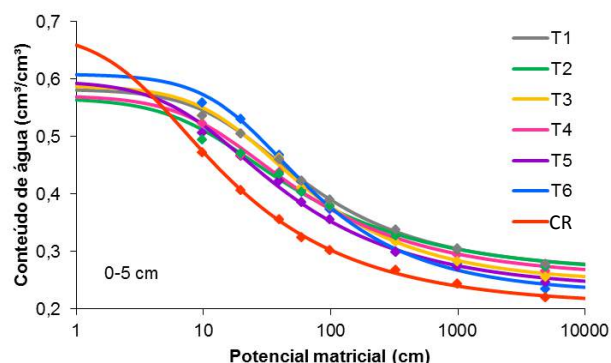


Figura 1. Curva de retenção de água (CRA) para os tratamentos avaliados, na profundidade de 0-5 cm.

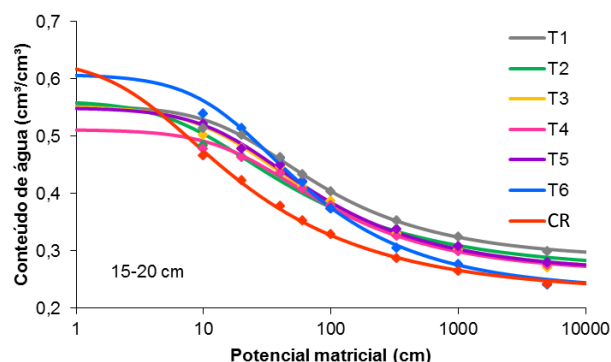


Figura 2. Curva de retenção de água (CRA) para os tratamentos avaliados, na profundidade de 15-20 cm.

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	1,463
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	0,999	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 100 anos de manejo, 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 propiciados 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 (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).

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 quínta 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 (Embrapa, 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.

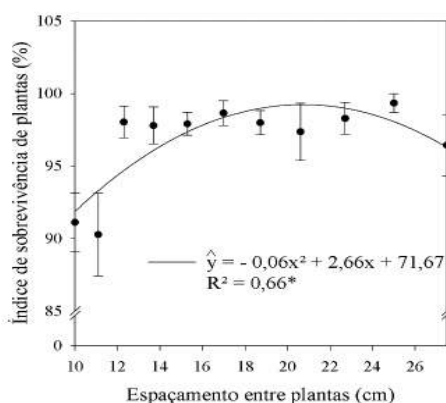


Figura 1. Análise estatística de regressão para o índice de sobrevivência de plantas (%).

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).

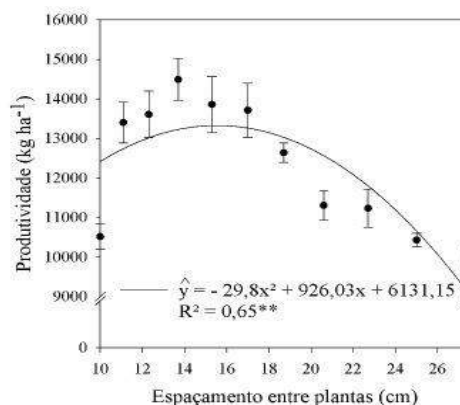


Figura 2. Análise estatística de regressão para a produtividade (Kg ha⁻¹).

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.

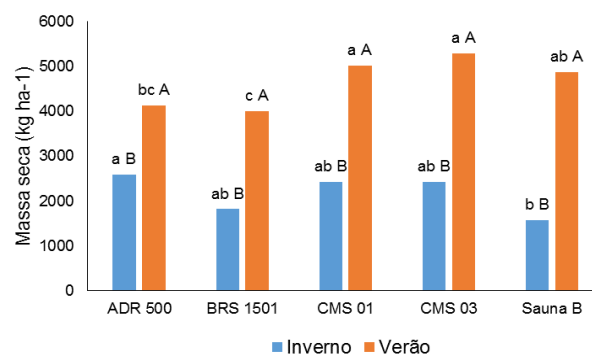


Figura 1. Produtividade de massa seca de genótipos de milho na safra de verão e de inverno, em Dourados, MS, 2016.

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.

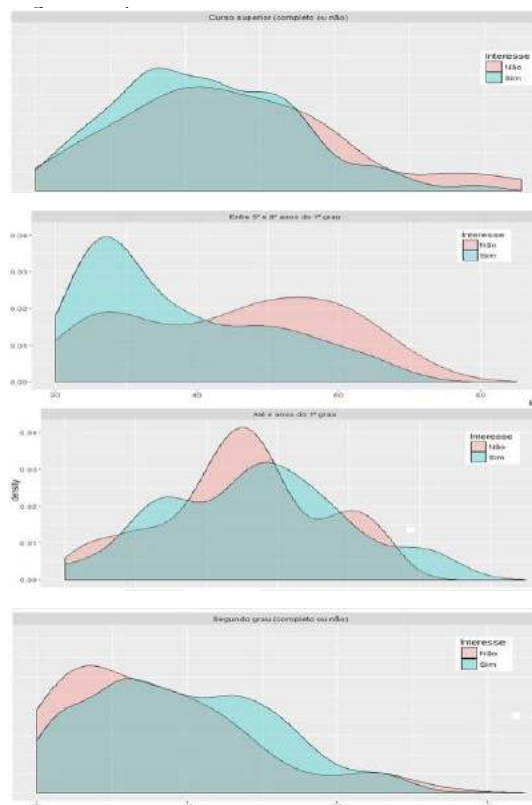


Figura1: Distribuição das variáveis: idade, instrução e quantidade em hectares. UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2016.

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.

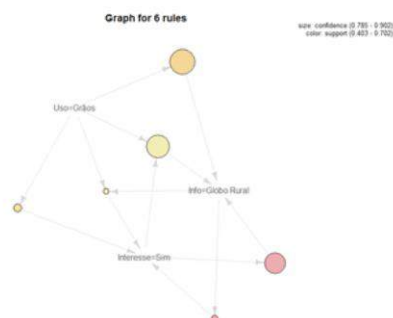


Figura 4: Uma figura simples de redes neurais de como as "regras", foram utilizando das informações para o plantio do milho Saracura nos anos de 1996-97.

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).

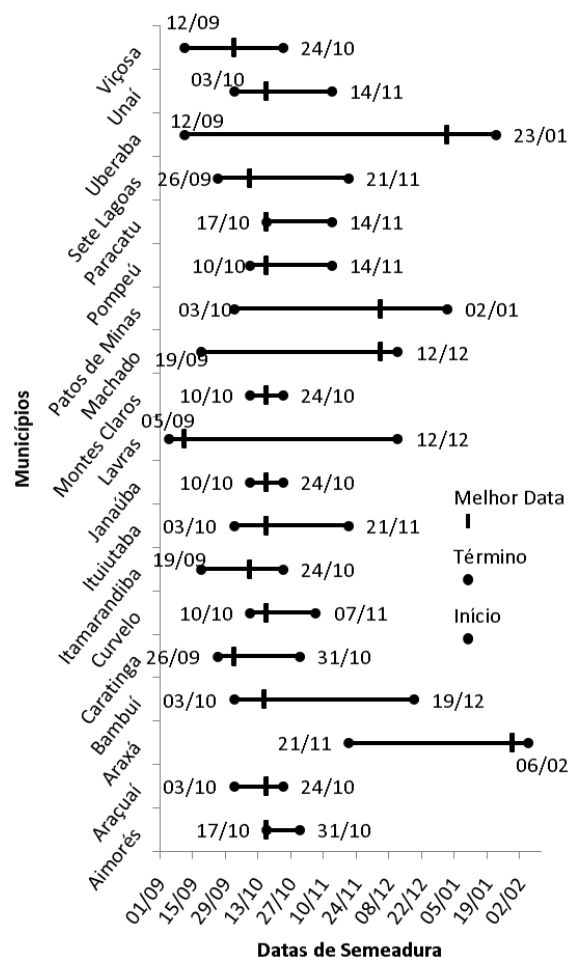
A temperatura do ar, que controla a duração do ciclo do milho e pode afetar a sua produtividade, é também influenciada pela altitude, latitude e longitude e, normalmente, decresce com o aumento da altitude numa proporção de aproximadamente 1 °C por 100 m (FRITZSONS et al., 2008). Segundo Santana (2004), 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.

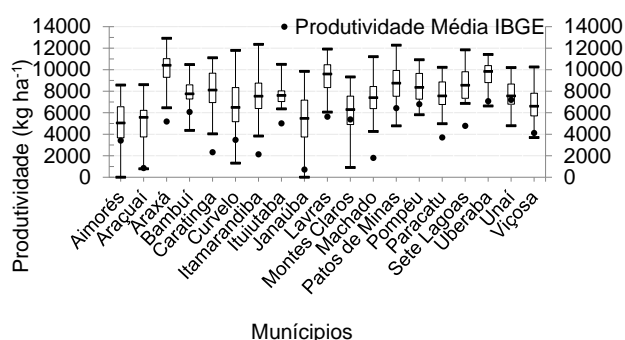


Figura 2. Variabilidade interanual da produtividade, na janela de semeadura, obtida através da simulação e produtividade média do IBGE (círculos) em 19 municípios de Minas Gerais.

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.dnmp.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 agrônomicas 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 agrônomicas 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.

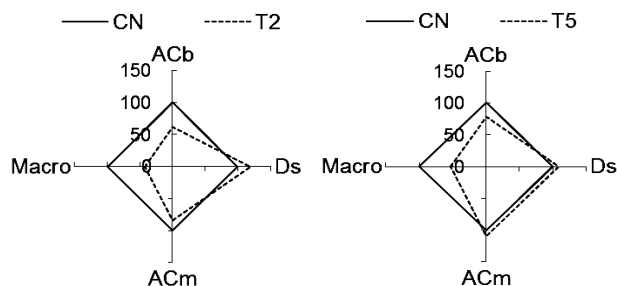


Figura 1 - Diagramas radiais comparando a qualidade do solo entre dois sistemas de produção (T2 e T5), em relação à área de Cerrado em revegetação (CR), para a camada de 0-5 cm.

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.

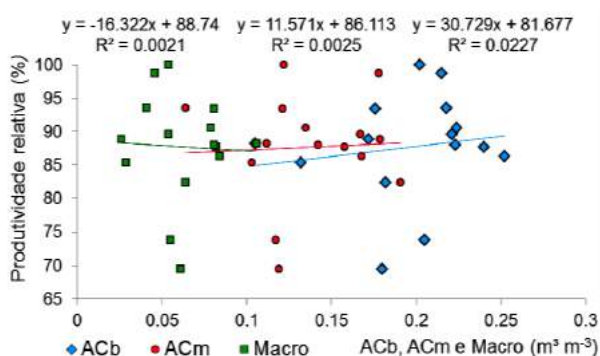


Figura 2 – Correlações entre capacidade de aeração do solo (ACb), capacidade de aeração da matriz do solo (ACm), macroporosidade (Macro) e produtividade relativa para a cultura do milho.

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. 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, 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⁾; Maribus 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, maribus@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.

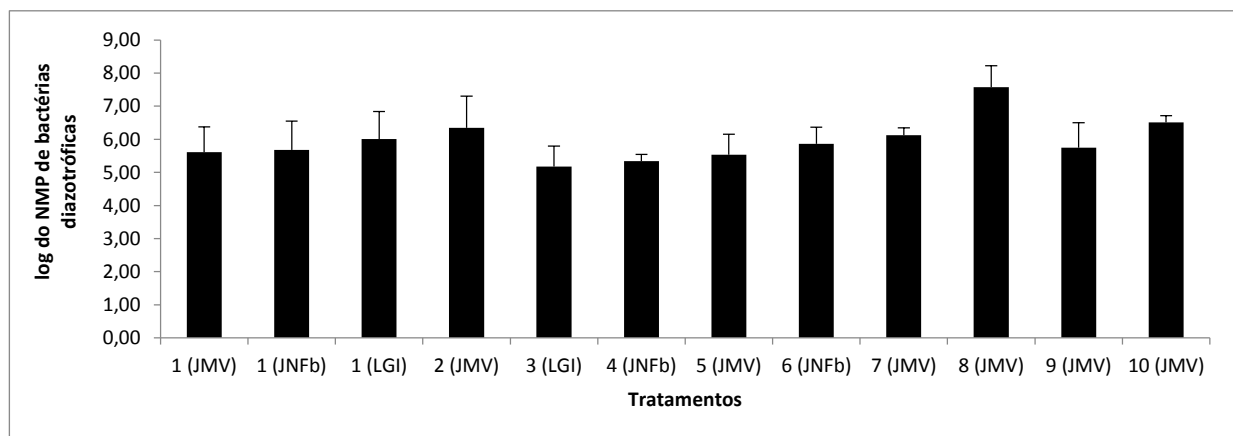


Figura 1 – Número Mais Provável (NMP) de bactérias diazotróficas associadas às raízes de milho nos diferentes meios de cultivo (log do número de células g⁻¹ de raízes). T1 (controle), T2 (UFV1214), T3 (UFV1154), T4 (UFV1141), T5 (UFV2212), T6 (UFV3143), T7 (UFVL-162), T8 (UFVL-163), T9 (UFVL-164), T10 (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**.

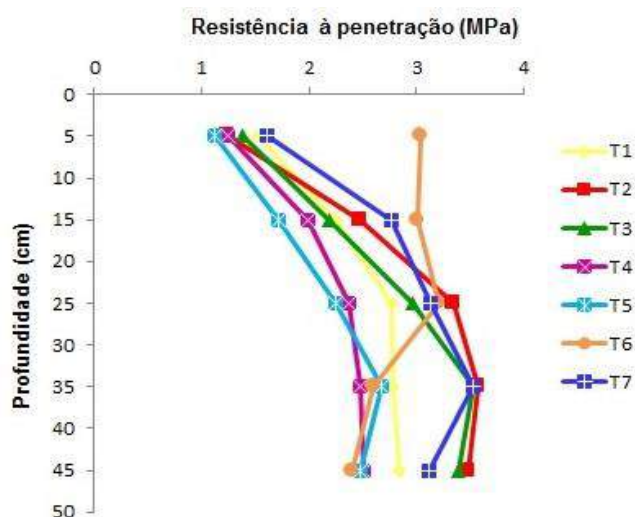


Figura 1: Resistencia a Penetração nos diferentes tratamentos estudados.

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.

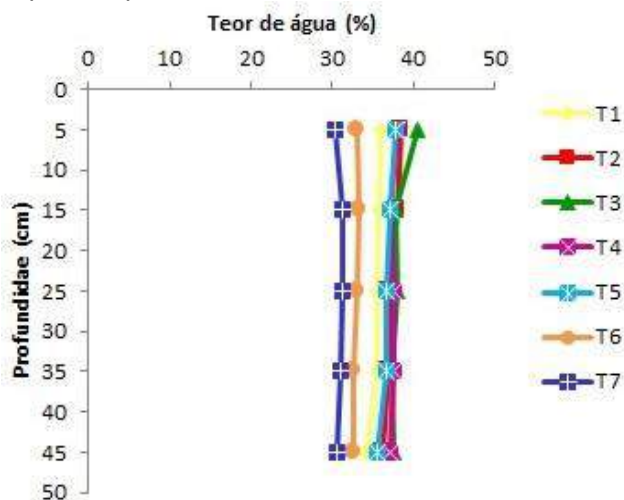


Figura 2: Teor de água presente nos tratamentos.

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 Agrônômica/Bolsista PET-Agronomia; UFSJ; ⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista CNPq; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; 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.

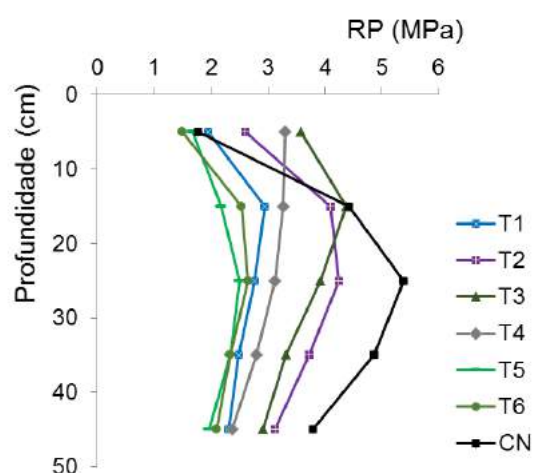
Segundo Arshad et al. (1996), valores de RP variando de 2,0 a 4,0 MPa podem impossibilitar ou limitar o crescimento de raízes. Entretanto, Tavares Filho et al. (2001) demonstraram que valores de RP acima de 3,5 MPa em sistemas de plantio direto bem conduzidos influenciaram apenas na morfologia da planta 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).

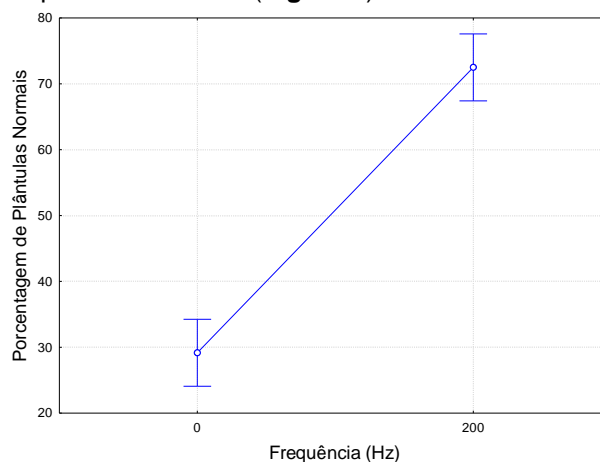


Figura 1. Efeito da frequência na Porcentagem de Plântulas Normais. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle

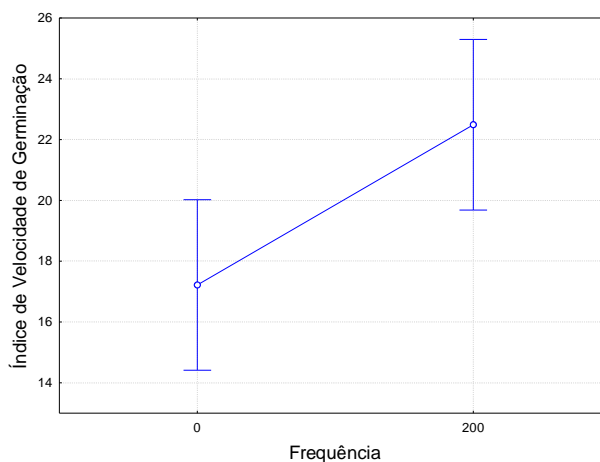


Figura 2. Efeito da frequência no Índice de Velocidade de Germinação. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle

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.

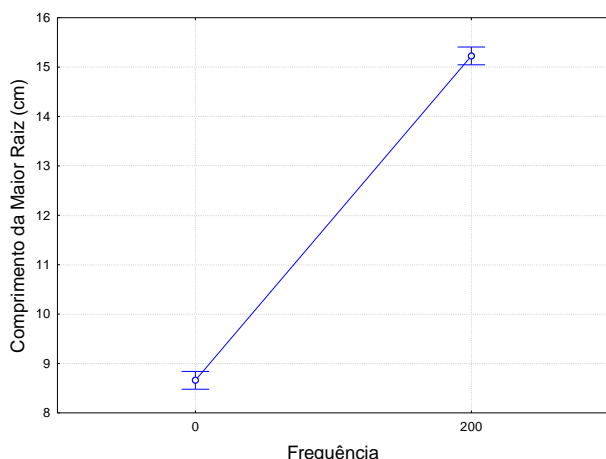


Figura 3. Efeito da frequência no Comprimento da Maior Raiz. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle. Cm= centímetros.

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**).

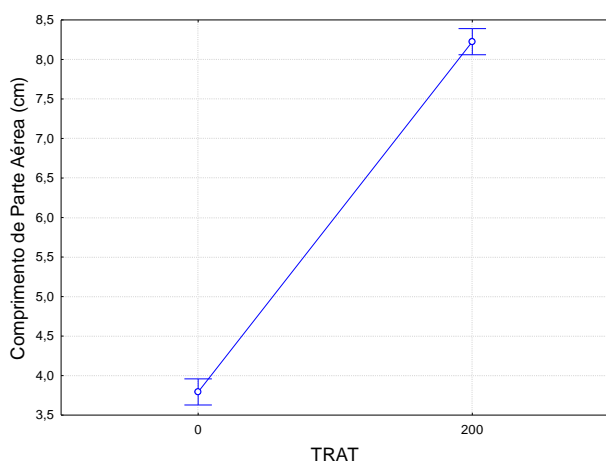


Figura 4. Efeito da frequência no Comprimento de Parte Aérea. As medidas de dispersão representam Intervalo de Confiança de 95 %. A sobreposição do intervalo de confiança de um tratamento sobre a média de outro tratamento indica igualdade estatística. Frequência 0= Controle. Cm= centímetros.

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"
