

Alterações nos componentes de trocas gasosas e eficiência do fotossistema II em genótipos de milho submetidos a estresse hídrico no pré-florecimento

Roniel Geraldo Avila⁽¹⁾; Paulo César Magalhães⁽²⁾; Alyne Oliveira Lavinsky⁽³⁾; Amauri Alves de Alvarenga⁽⁴⁾; Carlos César Gomes Junior⁽⁵⁾; Cleide Nascimento Campos⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras; Lavras; Minas Gerais; ronielgeraldo@yahoo.com.br.; ⁽²⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; ⁽³⁾ Pós-doutoranda; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal de Lavras; Lavras; Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Mestrando; Universidade Federal de Alfenas; Alfenas; Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Biologia Vegetal; Universidade Estadual de Campinas; Campinas; São Paulo.

RESUMO: A ocorrência de déficit hídrico no solo é motivo de grande preocupação na agricultura, pois, sob essa condição, os cultivos apresentam crescimento e desenvolvimento limitado, o que pode comprometer tanto a produção como a qualidade dos alimentos produzidos. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, sendo utilizados genótipos de milho tolerantes DKB390 e BRS1055 e sensíveis BRS1010 e 2B710 a seca, e contou-se com duas condições hídricas: irrigado normal e déficit hídrico. No período do pré-florecimento foi imposto o estresse hídrico, e esse foi mantido por doze dias. Ao final do período de estresse avaliou-se trocas gasosas e eficiência do fotossistema II. Verificou-se, que a seca afeta significativamente a fotossíntese independente do genótipo analisado. Os genótipos BRS1055 e DKB390 apresentaram maiores taxa fotossintética e eficiência do fotossistema II em relação aos sensíveis BRS1010 e 2B710.

Termos de indexação: Seca; Produção; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de déficit hídrico no solo é motivo de grande preocupação na agricultura, pois, sob essa condição, os cultivos apresentam crescimento e desenvolvimento limitado, o que pode comprometer tanto a produção como a qualidade dos alimentos produzidos. A seca gera diversas disfunções fisiológicas no milho, afetando, dentre outros, a fotossíntese, que pode ser inibida por limitação estomática e não estomática. Inicialmente com a seca os estômatos fecham, ocasionando a diminuição da concentração interna de gás

carbônico (C), comprometendo a atividade de carboxilação da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), pela baixa concentração de substrato (CO₂), refletindo em decréscimo na fotossíntese por limitação estomática, (SOUZA et al., 2013).

Torna-se importante evidenciar que as mudanças de padrões das reações fotossintéticas, causadas pelo estresse hídrico, levam à formação de EROs, as quais promovem reações oxidativas levando a destruição do PSII, onde a proteína D1 é danificada. Assim, a relação Fv/Fm é regulada negativamente, decrescendo o fluxo de elétrons do PSII para o PSI, reduzindo a síntese de ATP. Em adicional, a baixa concentração de ATP compromete a fosforização da ribulose-5-fosfato para posterior regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato, uma molécula chave para entrada do CO₂ no ciclo de Calvin é comprometida, levando a decréscimos na taxa fotossintética, caracterizando uma limitação bioquímica (não estomática) (FLEXAS; MEDRANO, 2002; GHANNOUM et al., 2003).

Deste modo, nota-se que a dinâmica fotossintética frente a regimes hídricos desfavoráveis é complexa. Assim, objetivou-se com esse estudo caracterizar os componentes de trocas gasosas e fluorescência da clorofila em genótipos de milho com características contrastantes para tolerância a seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo (19°28' S, 44°15'08" W, 732 m de altitude), e o

material vegetal consistiu em quatro híbridos de milho contrastantes para tolerância a seca, sendo dois tolerantes (DKB390 e BRS1055) e dois sensíveis (BRS1010 e 2B710). Onde o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, sendo duas condições hídricas e quatro genótipos com seis repetições.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 20 L, contendo Latossolo Vermelho Distrófico Típico. O teor de água no solo foi monitorado diariamente entre 9h e 15h, com auxílio de sensores de umidade modelo GB Reader N1535 (Measurement Engineering, Austrália), instalados no centro de cada vaso, com auxílio de um trado de rosca, a uma profundidade de 20 cm. Esses sensores detectam a tensão de água no solo, com base na resistência elétrica, e são acoplados a medidores digitais. A reposição hídrica através de irrigação foi realizada com base nas leituras obtidas com o sensor e a água reposta, até a capacidade de campo durante o período que antecedeu a imposição dos tratamentos. Os cálculos de reposição de água foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica, feita em função da curva de retenção de água do solo. Em paralelo, foram realizados todos os tratamentos culturais e fitossanitários necessários, de acordo com a demanda da cultura do milho. A unidade experimental foi composta pelo vaso, contendo duas plantas e seis repetições por tratamento.

Ao atingir o estágio de pré-florescimento, a metade de cada tratamento inicial foi submetida ao déficit hídrico (DH) e a outra metade continuou recebendo irrigação diariamente, a fim de manter a umidade do solo próxima a capacidade de campo (CC), com tensão de água no solo de -18 kPa. A exposição ao DH se deu pelo fornecimento diário de 50% da água total disponível até a tensão de água no solo atingir, no mínimo, -138 kPa, a qual foi mantida por um período de doze dias

Após os doze dias de estresse foram avaliadas entre o período de 9h e 10h, as trocas gasosas foliares, com um analisador de gases infravermelho (IRGA – *Infrared Gas Analyzer*), modelo LI 6400 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA), equipado com um fluorômetro (LI-6400-40, LI-COR Inc.). As variáveis de fluorescência da clorofila *a* foram realizadas utilizando um fluorômetro de pulso modulado (PEA- *Pocket chlorophyll Fluorimeter*), modelo Hansatech, em folhas correspondentes ao da inserção da espiga

Aplicou-se testes estatísticos preliminares para adequação, ou não, dos resultados a análise da variância (ANOVA). O teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, foi utilizado para testar todo e qualquer contraste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob CC, os valores da taxa fotossintética (*A*) e da condutância estomática ao vapor de água (g_s) diferiram entre os genótipos, com maiores valores no BRS1055, intermediários em 2B710 e DKB390, e inferiores no BRS1010. Ainda nessa condição, os valores de taxa transpiratória (*E*) foram maiores no genótipo 2B710, intermediários em BRS1055, e menores em BRS 1010 e DKB390, enquanto a concentração interna de carbono (C_i) não variou (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de trocas gasosas obtidos em quatro genótipos de milho contrastantes para tolerância ao déficit hídrico cultivados sob diferentes níveis de água no solo.

Parâmetro	Sensíveis				Tolerantes			
	BRS1010		2B710		DKB 390		BRS1055	
	CC	DH	CC	DH	CC	DH	CC	DH
<i>A</i>	23,20cA	0,152bB	28,06bA	1,187bB	27,72bA	2,257aB	33,62aA	2,257aB
g_s	0,102cA	0,007aB	0,145bA	0,010aB	0,138bA	0,023aB	0,189aA	0,023aB
<i>E</i>	2,107cA	0,088aB	3,886aA	0,192aB	2,347cA	0,499aB	2,979bA	0,498aB
C_i	75,27aB	357,8aA	31,64aB	158,9cA	43,38aB	215,5bA	67,94aB	214,4A
F_vF_m	0,803aA	0,762bB	0,790aA	0,757bB	0,800aA	0,757bB	0,801aA	0,784aA
<i>A/E</i>	11,99aA	1,645bB	7,315bA	6,508aA	11,81aA	4,592aB	11,28aA	4,599aB

Abreviaturas: *A*-taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); F_vF_m - máxima eficiência do fotossistema II; g_s -condutância estomática ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); *E*-taxa transpiratória ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$); C_i -concentração interna de CO_2 e *A/E*-eficiência na uso da água ($\text{mmol CO}_2 \text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Letras minúsculas denotam comparações entre os genótipos dentro de um mesmo nível de água no solo, e maiúsculas comparações entre os níveis de água no solo dentro de um mesmo genótipo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Por sua vez, independentemente do genótipo, houve redução expressiva de *A*, F_vF_m e g_s em plantas expostas ao estresse gerado pelo DH, quando comparadas àquelas que tiveram a umidade do solo mantida próxima à CC. Paralelamente, houve um aumento nos valores de C_i . Cabe reforçar, que plantas sob DH, oriundas dos genótipos tolerantes (DKB390 e BRS1055) exibiram em média, valores de *A* e de g_s , respectivamente, 70,33% e 64,66% maiores em relação àqueles verificados em plantas oriundas dos genótipos sensíveis (2B710 e BRS1010) cultivadas na mesma condição. Além disso, os genótipos sensíveis tenderam a apresentar menores taxas transpiratórias (*E*) em relação aos tolerantes. Entretanto, dado aos valores demasiados baixos de *A* no genótipo BRS1010 sob DH, a relação de eficiência de uso da água (*A/E*) também foi baixa, uma vez que no genótipo 2B710, o DH fez diminuir o gradiente necessário para assegurar uma difusão

adequada do CO₂, desde a atmosfera até o sítio de carboxilação no cloroplasto. Em magnitude inferior a do genótipo BRS1010, a *A/E* não declinou, mantendo, inclusive, valores similares aos verificados em genótipos tolerantes, em paralelo a um menor volume de água no solo.

Entretanto, os genótipos DKB390 e BRS1055, apresentaram sob DH valores de *A* e de *g_s* maiores em relação aos BRS1010 e 2B710, além de tenderem a apresentar maiores valores de *E* (Tabela 3).

Notavelmente, sob DH, o genótipo BRS1010 praticamente não perdeu calor latente via *E*, e com isso, provavelmente, a temperatura foliar foi aumentada, ocasionando assim, danos na etapa fotoquímica da fotossíntese. Com o dano fotoquímico, a disponibilidade de NADPH e ATP para uso pelas enzimas de redução e de fosforilação do carbono na etapa bioquímica, foi comprometida, explicando assim, o aumento em *C_i* e os baixíssimos valores de *A* em relação ao de plantas desse genótipo sob CC, caracterizando uma limitação não estomática (GHANNOUM, 2009). Os baixos valores de *A*, associados aos também baixos valores de *E*, resultaram em menor *A/E*. Cabe ressaltar, que o genótipo BRS1010, apresentou sob DH, valores de *A* 7,81 vezes menor em relação ao 2B710, enquanto *E* foi apenas 2,18 vezes menor, o que explica os valores de *A/E* em 2B710 similares aos verificados nos genótipos DKB390 e BRS1055.

De acordo com Mutava et al. (2011), genótipos tolerantes ao DH mantêm-se produtivos por aumentarem *E*, o que por sua vez, ocorre às expensas de um maior consumo de água. Ao liberarem mais água, via abertura dos estômatos, haveria um resfriamento foliar, que evitaria os danos fotoquímicos. No entanto, todos os genótipos tiveram *F_vF_m* diminuída sob DH, quando comparados aos respectivos controles sob CC, sendo que, o genótipo BRS1055 exibiu, em relação aos demais, maiores valores dessa variável sob DH.

CONCLUSÕES

A seca promoveu alterações em todos os componentes de trocas gasosas independente do genótipo analisado. Os genótipos tolerantes BRS1055 e DKB390 apresentaram maior eficiência do fotossistema II atrelado a maior taxa fotossintética sob déficit hídrico quando comparado aos genótipos sensíveis BRS1010 e 2B710.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras, a EMBRAPA-Milho e Sorgo e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-Inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitation revisited. **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, n. 2, p. 183-189, 2002.

GHANNOUM, O. C4 photosynthesis and water stress. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 635-644, July 2009.

GHANNOUM, O. et al. Non-stomatal limitations are responsible for drought-induced photosynthetic inhibition in four C4 grasses. **New Phytologist**, Cambridge, v. 159, n. 3, p. 835-844, Sept. 2003.

MUTAVA, R. N. et al. Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 123, n. 1, p. 10-18, July 2011.

SOUZA, T. C. et al. Morphophysiology, morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, Copenhagen, v. 35, n. 11, p. 3201-3211, Nov. 2013.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Avaliação de plântulas de milho sob ação de bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos

Natanael Tavares de Oliveira⁽¹⁾; Sylvia Morais de Sousa⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; São João del-Rei, Minas Gerais; natanaeltavaress@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Os bioestimulantes são amplamente utilizados na agricultura moderna e são compostos por substâncias e/ou microrganismos que podem aumentar o desenvolvimento vegetal. O objetivo desse trabalho foi estabelecer o tempo ideal de exposição de plântulas de milho com bioestimulantes à base de substâncias húmicas (SH) e aminoácidos para avaliação dos seus efeitos. Foram utilizados três bioestimulantes, A (à base de SH), B e C (à base de aminoácidos), sendo A e B comerciais e C em fase de teste. As plântulas de milho foram crescidas em solução nutritiva Hoagland meia força (pH 5,65) pelo sistema de *floating* sob um período de aclimação de sete dias. Após o período de aclimação em solução foram adicionadas as doses de 54,4, 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos bioestimulantes A, B e C, respectivamente. As raízes foram fotografadas com três e sete dias de tratamento e as características radiculares foram quantificadas com RootReader2D e WhinRhizo. Na avaliação com três dias de tratamento não houve aumento do crescimento radicular. Já na avaliação com sete dias de tratamento houve um aumento na área de superfície total da raiz, área de superfície de raízes com diâmetro entre 1-2 mm e 2-4,5 mm e peso seco total por plântula. Portanto, o tratamento com sete dias foi o mais indicado para avaliação de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

Termos de indexação: Promotores de crescimento, solução nutritiva, raiz.

INTRODUÇÃO

Para o cultivo do milho são empregadas tecnologias de ponta, incluindo o uso crescente de sementes melhoradas tratadas com fungicidas, herbicidas e bioestimulantes, principalmente nas médias e grandes propriedades (SANTOS et al., 2014).

Os bioestimulantes podem ser definidos como produtos promotores de crescimento vegetal não nutritivos, sendo seu efeito baseado no estímulo à absorção de nutrientes e quelatos orgânicos e na promoção do equilíbrio hormonal da planta (ELLIOTT; PREVATTE, 1996). Podem ser aplicados

em pequenas quantidades exogenamente via foliar, solo ou sementes com a premissa de otimizar o potencial genético da planta (DU JARDIN, 2015). Além disso, os bioestimulantes orgânicos têm um grande potencial para reduzir o uso de fertilizantes convencionais sem prejudicar o crescimento da planta (RUSSO; BERLYN, 1990).

As substâncias húmicas (SH) são formadas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Esses compostos possuem bioatividade similar aos hormônios vegetais endógenos (SILVA et al., 2011). Os ácidos húmicos presente nas SH provocam o aumento da síntese de H^+ -ATPase de membrana, favorecendo a ativação das bombas de H^+ responsáveis pelo surgimento de raízes laterais (FAÇANHA et al., 2002), otimizando assim o processo de absorção de água e nutrientes presentes no solo (CANELLAS; SANTOS, 2005). Os aminoácidos podem provocar efeitos diretos, relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes, e os indiretos que estão associados com a nutrição e crescimento vegetal através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

No entanto, a utilização de bioestimulante de forma inadequada pode promover efeitos indesejados na lavoura. Resultados positivos ou negativos promovidos pelo uso de bioestimulantes dependem de uma série de fatores, tais como a espécie ou cultivar, o órgão ou a idade ideal da planta para aplicação, além da concentração recomendada para cada cultura (ZANDONADI et al., 2014). Outro fator determinante para efeitos inibitórios ou aumento do desenvolvimento vegetal é o tempo de exposição da planta com os bioestimulantes (KELTING et al., 1997), por isso esse trabalho buscou determinar o tempo ideal para avaliação do sistema radicular de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Câmara de Crescimento da Embrapa Milho e Sorgo em Sete

Lagoas – Minas Gerais. Foi utilizado o genótipo de milho L521236/CMSM036 do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. Foram utilizados três produtos bioestimulantes, sendo dois comerciais e um em fase de teste. O bioestimulante comercial A, BlackGold®, produzido pela FORTGREEN à base de SH, o produto comercial B, AMINO®Plus, e o produto em teste C, ambos à base de aminoácidos produzidos pela AJINOMOTO FERTILIZANTES.

As sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, plântulas uniformes foram transplantadas para um sistema composto por bandejas com oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (LIU et al., 1998) e mantidas em aclimação por sete dias. Após a aclimação foram adicionadas as doses dos bioestimulantes A, B e C, (54,4; 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente) e mais o controle negativo (sem tratamento). A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas por três e sete dias. Em todos os experimentos o sistema radicular foi separado da parte aérea e o sistema radicular foi fotografado com uma câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Regent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características de morfologia radicular e o peso seco total (DE SOUSA et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com cinco plantas cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SISVAR versão 5.4 (FERREIRA, 2011) e as médias, comparadas pelo teste LSD ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação foi baixo para todas as características analisadas no experimento com os bioestimulantes A, B e C (**Tabela 1**), indicando confiabilidade dos dados. A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para as características diâmetro médio, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total, considerando bioestimulante e para comprimento total da raiz, diâmetro médio, área de superfície entre 0 e 1,0 mm, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total considerando coleta. A interação entre bioestimulante x coleta (BxC) foi significativa apenas

para área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total (**Tabela 1**).

Na avaliação do sistema radicular com três dias de tratamento houve redução da área de superfície de raízes entre 2,0 e 4,5 mm com os três produtos (**Figura 1**). Já na avaliação com sete dias de tratamento, os bioestimulantes A e C tiveram um efeito positivo significativo da área de superfície total (AST). Além disso, o produto A também afetou significativamente a área de superfície de raízes entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) de raízes entre 2,0 e 4,5 mm (AS3), e todos os três bioestimulantes tiveram um efeito positivo no peso seco total (**Figura 1**).

Os tratamentos com os bioestimulantes à base de aminoácidos (B e C), principalmente o C, levaram a um aumento da área de superfície total e conseqüentemente houve um ganho significativo do peso seco sob uma dose baixa do produto (5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$). Os bioestimulantes à base de aminoácidos tendem a ser mais eficientes no desenvolvimento vegetal quando associados a nutrientes e aplicados em baixas concentrações (CASILLAS et al., 1986). Em alface, por exemplo, há aumento da matéria seca de 5,2 a 10,8% com a aplicação de 0,2 e 0,4%, respectivamente, de um bioestimulante comercial à base de aminoácidos (KOWALCZYK et al., 2008). Proteínas hidrolisadas, devido a um comportamento semelhante ao da auxina, aumentaram a taxa de alongamento do coleótilo de milho quando comparado ao controle, além disso, esse bioestimulante teve efeito positivo nas raízes de tomate e na parte aérea de ervilhas (COLLA et al., 2014). Os aminoácidos podem exercer múltiplos papéis como bioestimulantes no crescimento da planta, tendo efeitos diretos e indiretos (CALVO et al., 2014; DU JARDIN, 2015; HALPERN et al., 2015). Os efeitos diretos estão relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes e os indiretos estão relacionados com a nutrição e crescimento vegetal, através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

O bioestimulante A à base de substâncias húmicas teve maior efeito nas plantas de milho nas condições testadas. O processo do aumento do sistema radicular com uso de substâncias húmicas está diretamente ligado à ativação H^+ -ATPase associada a um aumento na absorção de NO_3^- (FAÇANHA et al., 2002), facilitando assimilação de íons, aumentando a respiração celular e a produção de ATP nas células radiculares (FAÇANHA et al., 2002; QUAGGIOTTI et al., 2004; MUSCOLO et al., 2007). Foram observados efeitos positivos no crescimento radicular de tomate crescido em solução nutritiva com bioestimulantes comerciais à

base de ácido húmico extraído de leonardita, especialmente com a dose de 10 mg/L (ADANI et al., 1998), próxima à dose usada no experimento que corresponde a 20 mg/L. Também foram encontrados efeitos positivos no comprimento radicular de plantas de milho crescidas em solução nutritiva com adição de substâncias húmicas extraídas de carvões na dose 30 mg/L (SIEWERDT et al., 1999) e nas plantas de milho e café submetidas a tratamento com substâncias húmicas na concentração de 40 mg/L de ácido húmico (FAÇANHA et al., 2002).

A adoção de tecnologias e produtos que tenham efeito bioestimulante são promissoras e o estabelecimento das condições de avaliação desses produtos é fundamental para um melhor entendimento dos mecanismos de ação deles.

CONCLUSÕES

Houve aumento da superfície radicular e do peso seco total após sete dias de tratamento com os bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli pela ajuda na condução dos experimentos e à Embrapa e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ADANI, F.; GENEVINI, P.; ZACCHEO, P.; ZOCCHI, G. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 3, p. 561-575, 1998.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. (Ed.). **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: Ed. do Autor, 2005. 309 p.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, J.; GUERRERO, H. A.; BUITRAGO, L. A. G. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, n. 32, p. 185-195, 1986.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 448, p. 1-6, 2014.

DE SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C. de; VASCONCELOS, M. J. V. de; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p. 3-14, 2015.

ELLIOTT, M. L.; PREVATTE, M. Response of Tifdwarf Bermudagrass to Seaweed-derived Biostimulants. **HortTechnology**, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 261-263, 1996.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. de A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPESEMA, J.; BRAZ FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A. de; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

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

HALPERN, M.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. Chapter two -The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. **Advances in Agronomy**, v. 130, p. 141-174, 2015.

KELTING, M.; HARRIS, J. R.; FANELLI, J.; APPLETON, B.; NIEMIERA, A. Humate-based biostimulants do not consistently increase growth of container-grown Turkish hazelnut. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 15, n. 4, p. 197-199, 1997.

KOWALCZYK, K.; ZIELONY, T.; GAJEWSKI, M. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In: GAWRONSKA, D. (Ed.). **Biostimulators in modern agriculture**: general aspects. Warszawa: Wieś Jutra, 2008. p. 35-43.

LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 33, n. 1, p. 115-129, 2007.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize

(*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.

RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 1, n. 2, p. 19-42, 1990.

SANTOS, V. M. dos; MELO, A. V. de; CARDOSO, D. P.; GONCALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2014.

SIEWERDT, L.; SILVA, R.; JABLONSKI, A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Crescimento da parte aérea e do sistema

radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 5, n. 2, 1999.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; DOBBSS, L. B.; AGUIAR, N. O.; FRADE, D. A. R.; REZENDE, C. E.; PERES, L. E. P. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. da. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 14-20, jan./mar. 2014.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco de plântulas de milho avaliadas sob efeito dos bioestimulantes A, B e C em dois tempos de tratamento. Comprimento radicular total (CTR) (cm), área de superfície radicular total (AST) (cm²), diâmetro médio (DM) (mm), área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1,0 mm (AS1) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre (AS3) (cm²) e peso seco total (PST) (g).

FV	GL	Quadrado Médio						
		CTR	AST	DM	AS1	AS2	AS3	PST
Bioestimulante (B)	3	7131,35ns	58,70ns	0,024**	123,33ns	153,35ns	91,54**	0,0028**
Coleta (C)	1	81936,58**	981,90ns	0,136**	1614,82**	196,71ns	1039,68**	0,0648**
B X C	3	11042,33ns	1396,96ns	0,001ns	229,75ns	126,03ns	78,23*	0,0017*
erro	24	5296,8	365,71	0,288	5207,95	107,77	2006,39	0,0887
Total	31							
CV (%)		12,88	10,56	5,3	17,73	15,17	11,05	8,04
Média Geral		565,05	181,10	1,05	57,93	68,44	39,49	0,2537

ns não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 0,01 % de probabilidade pelo teste F.

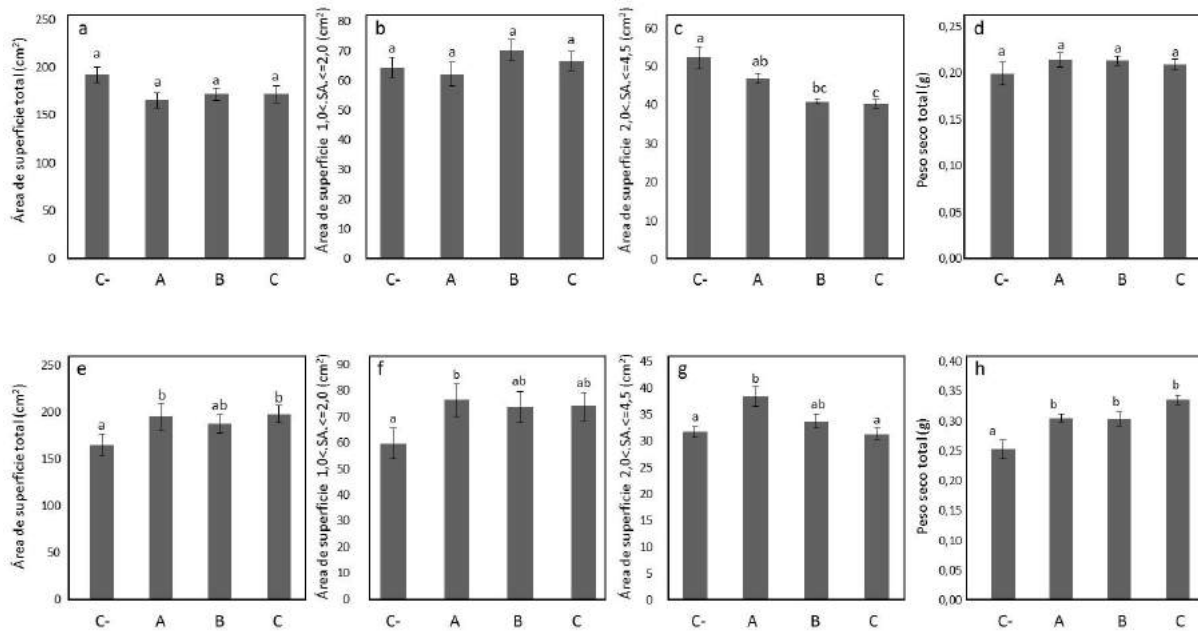


Figura 1. Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após três (a, b, c, d) e sete (e, f, g, h) dias de tratamento com os bioestimulantes A (54,4 µL L⁻¹), B (5,0 µL L⁻¹) e C (5,0 µL L⁻¹) e controle negativo (C-). As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste LSD (p<0,05).

Características morfológicas de plantas de milho em diferentes estádios e alturas de colheita para ensilagem.

Daniel de Souza Martins⁽¹⁾; Lílian Anqueli Cordeiro da Silva⁽²⁾; Ciniro Costa⁽³⁾; Paulo Roberto de Lima Meirelles⁽³⁾; Marco Aurélio Factori⁽⁴⁾; Nídia Raquel Costa⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP. Email: souzadmzoo@gmail.com

⁽²⁾ Graduanda em Zootecnia, FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP.

⁽³⁾ Professores - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP. Bolsista de Produtividade do CNPq.

⁽⁴⁾ Professor substituto- FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, SP.

⁽⁵⁾ Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu, SP.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de duas alturas de corte em três momentos de colheita para ensilagem, do híbrido de milho DOW 587, sobre a produtividade de massa verde e seca e características morfológicas da planta. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2. Após cada corte realizado, todas as plantas da mesma parcela foram agrupadas, identificadas e transportadas ao Laboratório de Forragicultura para posterior separação em caule+bainha, folha, brácteas, sabugo e grãos e, pesados para obtenção da massa verde. Em seguida, esse material foi seco em estufa de ventilação forçada na temperatura de 65° C até a obtenção de peso constante. De posse dos pesos de massa seca, procedeu-se o cálculo de suas proporções na planta e produtividade por área. Foi constatado, para todas as variáveis, efeito das alturas de corte e a maior produtividade de massa seca e verde nas plantas e diferenças para as características de participação de todos os componentes nos três estádios de maturação e efeito significativo para altura de colheita na participação de caule e grãos nos três estádios avaliados. Assim recomenda-se a elevação da altura de corte (0,40 m) para produção de silagem destinada à alimentação de animais de alto potencial produtivo pela maior participação dos grãos na biomassa e a realização da colheita entre os estádios ¼ leitoso e maturação fisiológica.

Termos de indexação: *Zea mays*, componentes da planta, silagem.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a necessidade de produzir alimento volumoso para os rebanhos, especialmente no período seco do ano, quando as pastagens tornam-

se cada vez mais precárias, tem provocado o aumento da utilização da silagem, especialmente entre os pecuaristas que se dedicam à produção de leite.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é a espécie forrageira mais utilizada no Brasil para a produção de silagem, em torno de 80% da produção total (BERNARDES; RÊGO, 2014). Segundo os mesmos autores, o processo de ensilagem é o principal método de conservação de forragem, sendo que esta prática visa contornar condições climáticas adversas e fornecer alimento de boa qualidade aos animais, o que auxilia na manutenção destes durante a estação seca.

A possibilidade de manipulação do processo de colheita do milho para ensilagem, como a elevação da altura de corte das plantas, permite maior participação de grãos na massa ensilada, em detrimento da menor participação de caules e folhas senescentes, resultando em melhoria da qualidade da silagem produzida, devido a diminuição nos teores de fibra em detergente neutro e detergente ácido da silagem.

A seleção de híbridos para produção de silagem de milho tem sido baseada em produção de grãos e de massa seca total, porém a porção fibrosa da planta como: sabugo, caule, folhas e brácteas, não têm sido devidamente avaliados. Desta forma, existe variabilidade muito grande entre híbridos de milho, interferindo na qualidade do material ensilado e seu produto final.

Assim o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de duas alturas de corte em três momentos de colheita para ensilagem, do híbrido de milho DOW 587, sobre a produtividade de massa verde e seca e, características morfológicas da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizada no município de Botucatu, região sudeste do Estado de São Paulo latitude de 22°51 S, longitude de 48°26 W e 740 metros de altitude. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006), o solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, sendo definido como temperado (Mesotérmico), com média de pluviosidade anual de 1500 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2, sendo utilizado o híbrido DOW 587 (textura dentada), três estádios de colheita (1/2 leitoso, 1/4 leitoso e maturação fisiológica) e duas alturas de corte (0,20 e 0,40 m em relação ao nível do solo), totalizando 6 tratamentos, com quatro repetições.

As plantas de milho avaliadas eram provenientes de uma cultura de produção comercial, cuja área foi preparada considerando as indicações da análise de solo e milho foi plantado

A semeadura do milho foi realizada em novembro de 2012, no espaçamento de 0,85 m, com 6 sementes por metro, no sistema convencional sem irrigação. As amostras, dependendo do estádio de desenvolvimento da cultura, foram coletadas em abril de 2013, prolongando-se até o final de junho do referido ano, procurando obedecer três estádios de maturação da planta.

As plantas de milho foram cortadas com o auxílio de uma tesoura de poda, nos respectivos estádios de desenvolvimento e altura de corte avaliados. Após o corte, todas as plantas da mesma parcela foram agrupadas, identificadas e transportadas para lugar adequado, para posterior separação dos componentes morfológicos. Para cada estádio de maturação, realizou-se a pesagem da massa verde de cada parte da planta. Em seguida, esse material foi seco em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65° C até a obtenção de peso constante. De posse dos pesos de massa seca procedeu-se o cálculo de suas proporções na planta e produtividade por área.

Após a pesagem dos grãos obtidos em cada parcela e aferida a umidade, esses foram corrigidos para 13% de umidade e transformado em kg /ha utilizando a fórmula (correção da umidade = 100 – umidade da amostra / 87 x peso da amostra).

Os dados foram analisados pelo SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000), utilizando-se de análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de produtividade de massa verde (MV) e massa seca (MS) do milho, nas duas alturas de corte (0,20 e 0,40 m), são apresentadas na Tabela 1. Foi constatado, para todas as variáveis, efeito da altura de corte sobre a produtividade de MV e MS. As plantas colhidas a 0,20 m de altura proporcionaram os maiores valores dos atributos avaliados em relação ao corte realizado a 0,40 m. Como esperado, houve diminuição da produtividade com a elevação da altura de corte, sendo que a diferença foi decrescente com o avanço do estádio de maturidade da planta.

Na altura de corte de 0,20 m, nos estádios de maturação fisiológica, 1/2 leitoso e 1/4 leitoso, a produtividade de massa seca foi de 1,04; 0,87 e 0,55 t ha⁻¹ a mais que a média de produtividade obtida na altura de corte de 0,40 m. Tal fato representou redução de 6,4; 5,2 e 3,9% na produtividade de MS quando se eleva a altura de corte de 0,20 m para 0,40 m, respectivamente.

Foram constatadas diferenças significativas para as características de participação de todos os componentes nos três estádios de maturação e efeito significativo para altura de colheita na participação de caule e grãos nos três estádios avaliados (Tabela 2).

A maior participação de grãos na massa seca é positiva para híbridos destinados a produção de silagem. Embora o estádio 1/2 leitoso indicado como início da colheita para ensilagem, ainda não é condição ideal para ensilar o milho, uma vez que o desejável é que se reduza a participação de folhas, caule, brácteas-sabugo e se eleve a participação de grãos, com máximo enchimento de grãos. Portanto, o intervalo mais favorável para realizar a ensilagem é entre os estádios 1/4 leitoso e maturação fisiológica.

Houve redução na participação percentual dos componentes brácteas, folha e caule, com a evolução de 1/4 leitoso para maturação fisiológica. O oposto pode ser observado para a participação de grãos na matéria verde, contribuindo em média com 36% a 54% (Tabela 2).

Observou-se ainda, redução na participação de todos os componentes da planta e evolução na participação de grãos do estádio 1/4 leitoso para maturação fisiológica. A produtividade de massa verde e seca foram superiores aos dados encontrados por Mello et. al. (2005), de 22,4 e 8,71 t ha⁻¹, e inferiores aos resultados de Neumann et. al. (2002), os quais variaram de 28,6 a 40 e 11,8 a 13,2 t ha⁻¹ de massa verde e seca respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Caetano (2001), que verificou

redução de 25,6% na produtividade de massa seca quando a altura média de corte aumentou de 0,5 m para aproximadamente 0,8 m.

A participação da espiga nos três estádios de maturação ficou abaixo dos 64-65%, considerado por Nussio (1991) como o ideal. Avaliando a participação do grão, que é o componente mais importante em função da concentração energética, constata-se que apenas no estádio $\frac{1}{2}$ leitoso esteve abaixo dos 40% considerado pela maioria dos autores como o ideal para produção da silagem de alta qualidade (NUSSIO, 1991; NEUMANN et al., 2002).

O estádio maturação fisiológica corresponde ao grão farináceo duro, e muitos autores consideram o intervalo entre $\frac{1}{4}$ leitoso e maturação fisiológica o momento ideal para ensilar plantas de milho (VILLELA et al., 2003), pois apresentariam maior participação de grãos e menor participação dos demais componentes das plantas conforme observado na Tabela 2.

Resultados similares de redução na participação de folhas foram encontrados quando as plantas foram colhidas de grãos leitosos para semi-duros, para diferentes híbridos de milho (ZOPOLLATTO et al., 2009).

Com relação à participação de caule, os resultados corroboram com as observações de Rosa et al. (2004) que ao avaliarem diferentes híbridos de milho, encontraram variação de 24 a 28% quando ensilaram no estádio de grão pastoso.

Os valores de participação de brácteas+sabugos, abaixo de 25% se mostraram favoráveis para ensilagem, como recomendado por Nussio (1991). Dados semelhantes aos de Beleze et al. (2003), que avaliando diferentes híbridos de milho no ponto de ensilagem encontrou variação de 16 a 20% na participação de brácteas+sabugos quando colhidos no ponto ideal para silagem.

CONCLUSÕES

Recomenda-se a elevação da altura de corte do milho de 0,20 para 0,40 m para produção de silagem destinada à alimentação de animais de alto potencial produtivo devido a maior participação dos grãos na biomassa e a realização da colheita especialmente, entre os estádios $\frac{1}{4}$ leitoso e maturação fisiológica.

REFERÊNCIAS

BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U.; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, J. S. Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.) em Diferentes Estádios de Maturação. 2. Concentrações dos Componentes Estruturais e

Correlações. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.538-545, 2003.

BERNARDES, T.F.; RÉGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*. v. 97, p. 1852–1861, 2014.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MELLO, R. Características produtivas e qualitativas de híbridos de Milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.1, p.79-94, 2005.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; MELLO, R. et. al. Características produtivas da planta de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo; EPAGRI, 2002. CD-ROM.

NUSSIO, L.G. Cultura de milho para produção de silagem de altovalor alimentício. In: PEIXOTO, A.M. et. al. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p.59-168.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do Comportamento Agrônomo da Planta e Valor Nutritivo da Silagem de Diferentes Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.302-312, 2004

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análise Estatística e Genéticas SAEG** -. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

VILLELA, T. E. A.; VON PINHO, R. G.; GOMES, M. S.; GROSS, M. R.; EVANGELISTA, A. R. Conseqüências do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem.



Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 27, n.1, p.54-61, 2003.

ZOPOLLATO, M.; NUSSIO, L. G.; MARI, L. J.; SCHIMIDT, P.; DUARTE, A. P. MOURÃO, G. B. ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO EM CULTIVARES DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, V.38, N.3, P.452-461, 2009.

Tabela 1. Produtividade de massa verde (MV) e seca (MS) em t/ha e teor de matéria seca (MT) do milho em três momentos de colheita para silagem, nas alturas de 20 e 40 cm em relação ao nível do solo.

Fração da planta	Momento de colheita (Estádio de maturação dos grãos)								
	1/2 leitoso			1/4 leitoso			Maturação fisiológica		
	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)	MV (t/ha)	MT (%)	MS (t/ha)
Grãos	11,7	53,3	6,2	13,9	60,0	8,3	11,0	66,8	7,3
Sabugo	3,9	37,5	1,5	3,5	41,0	1,4	2,4	41,6	1,0
Brácteas	5,4	32,0	1,7	3,9	43,0	1,3	1,8	64,9	1,2
Espiga	21,0	44,8	9,4	21,3	53,7	11,4	15,2	62,1	9,5
Folha	14,8	28,7	4,3	9,0	41,6	3,7	4,3	57,8	2,5
Caule > 40 cm	9,6	26,6	2,5	8,7	27,2	2,4	4,9	30,2	1,5
Caule 20 cm	3,7	27,8	1,0	3,1	27,9	0,9	1,8	31,1	0,5
Total > 40 cm	45,4	35,7	16,2	39,0	45,0	17,5	24,4	55,0	13,5
Total 20 cm	49,1	35,2	17,2	42,1	43,7	18,4	26,2	53,3	14,0

Tabela 2. Proporção das frações (%) da planta de milho em matéria seca (MS) em três momentos de colheita para silagem, em duas alturas de corte (20 e 40 cm) em relação ao solo

Frações da planta	Momento de colheita (Estádio de maturação dos grãos)					
	1/2 leitoso		1/4 leitoso		Maturação fisiológica	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Grãos	36,0 Cb	38,3 Ca	45,1 Bb	47,4 Ba	52,1 Ab	54,1 Aa
Sabugo	8,7	9,2 A	7,6	8,0 B	7,1	7,4 B
Brácteas	9,9	10,5	9,2	9,7	8,6	8,9
Espiga	54,6 Cb	58,0 Ca	61,9 Bb	65,1 Ba	67,8 Ab	70,4 Aa
Folha	25,0 A	26,5 A	20,1 B	21,1 B	17,8 C	18,5 C
Caule	20,3 Aa	15,4 Ab	17,9 Ba	13,7 Bb	14,3 Ca	11,1 Cb
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si (entre estádios e na mesma altura) pelo teste de tukey a 5%.

Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si (entre alturas dentro do mesmo estádio) pelo teste de tukey a 5%.

Caracterização ecofisiológica e agrônômica de genótipos de Sorgo granífero contrastantes para a tolerância à seca.

Carlos César Gomes Junior⁽¹⁾; Thaís Melo da Fonseca⁽²⁾; Paulo César Magalhães⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de graduação, Universidade Federal de São João del-Rei

⁽²⁾ Estudante de graduação e bolsista da Fapemig Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; thaismfonseca@yahoo.com.

⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; paulo.magalhaes@embrapa.br

RESUMO: A tolerância a seca, é a principal característica que confere ao sorgo (*Sorghum bicolor*. L) o título de uma das culturas mais importantes de regiões áridas e semiáridas. O sorgo é o quinto cereal mais cultivado pelo mundo, sua exploração vai além de produtos alimentícios animal e humano. Foram avaliados quatro genótipos de sorgo granífero contrastantes para a tolerância à seca, sendo dois sensíveis: 9903062 e 9618158, e dois tolerantes: 9910032 e P898012 testados em duas condições hídricas: irrigado e estressado no florescimento. Os resultados mostraram que o genótipo 9910032 e 9618158 apresentaram melhores características fisiológicas quando comparado aos outros materiais, resultando em uma maior produtividade.

Termos de indexação: Déficit hídrico, *Sorghum bicolor*.L, estresse abiótico.

INTRODUÇÃO

Um dos principais entraves enfrentados pela produção agrícola atual são as mudanças climáticas. Diante deste cenário, torna-se necessário a exploração de novas culturas e cultivares adaptadas as novas condições expostas. Em regiões tropicais áridas e semiáridas, as quais são caracterizadas por baixa disponibilidade hídrica, é onde se encontra as maiores áreas cultivadas do país. Segundo Easterling et al., (2007), estas regiões estão sujeitas a estações seca mais frequentes e severas.

Pesquisas que identifiquem as necessidades adaptativas prioritárias para investimento na agricultura de sequeiro tornam-se relevantes, até mesmo porque, nessas regiões, vivem famílias que dependem da agricultura como único meio de sobrevivência (Haile,2005).

Fatores ambientais como: água, luz e temperatura, têm grande efeito no crescimento de várias culturas, dentre elas o sorgo (Jiang et al. 2011). Com relação à seca, o sorgo possui um menor Kc (coeficiente de cultura basal) para desenvolver quando comparado com outros cereais, e seu período mais crítico à falta de água é o florescimento.

Recentemente, o sorgo vem sendo apontado com grande potencial para estudos fisiológicos e genômicos relacionado à produtividade (Hosaka 2014). Quando comparado com o milho, produz mais sob estresse hídrico, e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas com mais facilidade (Farré e Faci 2006).

O sorgo é uma planta monocotiledônea de metabolismo C4, de dias curtos, com altas taxas fotossintéticas e de ciclo de vida com curta duração (Dogget, 1988). É uma espécie vegetal de clima quente, apresenta características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca.

A produtividade e tolerância à seca do sorgo está relacionada com diversos fatores integrados, tais como interceptação de radiação pelo dossel, sistema radicular fasciculado e profundo, eficiência metabólica, diminuição no tamanho e aumento no número de estômatos.

Além de ser utilizado para alimentação animal e vegetal o sorgo granífero pode vim a ser empregado como uma planta modelo de referência para estudos de outras gramíneas, como, por exemplo, a cana-de-açúcar e o milho. Devido seu genoma sequenciado pode vim a ser usado em estudos que determinam assuntos de grande interesse como acúmulo de açúcar e tolerância à seca.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os recursos fisiológicos que a planta de sorgo utiliza para uma maior tolerância à seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na estação experimental do Gorutuba em Janaúba, Minas Gerais (15°47' S, 43°18' W e 516 m de altitude) durante os meses de Abril a Agosto de 2014.

O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e siltoso. As adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo recomendação para o sorgo no Estado de Minas Gerais.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se quatro linhagens de sorgo granífero, sendo duas tolerantes ao estresse hídrico (P898012 e 9910032) e duas sensíveis (9903062 e 9618158), de acordo com o programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As dimensões da parcela experimental foram de 6m x 2m; com 4 fileiras de plantio, espaçadas de 0,50 m, perfazendo uma área total de 12 m².

As linhagens foram expostas a irrigação conforme a demanda hídrica necessária para seu desenvolvimento. No estágio de florescimento, metade do número de parcelas teve sua irrigação suspensa durante 25 dias.

A irrigação da parcela que sofreu estresse foi suspensa durante 25 dias. O teor de água no solo foi monitorado diariamente nos períodos de 09 e 15 horas, foi instalado um sensor de umidade watermark (tensiômetro), modelo 200SS no centro das parcelas de cada repetição, na profundidade de 0,2 m.

Avaliações

Ao final do período de imposição dos tratamentos foram avaliados: a condutância estomática utilizando um leitor de condutância estomática portátil Leaf Porometer (Decagon Pullman, USA).

O teor de clorofila utilizando um clorofilômetro portátil Soil plant analysis development (SPAD) (Minolta SPAD 502 Osaka, Japan).

A fluorescência da clorofila por um fluorímetro portátil Pocket PEA chlorophyll fluorimeter (Hansatech United Kingdom).

A área foliar por meio de um leitor de área foliar (LI-3100C, Nebraska, USA).

Em seguida, a irrigação foi restabelecida, e

mantida na capacidade de campo até o final do ciclo. Na colheita, dez plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, durante 72 horas; com base no valor de biomassa seca, realizou-se o peso de grãos e estimou-se o índice de colheita seguindo a metodologia proposta por (Durães et al. 2002).

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram analisados em blocos casualizados, com as quatro linhagens de sorgo e as duas condições hídricas, totalizando oito tratamentos com quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste Skott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para condutância estomática mostraram que os genótipos tolerantes apresentaram valores para essa variável superior aos sensíveis (Tabela 1). Assim como Souza et al., (2013) observaram que os materiais de milho tolerantes à seca apresentou-se uma maior condutância estomática juntamente com um maior potencial hídrico foliar, favorecendo um fluxo de CO₂ e um resfriamento da folha pela transpiração.

Todavia, na parcela de estresse, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais estudados para teor de clorofila (Tabela 1), demonstrando concordância com resultados de Lino (2011).

Para avaliações de danos no fotossistema II foi utilizado a relação Fv/Fm. Verificou-se que, os genótipos tolerantes e o genótipo sensível 9618158 apresentaram maiores valores dessa variável em relação ao 9903062, sendo desprovidos de perdas na atividade fotoquímica (Tabela 1), visto que valores acima de 0,70 demonstram que as plantas não estão sofrendo danos no fotossistema II, ao contrário do genótipos sensível 9903062 que teve valores de relação Fv/Fm inferiores a 0,70,e, portanto, sofreu fotodano

Tabela 1: Médias de teor de clorofila, condutância estomática e relação Fv/ Fm. Janaúba- MG 2014

Genótipos	Teor de clorofila (U spad)	Cond.	
		Estomática m mol m ⁻² . s ⁻¹	Relação Fv/ Fm
¹ P898010	40,98 a	275,83 a	0,70 a
¹ 9910032	45,85 a	191,29 a	0,74 a
² 9903062	42,20 a	125,60b	0,65 b
² 9618158	47,38 a	107,66 b	0,72 a

Médias seguidas pela mesma letra à 5% não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

1 Genótipos tolerantes a estresse hídrico;

2 Genótipos sensíveis a estresse hídrico.

Em relação à área foliar (Tabela 2) verificou-se um maior valor para os genótipos sensíveis e para o tolerante P898010 quando comparado ao tolerante 9910032.

Quanto as características de produtividade, observou-se que o peso de grãos e índice de colheita foram similares nos genótipos tolerantes 9910032 e sensíveis 9618158, superando os genótipos tolerante P898012 e sensível 9903062.

Tabela 2: Médias de área foliar, peso de grãos e índice de colheita. Janaúba- MG 2014

Genótipos	Área foliar		Índice de colheita
	cm ²	Peso de grãos Kg ha ⁻¹	
¹ P898010	1989,87 a	2080,00 b	0,21 b
¹ 9910032	737,61 b	3095,00 a	0,54 a
² 9903062	2054,54 a	1510,00 b	0,23 b
² 9618158	1658,00 a	2820,00 a	0,49 a

Médias seguidas pela mesma letra à 5% não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

1 Genótipos tolerantes a estresse hídrico;

2 Genótipos sensíveis a estresse hídrico.

CONCLUSÕES

Os genótipos (9910032 e 9618158) avaliados neste trabalho se mostraram eficientes quando submetidos ao déficit hídrico. Uma justificativa plausível para o bom desempenho do genótipo sensível é a relação Fv/Fm, já que tal característica

fornece evidências de funcionamento normal do aparato fotossintético

É importante se estudar ainda mais as características ecofisiológicas de genótipos de sorgo tolerantes à seca, pois tal cultura tem capacidade de expansão para muitas áreas e é uma alternativa para segurança alimentar mundial.

REFERÊNCIAS

BAKER, N.R., ROSENQVST, E., Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **J. Exp. Bot.** 55, 1607-1621; 2004

DOGGETT H. Recurrent Selection in *Sorghum*. **2nd edn. London New York: Longman**; published by Wiley; 1988

EASTERLING, W. E.; AGGARWAL, P. K.; BATIMA, P.; BRANDER, L. M.; ERDA, L.; HOWDEN, S. M. FOOD, FIBER AND FOREST PRODUCTS. IN: PARRY, M. L.; CANZIANI, O. F.; PALUTIKOF, J. P.; VAN DER LINDEN, P. J.; HANSON, C.E. (EDS.). Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**: United Kingdom, 273 - 313, 2007.

FARRÉ, I.; FACI, J. M. Comparative response of maize (*Zea mays L.*) and sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) to deficit irrigation in a mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, v.83, p. 135-143, 2006.

HAILE, M. Weather patterns, food security and humanitarian response in sub-Saharan Africa. **Philosophical transactions of the Royal Society of London** 360: 2169 - 2182, 2005.

JIANG, C-D.; WANG, X.; GAO, H-Y.; SHI, L.; CHOW, W. S. Systemic regulation of leaf anatomical structure, photosynthetic performance, and high-light tolerance in sorghum. **Plant Physiology**, v. 155, p. 1416-1424, 2011.

HOSAKA, K. G. Estabelecimento de protocolo de cultura de tecidos *Sorghum Bicolor*. Dissertação de mestrado em ciências (Escola Superior de Agricultura ESAQ/USP "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2014.

JIANG, C-D.; WANG, X.; GAO, H-Y.; SHI, L.; CHOW, W. S. Systemic regulation of leaf anatomical structure, photosynthetic performance, and high-light tolerance



in sorghum. **Plant Physiology**, v. 155, p. 1416-1424, 2011.

LINO, LEANDRO DE OLIVEIRA. Características anatômicas e fisiológicas de genótipos de sorgo contrastante a seca Lavras: UFLA, 2011 (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, TC; CASTRO, EM; MAGALHÃES, PC; ALBURQUEQUE, PEP; LINO, LO; ALVES, ET; Morphophysiology, Morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. **Acta Physiology Plant** v.35, p 3201 – 3211, 2013



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Desempenho agrônômico de híbridos de milho em resposta a aplicação de regulador de crescimento.

André Prechlak Barbosa⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; Ivan Gustavo Vaurof dos Santos⁽³⁾; Renan Felix Iastrenski⁽³⁾; Luiz Abílio Ribeiro Alves⁽³⁾ e Gustavo Escaramboni⁽³⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, PR 445 km 380; ⁽²⁾ Professor da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: claudemircca@uel.br; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO: O uso de reguladores de crescimento, como o trinexapac-ethyl (TE) para cereais de inverno, pode ser uma alternativa para milho. Pois proporciona redução de porte e alterações morfológicas, que possibilitam a utilização de arranjos espaciais adensados. A resposta a ação do produto pode ser variável em função do manejo, do ambiente de cultivo e do genótipo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do TE sobre as características de crescimento e o rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho, cultivados na primeira safra. O experimento foi conduzido em campo na safra 2014/15, sob delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, ausência e presença de TE (250 g i.a. ha⁻¹) e sete híbridos de milho (2B 610 PW, 2B 810 PW, 30F53 YH, Status Viptera TL/TG, P2530, 30R50 YH, Celeron TL/TG), com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: Altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, índice de área foliar, massa de mil e produtividade de grãos. Não há interação entre o TE e os híbridos utilizados, mesmo com morfologia e potencial agrônômico diferenciados entre eles. O TE é eficiente na redução de altura das plantas de todos os genótipos, sem alterar o rendimento de grãos. A produção de plantas compactas pelo regulador evita os prejuízos do crescimento excessivo e facilita o emprego do arranjo de plantas adensado, com incremento na produção de grãos por área. Os híbridos 2B610 e 2B810, de precocidade média, refletem sua superioridade de crescimento em desempenho produtivo.

Termos de indexação: Arranjo de plantas, genótipos modernos. Trinexapac-ethyl.

INTRODUÇÃO

Uma das variáveis importantes na definição do rendimento final do milho é o genótipo utilizado

(fornasieri filho, 2007). A determinação do rendimento de grãos de cultivares de milho, em níveis tecnológicos distintos, é necessária para a tomada de decisão no manejo e melhoramento, pois possibilita a identificação dos fatores limitantes. Costa et al. (2015) afirmaram que é preciso estudos referentes ao manejo agrotecnológico da cultura, para a maximização do potencial produtivo das cultivares recentemente lançadas no mercado. Alterações no arranjo espacial nem sempre são benéficas, pois o adensamento pode acarretar crescimento excessivo. Por consequência disso, maior ocorrência de acamamento, quebraimento e autosombreamento das folhas inferiores devido a distribuição alternada e oposta das folhas (Sangoi et al., 2010).

Os genótipos com características modernas, se adaptam ou não as condições de cultivo adensado e de maior tecnificação, e isso reflete diretamente no potencial produtivo dos genótipos, sendo o fator genético interligado fortemente com a condição ambiental para as respostas de desenvolvimento e produtividade. Todavia, a não adequação do genótipo a essas novas opções de arranjos espaciais, podem ser superadas pelo uso dos reguladores de crescimento, que em sua maioria bloqueiam a síntese do hormônio giberelina (Ga), responsável pelo alongamento do caule (Zagonel e Ferreira, 2013).

O TE, composto mais utilizado em cereais, paralisa a biossíntese de Ga no citoplasma (dioxigenases), acumula Ga₂₀ e reduz a produção de Ga₁ que é a forma ativa (Rademacher, 2015). A redução do crescimento excessivo, evita o acamamento, quebraimento e o autosombreamento das plantas, além de melhorar a arquitetura foliar (Penckowski et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do TE sobre as características fitométricas e produtividade de grãos de diferentes genótipos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 em Londrina-PR, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (23°20'32" S e 51°12'32" W, com altitude média de 540 m).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x2, com quatro repetições. Foram avaliados sete híbridos (2B 610 PW, 2B 810 PW, 30F53 YH, Status Viptera TL/TG, P2530, 30R50 YH, Celeron TL/TG) e a presença e ausência de regulador de crescimento (trinexapac-ethyl 250 g i.a. ha⁻¹, aplicado com auxílio de pulverizador propelido a CO₂, na pressão de 30 psi e o volume de calda utilizado foi de 200 L ha⁻¹, no estádio V6 do milho).

A adubação de base consistiu da utilização do formulado 08 28 16 na dosagem de 300 kg ha⁻¹. Em cobertura aplicou-se 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, no estádio V6. A população de plantas utilizada foi de 75.000 plantas por hectare para todos os genótipos. As parcelas experimentais consistiram de seis linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m entre elas, perfazendo uma área total de 13,5 m². A área útil foi de 7,2 m².

As avaliações tiveram seu início após o florescimento pleno da cultura, onde foram tomadas dez plantas ao acaso dentro da área útil das parcelas e avaliadas a altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AE) em centímetros, e o diâmetro de colmo (DC) em milímetros. O índice de área foliar (IAF), expresso em m², foi determinado conforme metodologia proposta por Francis (1969). Posteriormente a debulha das espigas da área útil, foram aferidas a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PROD), ambas com massas corrigidas para 13 % de umidade.

Foi realizada análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade entre as variâncias dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e Hartley, respectivamente, e então feita a análise de variância (ANAVA). Quando constatada significância, as médias de regulador de crescimento foram comparadas pelo teste de F e as de híbridos pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O software estatístico utilizado foi o Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ANAVA demonstrou diferença significativa para a variável altura em resposta ao fator regulador de crescimento. Já para o fator híbridos, houve significância para todas as características avaliadas.

A AP demonstrou a efetividade do regulador de crescimento em reduzir o porte das plantas (Tabela 1), com diminuição média de 7,25 cm. Essa é a

principal variável analisada quando se busca a obtenção de plantas de milho mais compactas e adaptáveis ao arranjo espacial de plantas adensado.

A redução de altura de plantas se deve a ação de inibição da biossíntese de giberelina, que é o hormônio responsável pelo crescimento longitudinal do colmo, pois os reguladores de crescimento, antagonistas às giberelina, modificam seu metabolismo (Rajala; Peltronen-Sainio, 2001). Corroborando os resultados obtidos, Fagherazzi (2015) também constatou redução na altura das plantas de milho com a utilização de TE.

Para o efeito de híbridos (Tabela 1), AP e AIE demonstraram maior valor para o híbrido 2B610PW, e menores para os híbridos P2530 e Celeron, que anteriormente também haviam apresentado menor porte. Essa resposta se relaciona com o que foi supramencionado para a altura de plantas e confirma que os híbridos mais precoces exibem menor crescimento quando submetidos a condições que acelerem a soma térmica, semelhante ao observado por Sangoi et al. (2010).

Para DC, na comparação entre híbridos, o Celeron apresentou o maior valor de diâmetro de colmo e, superou os demais híbridos (Status, 2B610PW, 2B810PW e P2530), com exceção de 30R50YH e 30F53YH que não diferiram (Tabela 1).

Para IAF (Tabela 1), os híbridos apresentaram desempenhos distintos, com superioridade para 30R50YH e 2B810PW, que não diferiram de P2530, 30F53YH e 2B610PW. Os menores IAF foram obtidos para os híbridos Status e Celeron. Essas diferenças se devem basicamente às características de ciclo dos híbridos, assim como ao número de folhas e tamanho destas que são determinantes do resultado singular dos genótipos.

Tabela 1 –Características fitométricas sob influência de trinexapac-ethyl e híbridos de milho, na primeira safra. Londrina PR, 2016.

	AP (cm)	AIE (cm)	DC (mm)	IAF (m ² /m ²)
trinexapac-ethyl				
com	215,39 b	104,04 a	24,64 a	3,13 a
sem	222,64 a	104,96 a	25,04 a	3,22 a
p valor	0,00	0,65	0,36	0,16
híbridos de milho				
2B610PW	252,62 a	149,87 a	23,75 b	3,17 ab
2B810PW	241,00 a	122,25 b	23,38 b	3,38 a
30F53YH	213,12 b	106,37 c	25,25 ab	3,19 ab
Status	210,87 b	100,87 c	23,38 b	2,94 b
P2530	195,25 c	71,62 d	24,88 b	3,13 ab
30R50YH	214,62 b	105,66 c	25,63 ab	3,46 a
Celeron	205,62 bc	74,87 d	27,62 a	2,97 b
p valor	0,00	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelos testes F para trinexapac-ethyl e Tukey para híbridos de milho

($P < 0,05$).

AP: altura de plantas; AIE: altura de inserção de espiga; DC: diâmetro de colmo e IAF: índice de área foliar.

O maior valor de massa de grãos (Tabela 2) foi observado para o híbrido celeron, o mesmo que havia apresentado menor crescimento das plantas, que se deve a sua precocidade. Portanto, houve relação inversa, o menor número de grãos resulta em grãos mais pesados. O inverso é verdadeiro, pois a menor massa de grãos foi do híbrido 2B810 que teve o maior número de grãos por espiga.

Não foi constatado efeito significativo do TE na massa e na produtividade de grãos dos genótipos avaliados (Tabela 2). Portanto, o uso do redutor de crescimento teve efetividade na redução de porte das plantas, sem afetar negativamente o desempenho produtivo em todos os genótipos. Assim, em condições de arranjo espacial adensado esse composto pode favorecer a estabilidade de produção por planta e incrementar o resultado por área. Essa pressuposição é corroborada por Pricinotto et al. (2015).

Tabela 2. Massa de mil grãos e produtividade de grãos sob influência de trinexapac-ethyl e híbridos de milho cultivados na primeira safra. Londrina PR, 2016.

	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
trinexapac-ethyl		
com	327,90 a	6709,73 a
sem	343,10 a	6978,37 a
p valor	0,13	0,32
híbridos de milho		
2B610PW	327,50 b	10393,25 a
2B810PW	251,10 c	9047,12 a
30F53YH	355,30 ab	6586,49 b
Status	343,40 ab	7141,64 b
P2530	340,80 ab	4222,96 c
30R50YH	346,30 ab	4831,27 c
Celeron	384,30 a	5685,64 bc
p valor	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste F para trinexapac-ethyl e Tukey para híbridos de milho ($p < 0,05$). MMG: massa de mil grãos e PROD: produtividade de grãos.

Ainda para o rendimento de grãos, destaca-se o desempenho dos híbridos 2B610PW e 2B810PW que superaram todos os demais. O 2B610PW foi ainda 13% superior ao 2B810PW. A média produtiva desses dois genótipos foi cerca de 27, 32, 42, 50 e 57% superior à dos híbridos Status, 30F53YH, Celeron, 30R50YH e P2530, respectivamente.

O ciclo dos genótipos foi um fator determinante para as diferenças de rendimento observadas, devido a semeadura ter sido realizada em época considerada ideal - 27 de outubro, onde as condições ambientais, favorecem os genótipos de menor precocidade (2B610PW e 2B810PW), já que são menos afetados pela maior velocidade de soma térmica. Aliado a isso, a padronização da densidade de plantas também possui influência significativa no desempenho produtivo, pois em híbridos de menor ciclo, cujas plantas são menos produtivas individualmente, é preciso utilizar mais plantas por área para a máxima produtividade por área.

CONCLUSÕES

Não há interação entre o trinexapac-ethyl e os híbridos utilizados. O trinexapac-ethyl é eficiente na redução de altura das plantas, sem alterar o rendimento de grãos. A produção de plantas compactas pelo regulador facilita o emprego do arranjo adensado, com maior produtividade. Os híbridos com precocidade média têm superioridade de crescimento e desempenho produtivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- COSTA, K. D. D. S. et al. Avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais. *Agropecuária científica no semiarido*, v. 11, n. 1, p. 27-36, 2015.
- FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho a aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. 2015. 93p. (Mestrado). Centro de ciências agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.
- FRANCIS, C.A. RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E.A. Rapidmethod for plantleafareaestimation in maize (*Zea mays*). *Crop Science*, Madison, v.9, p.537-539, 1969.
- PENCKOWSKI, L.H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: Aspectos importantes para garantir bons rendimentos**. 2ed. Passo Fundo: Fundação ABC. 2009, 60p.
- PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. B.; OLIVEIRA, M. A.; FERREIRA, A. S.; SPOLAOR, L. T. Trinexapac-ethyl in the vegetative and reproductive

performance of corn. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.14, p.1735-1742, 2015.

RADEMASCHER, W. Plant growth regulators: Backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulators**, v. 34, p. 845-872, 2015.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 93, p. 936-943, 2001.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, 2010.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Rates and times of growth regulator application on corn hybrids. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 395-402, 2013.

Efeito da aplicação de ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho

Angelica Consoladora Andrade Manfron ⁽¹⁾; Noryam Bervian Bispo ⁽²⁾; Jefferson Gonçalves Acunha ⁽³⁾;

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia, Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Sertão; Sertão, RS, Brasil. E-mail: ange.angelyca@gmail.com; ⁽²⁾ Professora Orientadora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão; ⁽³⁾ Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão;

RESUMO: O Ácido Salicílico (AS) está envolvido em muitos processos fisiológicos nas plantas, e é considerado como pertencente de um novo grupo de substâncias que contribuem para o crescimento das mesmas. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da aplicação de AS no crescimento de plântulas de milho. O trabalho foi realizado em laboratório, com sementes certificadas de milho, e foram empregadas as concentrações de 0; 5; 10; 15 e 20 mg/L de AS. As sementes foram semeadas em papel germitest e mantidas em Câmara Incubadora tipo BOD por sete dias. Foram utilizadas quatro sub-amostras de 100 sementes por repetição estatística, para cada tratamento. Foram avaliados o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas, aos sete dias após a semeadura. Os resultados permitiram concluir que o AS provocou um aumento tanto no comprimento de parte aérea quanto de raiz das plântulas, podendo ser uma nova fonte de estímulo à emergência e estabelecimento das plântulas de milho também a campo.

Termos de indexação: *Zea mays*, Análise de Sementes; Reguladores de Crescimento.

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a cultura do milho é a mais produzida no mundo, com uma produção estimada em aproximadamente 969,6 milhões de toneladas para a safra de 2015/2016 (FIESP, 2016). O Brasil se caracteriza como um dos maiores produtores de milho, perdendo apenas para os Estados Unidos e para a China (USDA, 2016).

A utilização de reguladores de crescimento, e técnicas que contribuam para aumentar a qualidade das sementes podem proporcionar um aumento na capacidade de desenvolvimento e desempenho das sementes, e até mesmo acelerar a emergência de muitas espécies (ARAGÃO et al., 2006).

Uma grande quantidade de compostos orgânicos que atuam no crescimento e desenvolvimento das plantas são produzidas por elas mesmas, como é o caso da auxina e de vários outros que já são estudados há décadas, porém outros compostos tem surgido e que também podem afetar essas fases de desenvolvimento das plantas, como é o caso do ácido salicílico (AS) e alguns outros. No entanto, a classificação dos mesmos como hormônios vegetais tem gerado dúvidas (COLLI, 2008).

Para culturas que apresentam grande importância econômica, como é o caso da cultura do milho, não há muitas pesquisas sobre a utilização de ácido salicílico, desta forma seus os efeitos também são pouco conhecidos. Porém, segundo Agostini et al. (2013) em feijão, o AS tem grande potencial para se tornar uma das novas e promissoras tecnologias para tratamento de sementes, pois proporcionou resultados satisfatórios no comprimento e massa seca total da raiz das plântulas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar e descrever o efeito da aplicação de doses crescentes do ácido salicílico no crescimento de plântulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Defesa Sanitária Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, no mês de março de 2016.

O estudo foi realizado com sementes de milho certificadas da cultivar 30F53YH da empresa Pioneer Sementes Ltda., indicada com 80% de germinação. Para avaliação do efeito do ácido salicílico foram empregadas as concentrações de 0; 5; 10; 15 e 20 mg/L de ácido salicílico diluído em água destilada. As sementes foram embebidas na

solução contendo água destilada e as doses do AS por 24 horas, sendo que na dose zero foi utilizada apenas água destilada como controle. Foram utilizadas quatro sub-amostras de 100 sementes por repetição estatística, para cada tratamento.

Posteriormente as sementes foram semeadas em papel germitest, umedecidas com água destilada e mantidas em Câmara Incubadora tipo BOD, modelo Novatécnica MOD: NT708 TR, a uma temperatura de 28°C, conforme estudo realizado por Riley (1981), que diz que a temperatura ótima para a germinação de sementes de milho se situou entre 26 e 29°C. As sementes permaneceram na BOD por um período de sete dias, conforme recomendações da Regra de análise de sementes (RAS) (BRASIL, 2009). As avaliações de sementes e plântulas também foram realizadas segundo os critérios da RAS (BRASIL, 2009).

Foram avaliados o comprimento da parte aérea e da raiz, em centímetros. Foram analisadas 15 plântulas de cada repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através da análise de regressão, através do programa estatístico "R" (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos sobre o crescimento das plântulas em função das doses de ácido salicílico estão apresentados nas figuras 1 e 2, e indicam que o seu uso em sementes de milho provocou um aumento significativo tanto no crescimento da parte aérea quanto no crescimento da raiz das plântulas testadas. Para ambos os caracteres, as doses que proporcionaram um maior aumento foram de 15 e 20 mg de AS por litro de água destilada. Este fato condiz com os estudos de Menezes et al (2016), onde os mesmos observaram na cultura da aveia efeitos positivos no comprimento de parte aérea das plântulas, o que segundo Carvalho Júnior (2013) era esperado, devido ao fato do AS ser um hormônio relacionado com a formação do caule.

Com os resultados obtidos foi possível perceber que na dose de 5 mg/l de AS houve uma pequena inibição no desenvolvimento das plântulas principalmente no Comprimento de Raiz, onde o mesmo apresentou um comprimento médio de 1,56 cm, quando comparado a testemunha de 0 mg/l que o seu comprimento médio foi de 1,82 cm, porém as doses subsequentes de 10, 15 e 20 mg/l apresentaram aumento nos índices para ambos os comprimentos, tanto de parte aérea como de raiz (Tabela 1), corroborando desta forma com Rivas-San Vicente & Plasencia (2011), que afirmam que conforme a dose utilizada, o efeito promovido pelo ácido salicílico de atuar como promotor ou inibidor

de crescimento é modificado.

Todavia, em estudo feito com sementes de melancia embebidas em AS, os resultados mostraram que o mesmo não interferiu no comprimento da parte aérea das plântulas (SILVA et al., 2012).

No entanto, há muitos fatores que podem interferir no efeito do AS, como por exemplo, o estágio de desenvolvimento das plantas, a espécie das mesmas, a concentração do AS, e o nível endógeno do mesmo nas plantas estudadas, bem como o modo de aplicação (HORVATH et al., 2007). Desta forma, deve se levar em conta que o AS pode atuar de diferentes formas devido a sua concentração, podendo funcionar como um componente que influencia a germinação e crescimento de plantas (LYNN E CHANG, 1990, Apud TONEL et al., 2013).

Figuras e Tabelas

Figura 1: Comprimento de parte aérea de plântulas de milho sob crescentes doses de ácido salicílico. Sertão/RS, 2016.

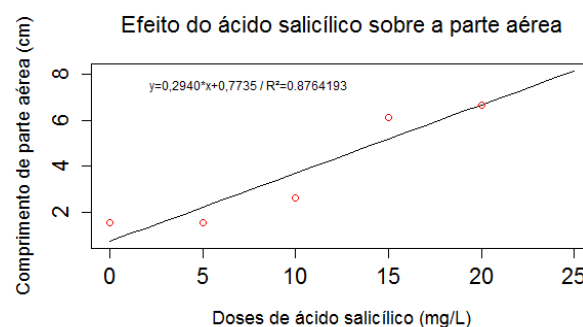
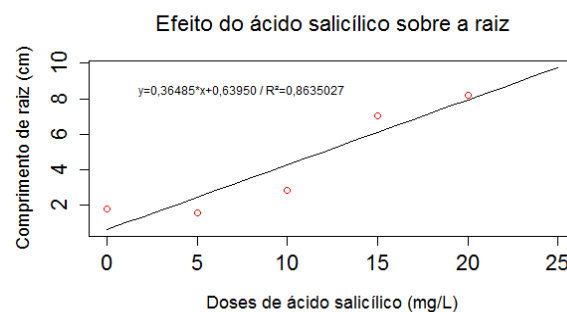


Figura 2: Comprimento de raiz de plântulas de milho sob crescentes doses de ácido salicílico. Sertão/RS, 2016.



CONCLUSÕES

O ácido salicílico estimulou o crescimento da parte aérea e da raiz de plântulas de milho, principalmente nas doses de 10, 15 e 20 mg/l, mostrando que pode haver um efeito positivo na aplicação do AS no estabelecimento das plântulas de milho também no campo.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, E. A. T. et al. Induction of waterdeficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 209-219, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/artic/e/view/15967>>. Acesso em: 19 mar. 2016. doi: 10.4025/actasciagron.v35i2.15967
- ARAGÃO C. A. et al. Germinação e vigor de sementes de melância com diferentes ploidias submetidas a tratamentos prégerminativos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28 n.3, p.82-86, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222006000300012&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 17 mar. 2016. doi: 10.1590/S0101-31222006000300012
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS. 365p, 2009. Acessado em 10 jan. 2016. Online. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf
- COLLI, A. Outros reguladores: brassinosteróides, poliaminas, ácidos jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap.14, p.296 – 302.
- FIESP, 11º **Levantamento do USDA**, Informativo DEAGRO, Departamento do Agronegócio - DEAGRO/FIESP, 2016 . Acessado em 10 mar.2016. Online. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_maio2016/
- HORVATH, E. et al. Exogenous 4-hidroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants. **Biol. Plants**, v.51, p. 480-486, 2007. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10535-007-0101-1>. DOI 10.1007/s10535-007-0101-1
- MENEZES, H. M. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de aveia com ácido salicílico. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2016.
- R Development Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008. ISBN 3-900051-07-0. 1
- RILEY, G. J. P. **Effects of high temperature on the germination of maize (Zea mays L.)**. *Planta*, v. 151, n. 1, p. 68-74, 1981. Acessado em: 17 mar. 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00384239#page-1>>. doi: 10.1007/BF00384239.
- RIVAS-SAN VICENTE, M.; PLASENCIA, J. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 10, p. 3321-3338, 2011.
- SILVA, T.C.F.S. et al. Uso de diferentes concentrações de ácido salicílico na germinação de sementes de melancia Crimson Sweet. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p. S7679-S7685, 2012.
- TONEL, F.R. et al. Salicylic acid: physiological and biochemical changes in seeds and maize seedlings subjected to salt stress. **Journal of Seed Science** , v.35, n.4, p.457-465, 2013.
- USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates. 2016**. Acessado em: 23 mar.2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Efeito da Quitosana na Anatomia Radicular de Híbridos Transgênico e não Transgênico de Milho

Thiago Corrêa de Souza⁽¹⁾; Mayron Martins⁽²⁾; Valdir Veroneze Júnior⁽³⁾; Marília Carvalho⁽⁴⁾; Paulo César Magalhães⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Professor do Instituto de Ciências da Natureza; Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG); Alfenas, Minas Gerais; thiago.souza@unifal-mg.edu.br; ⁽²⁾ Estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; UNIFAL-MG; ⁽³⁾ Estudante do curso de Ciências Biológicas-Licenciatura e bolsista de Iniciação Científica, UNIFAL-MG; ⁽⁴⁾ Pesquisadora em estágio Pós-doutoral, UNIFAL-MG; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: A quitosana é um biopolímero derivado da quitina que é extraída de crustáceos e tem sido levantada na literatura a sua ação sobre as plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da quitosana na anatomia radicular em dois híbridos de milho. Foram utilizados os híbridos DKB 390 e DKB 390 Pró, sendo o último, transgênico, e estes foram expostos a 6 tratamentos de quitosana (50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm) dissolvidos em água acidificada (0,1%). Quinze sementes foram germinadas em placas de Petri de 12 cm de diâmetro, forradas com 2 folhas de papel filtro e umedecidas com 3,6 mL das respectivas soluções. As raízes foram coletadas após 7 dias de tratamento e foram confeccionadas lâminas microscópicas com cortes transversais. Os parâmetros avaliados foram espessura da epiderme, espessura do córtex, espessura da endoderme, número de xilemas, espessura de xilemas e espessura de floema. A análise estatística dos resultados foi realizada através da análise de variância e do teste de comparação de médias Skott-Knott, a 0,05% de significância. As concentrações de 150 e 300 ppm de quitosana no híbrido DKB 390 Pró levaram aumento da espessura da epiderme se comparados aos demais tratamentos. A quitosana levou a uma redução da espessura do córtex no DKB 390 Pró a partir da concentração de 150 ppm e uma redução na espessura do xilema nas nos tratamentos 300, 600, 1200 ppm. Foi observado, principalmente no material transgênico, que a quitosana levou a uma modificação das características anatômicas ligadas a proteção e sobrevivência a estresses abióticos e bióticos. Conclui-se que a quitosana pode favorecer a modificações anatômicas, permitindo maior adaptação das plântulas às condições adversas.

Termos de indexação: biopolímero, epiderme radicular, quitina.

INTRODUÇÃO

Atualmente os polissacarídeos naturais, incluindo a quitina, vêm ganhando destaque na pesquisa e na indústria devido às suas propriedades biológicas, fonte renovável, elevada abundância e fácil obtenção, alta biodegradabilidade e biocompatibilidade e baixa toxicidade (Badawy & Rabea, 2011). A quitosana é um derivado desacetilado da quitina sendo estruturalmente similar Assim, é constituída de unidades de N-acetilglicosamina e glicosamina. Para ser considerado quitosana, o biopolímero desacetilado deve conter uma porcentagem de desacetilação (DDA%) acima de 40 % (Badawy & Rabea, 2011).

A aplicação da quitosana na agricultura vem trazendo bons resultados para proteção de plantas, antes e após a colheita, contra pragas e doenças (estimula o sistema de defesa) (Iriti & Varoni, 2015) e regula o crescimento e desenvolvimento de plantas (Katiyar & Singh, 2015) entre outros.

A transgenia vem contribuindo com a agricultura no mundo todo, principalmente no cultivo de cereais (Rani & Usha, 2013), porém poucos trabalhos tem analisado o efeito biológico em genótipos de plantas transgênicas.

Devido à importância da cultura do milho e aos bons resultados oriundos da aplicação de quitosana no desenvolvimento de plantas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da quitosana na anatomia radicular de dois híbridos de milho (transgênico e não transgênico).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biotecnologia Ambiental & Genotoxicidade (BIOGEN) da Universidade Federal de Alfenas, e foram utilizadas sementes de 2 híbridos, DKB 390 e DKB 390 PRÓ, sendo o último transgênico, cedidos pela Embrapa Milho e Sorgo.

Tratamentos e amostragens

As soluções foram preparadas dissolvendo-se a quitosana em água acidificada (ácido acético) a 0,1%. As concentrações das soluções utilizadas foram determinadas em pré-testes de acordo com a quantidade de ácido acético necessária para sua dissolução, sendo: controle (solução acidificada (0,1%), 50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm, umedecendo-se duas folhas de papel filtro com 3,6 mL das respectivas soluções, dispostas em placas de Petri de 12 cm. As placas foram mantidas em câmara de germinação tipo B.O.D. (SOLAB SL-225), com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

Anatomia Radicular

Para avaliar os efeitos da quitosana na anatomia radicular foram coletadas, após 7 dias de exposição aos tratamentos, 2 raízes de cada repetição e realizadas secções transversais de acordo com Souza et al. (2009) em uma região de 2 cm a partir do ápice da raiz. Posteriormente, as lâminas microscópicas foram confeccionadas, coradas e fotografadas em microscópio óptico de luz AXIO ZEISS SCOPE A1 com câmera digital acoplada. Os parâmetros avaliados foram espessura da epiderme (ET), espessura do córtex (CT), espessura da endoderme (EnT), número de xilemas (NX), espessura de xilemas (XT) e espessura de floema (FT).

Todas estas medições foram feitas pelo programa de análise de imagens AxionVisionSE64 Rel 4.8, utilizando-se calibrações feitas com régua microscópica fotografada nos mesmos aumentos das fotomicrografias.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi em DIC r composto de 7 tratamentos (controle, 50, 150, 300, 600, 1200 e 2400 ppm), com 4 repetições, contendo 15 sementes por placa. Para todos os parâmetros analisados foram calculadas as médias e o \pm erro padrão (SE). Para análise estatística dos resultados, utilizou-se a análise de variância (ANAVA) e o teste de comparação de médias Skott-Knott, a 0,05% de significância ($P \leq 0,05$), no programa Sisvar versão 4.3 (Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os híbridos de milho, o DKB 390 Pró, quando exposto a 300 ppm de solução de quitosana, apresentou espessura de epiderme radicular (ET) significativamente maior se comparado ao DKB 390 (Figura 1A). Observando a ET do híbrido DKB 390, entre as concentrações, percebe-se que as concentrações de 50 e 600 ppm levaram a um aumento das médias porém equipararam-se ao tratamento controle. Já as concentrações de 150 e 300 ppm no híbrido DKB 390 Pró levaram aumento da ET se comparados aos demais tratamentos (Figura 1A).

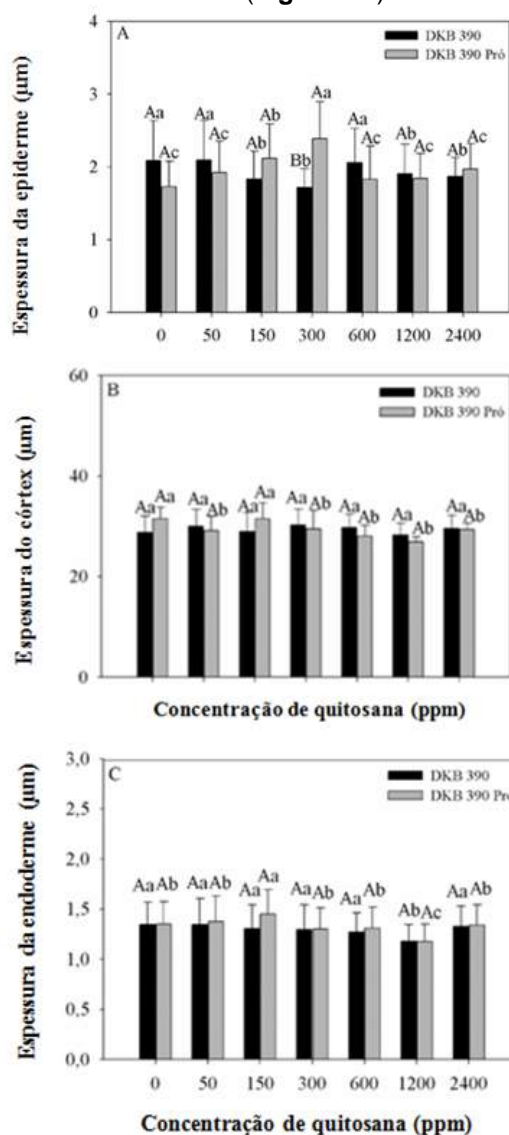


Figura 1. A – Espessura da Epiderme, B – Espessura do córtex, C – Espessura da Endoderme. Médias seguidas por mesma letra (letra maiúscula para os híbridos e minúscula para as concentrações) em cada barra não diferem entre si

pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Souza et al., (2009) trabalhando com uma variedade de milho tolerante e não tolerante ao estresse hídrico (alagamento) observaram que uma das adaptações anatômicas de sobrevivência do milho tolerante é um aumento da espessura da epiderme da raiz, entendendo tal fato como uma maneira de dificultar a entrada de patógenos e substâncias tóxicas através da raiz. Neste âmbito, a quitosana, quando aplicada no substrato, pode favorecer a sobrevivência das plantas de milho a estresse abiótico e biótico pelo espessamento da epiderme radicular.

Comparando-se entre os dois híbridos, não foram observadas diferenças significativas no que diz respeito à espessura do córtex (CT). No DKB 390 também não ocorreram alterações significativas da CT com a exposição às diversas concentrações. A quitosana levou a uma redução de CT no DKB 390 Pró a partir da concentração de 150 ppm (**Figura 1B**). Chimungu et al. (2015) afirmam que a espessura menor do córtex é importante para uma maior flexibilidade da raiz, o que facilita seu desdobramento e penetração em solos compactados/duros. O benefício da quitosana na diminuição da espessura do córtex então estaria ligado a melhor penetração em solos compactados, reduzindo assim, o custo metabólico para a exploração do solo e favorecendo o melhor desenvolvimento da planta sob estresse abiótico. A redução da EC pela quitosana também pode contribuir com a melhor condutividade hidráulica da raiz devido à diminuição da distância necessária para a água chegar ao cilindro vascular (xilema) (Pereira et al. 2008).

Não houve diferenças significativas no âmbito de espessura da endoderme (EnT) entre os híbridos. Em altas concentrações de quitosana (1200 ppm) a EnT diminuiu tanto no DKB 390 quanto no DKB 390 Pró. No entanto é interessante notar que o híbrido transgênico DKB 390 Pró apresentou aumento significativo de EnT no tratamento de 150 ppm de quitosana em relação aos demais tratamentos (**Figura 1C**). A endoderme é uma estrutura radicular considerada como uma barreira apoplástica. Em milho é constituída de um espessamento de lignina (e outras substâncias) em forma de "U" (Enstone et al., 2003). A quitosana aplicada em plantas pode aumentar a síntese de lignina como mecanismo de defesa contra pragas (EL HADRAMI et al., 2010). Sugere-se que no híbrido transgênico a quitosana esteja estimulando o espessamento dessa endoderme. Isso seria interessante no cultivo do milho, pois assim como a epiderme radicular e a endoderme podem servir como uma barreira física

contra microrganismos patógenos (Souza et al., 2009) levando a plantas mais saudias. Em altas concentrações (1200 ppm) este espessamento parece ser inibido talvez pela inativação do metabolismo da lignina devido ao excesso dessa substância.

Em comparação entre os híbridos no controle, percebe-se que o DKB 390 Pro apresenta maior número de xilemas (NX) que o DKB 390, mas não houve alterações no NX em ambos híbridos comparando-se as concentrações (exceto em 50 ppm) (**Figura 2A**).

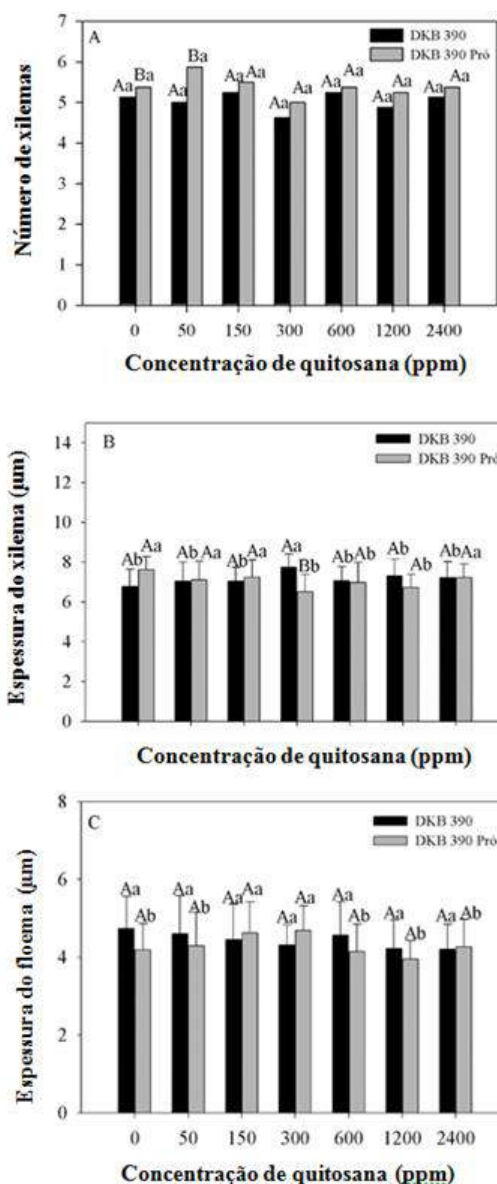


Figura 2. A – Número de Xilemas, B – Espessura do Xilema, C – Espessura do Floema. Médias seguidas por mesma letra (letra maiúscula para os híbridos e minúscula para as concentrações) em cada barra não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade

($P \leq 0,05$).

Na concentração 300 ppm, a espessura de xilema (TX) foi significativamente maior no DKB 390 quando comparado ao DKB 390 Pro. A TX no DKB 390 foi estatisticamente maior no tratamento 300 ppm. O DKB 390 Pro, apresentou uma diminuição da TX nos tratamentos 300, 600, 1200 ppm (**Figura 2B**). Mais uma vez a quitosana vem influenciar as relações hídricas dos genótipos, principalmente no transgênico (DKB 390 Pró). Um menor diâmetro dos vasos está relacionado com a diminuição do risco do embolismo e aumento da resistência do fluxo de água. Essas características do DKB 390 Pró podem indicar uma maior condutividade hidráulica aumentando a capacidade de transporte de água (Li et al., 2009). Apesar de não ter ocorrido influência da quitosana no número de xilema, esta característica anatômica também pode influenciar a condutividade hidráulica das raízes. Farouk & Mohsen (2011) verificaram em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) que a aplicação de quitosana aumentou a área e número de xilema nas folhas.

Não foi observada diferença significativa na espessura do floema (TP) entre os híbridos. A TP do híbrido DKB 390 não foi influenciada pelas diferentes concentrações de quitosana testadas. Já o DKB 390 Pro, teve a TP aumentada nas concentrações de 150 e 300 ppm de solução de quitosana em comparação aos demais tratamentos. (**Figura 2C**). Souza et al. (2009) afirmaram que aumentos na espessura do floema leva possivelmente, maior fluxo de carboidratos no mesmo, fornecendo mais substrato respiratório para plantas, permitindo maior tolerância a estresse hídrico. De acordo com os resultados obtidos, sugere-se que a quitosana tenha beneficiado as plântulas do híbrido DKB 390 Pro, um vez que a TP foi aumentada. Farouk & Mohsen (2011) também verificaram em feijão-caupi o aumento do tecido floemático devido a aplicação de quitosana.

CONCLUSÕES

A quitosana levou uma modificação das características anatômicas, principalmente no material de milho transgênico, ligadas a proteção e sobrevivência a estresses abióticos e bióticos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo auxílio financeiro (APQ-00651-14) concedido a esta pesquisa e pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

BADAWY, M.E.I.; RABEA, E.I. A biopolymer chitosan and its derivatives as promising antimicrobial agents against plant pathogens and their applications in crop protection.. **International Journal of Carbohydrate Chemistry**, v. 2011, p. 1-29, 2011.

CHIMUMUNGU, J. G.; LOADES, K. W.; LYNCH, J. P. Root anatomical phenes predict root penetration ability and biomechanical properties in maize (*Zea mays*). **Journal of Experimental Botany**, April 22, 2015 online.

EL HADRAMI, A.; ADAM, L. R.; EL HADRAMI, I.; DAAFY, F. Chitosan in Plant Protection. **Marine Drugs**, v. 8, p. 968-987, 2010.

ENSTONE D. E.; PETERSON, A.; MA, F. Root endodermis and exodermis: structure, function, and responses to the environment. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.21, p.335–351, 2003.

FAROUK, S.; EL MOHSEN, A. R. A. Improving growth and yield of cowpea plant by foliar application of chitosan under water stress. **Journal of Plant Production**, v. 2, p. 1341 - 1358, 2011.

IRITI, M.; VARONI, E. M. Chitosan-induced antiviral activity and innate immunity in plants. **Environmental Science Pollution Research**, v. 22, p.2935–2944, 2015.

KATIYAR, D.; HEMANTARANJAN, A.; SINGH, B. Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plant: a review. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 20, p.1–9, 2015.

LI, Y.; SPERRY, J.S.; SHAO, M. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. **Environmental of Experimental Botany**, v. 66, p.341–346, 2009.

PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C. Evolução da anatomia radicular do milho "Saracura" em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1649 – 1656, 2008.

RANI, J.; USHA, R. Transgenic plants: Types, benefits, public concerns and future. **Journal of Pharmacy Research**, v. 6, p. 879 -883, 2013.



SOUZA, T.C.; CASTRO, E.M.; PEREIRA, F.J.; PARENTONI, S.N; MAGALHÃES, P.C. Morpho-anatomical characterization of root in recurrent selection cycles for flood tolerance of maize (*Zea mays* L.). **Plant Soil and Environmental**, v. 55, p.504–510, 2009.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Efeitos da aplicação de azoxistrobina na atividade da enzima nitrato redutase em diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail:mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com.

RESUMO: Com o objetivo avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazóis (ciproconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho, foi conduzido um experimento em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2014/15, e empregou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-ponderamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados a atividade da enzima nitrato redutase, após a aplicação de azoxistrobina em V4 e VT. Houve incrementos na atividade da enzima para a aplicações realizadas antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4 e pré-ponderamento (VT).

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no Brasil, sendo importante para alimentação humana e animal e para economia (exportação) (Karan & Magalhães, 2014).

Devido ao grande número de doenças que ocorrem na cultura, o uso de fungicidas foliares tem aumentado de forma significativa nas principais regiões produtoras do país (Juliatti et al., 2007). Sendo bastante adotado a associação de fungicidas triazóis com estrobilurinas.

Algumas classes das estrobilurinas, como Metilcresoxima, Azoxistrobina e Piraclostrobina são reconhecidas por apresentarem um efeito de promoção do crescimento em certas espécies de plantas, os quais resultam em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, através da ativação da enzima NADH-nitrato redutase (Koehle et al., 2002; Venâncio et al., 2003; Fagan et al., 2010).

Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazóis (ciproconazol) na atividade da enzima nitrato redutase de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a

662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação seca de Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 –testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

Foi avaliada a atividade da enzima nitrato redutase de acordo com a metodologia proposta por Jaworski (1971) com adição de propanol (propan-1-ol) adaptada por Meguro & Magalhães (1982). Para avaliar o efeito das aplicações de azoxistrobina em V4 e VT as coletas do material vegetal foram realizadas entre três a cinco dias após a pulverização, coletando-se sempre a última folha totalmente expandida de três plantas por parcela.

As coletas foram realizadas em horário fixo (9 e 10 h da manhã) para minimizar o efeito variável da irradiância ao longo do dia. Após a coleta o material foi levado imediatamente ao laboratório de Bioquímica da UFG - Regional Jataí onde procedeu-se as análises. Os resultados obtidos dessa variável foram expressos em µmol NO₂⁻ g⁻¹ MF h⁻¹.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento. Os resultados obtidos foram apresentados em gráfico de colunas, no qual as médias dos tratamentos

foram comparadas através do erro padrão da média (σ/\sqrt{n}), representado pela barra de erro inserida em cada coluna, utilizando o Software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo alguns autores a aplicação de estrobilurinas provoca a ativação da enzima NADH-nitrato redutase, aumentando assim assimilação de nitrato pela planta e isso resulta na sua posterior incorporação em moléculas vitais da planta, como por exemplo a clorofila (Koehle et al., 2002; Fagan et al., 2010) dentre outras.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar que para todos os genótipos houve incremento da atividade da nitrato redutase, quando a aplicação de azoxistrobina ocorreu antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4. Sendo os incrementos de 24,40; 58,43e 42,88%, respectivamente quando comparados a testemunha (sem aplicação de fungicida).

Com relação a aplicação de azoxistrobina realizada após a cobertura de N no estágio fenológico de V4, para a variedade não houve diferença entre a testemunha, já para o híbrido 1 houve um decréscimo de 26,00 % e para o híbrido 2 houve um incremento de 53,24% quando se compara a testemunha.

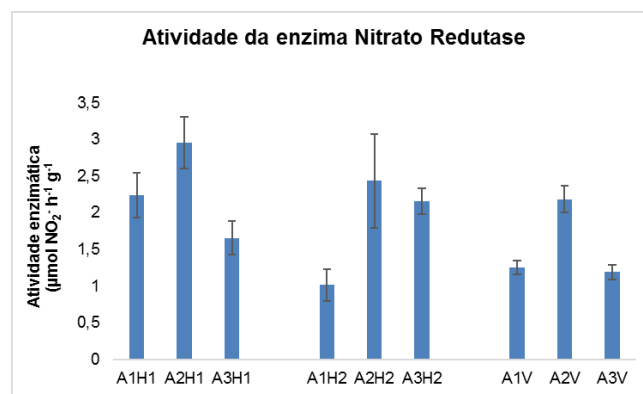


Figura 1. Atividade da enzima Nitrato Redutase (NR) (µmol NO₂⁻ g⁻¹ MF h⁻¹), avaliada no estágio fenológico de V4. Jataí-GO, 2015.

Na Figura 2 encontram-se os valores da atividade da enzima nitrato redutase avaliada em pré - pendoamento (VT). Para todos os genótipos houve incremento da atividade da enzima quando ocorreu a aplicação de azoxistrobina em pré - pendoamento, sendo que os incrementos foram de 31,77; 51,38 e 64,88 %, respectivamente, quando comparados a testemunha. De modo geral a aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de pré - pendoamento ocasionou os

maiores incrementos da atividade da enzima nitrato redutase.

Em outras culturas como, trigo e soja, Koehle et al., (2002) e Fagan et al., (2010), também encontraram aumento significativo da atividade da nitrato redutase após a aplicação de estrobilurina.

Na cultura do milho, Barbosa et al. (2012), ao realizarem um estudo variando doses de nitrogênio e aplicação de estrobilurina piraclostrobina, observaram que houve um incremento médio na atividade da enzima nitrato redutase de 17,5% a cada 30 kg de N adicionado ao solo.

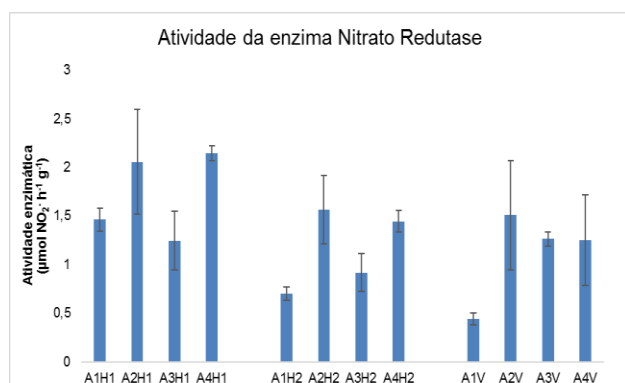


Figura 2. Atividade da enzima Nitrato Redutase (NR) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de VT. Jataí-GO, 2015.

Brachtvogel, (2010), avaliando população de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho, não encontrou efeito das aplicações de fungicida na atividade da enzima nitrato redutase, onde esta, decresceu de acordo com o aumento da população de plantas e com o avanço do ciclo da cultura. Esse decréscimo da atividade da enzima de acordo com o avanço da cultura, pode ser observado no presente trabalho, no qual os valores da atividade da enzima NR obtida no estágio fenológico de V4 é em média 29,73% maior, do que quando avaliada no estágio fenológico de VT.

CONCLUSÕES

Para todos os genótipos houve incremento da atividade da nitrato redutase, quando a aplicação de azoxistrobina ocorreu antes da cobertura de N no estágio fenológico de V4.

A aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de pré - pendoamento ocasionou os maiores incrementos da atividade da enzima nitrato redutase.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

BARBOSA, K. A.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S. de C.; TEIXEIRA, W. F. Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e bromatológicas. **Cerrado Agrociências**. UNIPAM, set. 2011

BRACHTVOGEL, E. L. População de plantas e uso de piraclostrobina na cultura do milho: alterações agrônomicas e fisiológicas. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**. v.69, n.4, p.771-777, 2010.

JAWORSKI, E.G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v.43, n.6, p.1274-1279, 1971.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. 21. Ed. Salvador: ABMS, 2014. 411 p

KÖEHLER, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. Modern fungicides and antifungal compounds III, **Andover: AgroConcept**. p.61-74, 2002.

MEGURO, N. E.; MAGALHÃES, A. C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.17, n.12, p.156-159, 1982.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Efeitos da aplicação de azoxistrobina no índice de clorofila em diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andreia_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail:mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) no índice de clorofila e senescência foliar de três genótipos de milho, conduziu-se um experimento em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015 em delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-endoamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados o índice de clorofila e porcentagem de folhas senescentes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ambos ao nível de 5% de probabilidade. Não houve efeito das aplicações no índice de clorofila. Houve efeito das aplicações de fungicida para porcentagem de folhas senescentes.

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista epidemiológico, a extensão do cultivo do milho em segunda safra, torna o desenvolvimento dos patógenos, que causam ferrugens e manchas foliares mais favorável, além de aumentar o período sobrevivência destes no campo (Reis & Casa, 2014).

O uso de fungicidas do grupo químico das estrobilurinas associado ao do grupo dos triazois tem se mostrado uma prática de manejo economicamente viável e eficiente no controle das doenças foliares, principalmente em lavouras tecnificadas e com alto potencial produtivo (Duarte et al., 2009).

Além da ação fungicida, as moléculas de estrobilurinas têm sido reconhecidas por apresentarem um efeito de promoção do crescimento em certas espécies de plantas, os quais resultam em maior eficiência no uso de água e nitrogênio, retenção de clorofila, atraso na senescência foliar (“efeito verde”), aumento na atividade antioxidante e aumento de produtividade (Venâncio et al., 2003).

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (azoxistrobina) associado ao grupo dos triazois (ciproconazol) no índice de clorofila e senescência foliar de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a 662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de azoxistrobina + ciproconazol e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Agroceres 1051[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 – testemunha; aplicação 2 – fungicida aplicado antes da adubação nitrogenada de cobertura em V4; aplicação 3 – fungicida aplicado após a adubação nitrogenada de cobertura em V4 e aplicação 4 - fungicida aplicado em pré-ponderamento (VT), utilizando a formulação azoxistrobina (48 g i.a. ha⁻¹) + ciproconazol (19,2 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

O índice de clorofila foi quantificado através da leitura correspondente ao teor de clorofila com o uso do clorofilômetro modelo Falker CFL 1030, nos estádios fenológicos de V4 e VT. As leituras foram realizadas aleatoriamente em vinte plantas por parcela no terço médio da folha-índice de cada planta.

Aos 128 DAS quantificou-se a porcentagem de folhas senescentes em relação ao total de folhas (considerando como senescentes folhas com 50% ou mais do limbo foliar senescente).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando o Software Sisvar e

as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 1) para índice de clorofila e porcentagem de folhas senescentes, não houve interação significativa entre os fatores analisados.

Em relação ao índice de clorofila no estágio fenológico de V4, não houve diferença tanto para fator aplicação quanto para fator genótipo, sendo a média dos genótipos de 54,196 de índice de clorofila Falker (ICF).

Segundo Argenta et al., (2003) o uso do clorofilômetro é um método eficiente para o monitorar o nível de N na planta de milho, e as leituras acima de 45,4 no estágio fenológico de V4 são consideradas adequadas, independentemente do genótipo utilizado. O que indica que todos os genótipos estudados estão com teor N adequado para o respectivo estágio fenológico.

Tabela 1. Valores médios e resumo da análise de variância referente ao índice de clorofila nos estádios fenológicos (V4 e VT) e porcentagem de folhas senescentes (F.S.) para genótipos de milho submetidos às aplicações de azoxistrobina. Jataí, GO, 2015.

Tratamentos	Índice de Clorofila		F.S. (%)
	V4	VT	
Genótipos (G)			
Híbrido 1	54,691 a	56,155 a	50,194 a
Híbrido 2	54,239 a	54,171 a	69,636 b
Variedade	53,660 a	49,754 b	65,561 b
Aplicações (A)			
Aplic. 1	55,432 a	54,947 a	57,118 a
Aplic. 2	52,785 a	51,665 a	61,674ab
Aplic. 3	54,372 a	52,325 a	69,603 b
Aplic. 4	-	54,501 a	58,795 a
CV (%)	6,77	6,26	13,07
ANAVA			
G	0,238 ^{ns}	15,395 [*]	25,771 [*]
A	1,581 ^{ns}	2,783 ^{ns}	5,629 [*]
G x A	1,149 ^{ns}	1,599 ^{ns}	2,173 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste Tukey. * significativo a 5% e ^{ns} não significativo.

No estágio fenológico de VT houve diferença entre os genótipos, no qual a Variedade obteve o menor valor de índice de clorofila, se diferindo dos demais.

Kozlowski et al, (2009) avaliando o efeito fisiológico de estrobilurina na cultura do feijoeiro, da mesma forma que no presente trabalho, não observou diferença entre os fungicidas utilizados para índice de clorofila.

A perda de clorofila é um aspecto característico da senescência foliar (Taiz; Zeiger, 2013). Quando se relaciona o índice de clorofila com porcentagem de folhas senescentes, observa-se que o híbrido 1 apresenta os maiores valores de clorofila, logo obteve, menor porcentagem de folhas senescentes. O contrário ocorreu com o híbrido 2, que apresentou as segundas maiores média de clorofila, porém obteve maior porcentagem de folhas senescentes.

Para porcentagem de folhas senescentes, houve diferença entre as aplicações de azoxistrobina, no qual as aplicações de fungicida realizadas no estágio fenológico de V4 obteve as maiores porcentagens de folhas senescentes. Sendo que a aplicação de azoxistrobina realizada no estágio fenológico de V4 depois da cobertura de nitrogênio, obteve 17,93% mais folhas senescentes do que a testemunha (sem aplicação de azoxistrobina).

De acordo com Grossmann e Retzlaff (1997), a aplicação de metil-cresoxima aumenta a área fotossinteticamente ativa de trigo. No presente estudo, observa-se que a aplicação de azoxistronina em pré - pendoamento reduz a senescência foliar quando comparada a aplicação de azoxistrobina em V4 após a adubação nitrogenada, porém não reduz a senescência foliar quando se compara a testemunha.

Duarte et al. (2009), variando doses e formulações de fungicidas, observaram diferenças na área verde (fotossinteticamente ativa) avaliadas aos 105 DAS, quando se utilizou diferentes associações com azoxistrobina, sendo os resultados: ciproconazol + azoxystrobina +nimbus 0,5% nas doses de 0,45 e 0,3 L ha⁻¹ obtiveram 85 e 80% de área verde, respectivamente; ciproconazol + azoxystrobina obteve 72% de área verde e azoxystrobina apresentou 46,25 % de área verde, obtendo a menor média entre todos os tratamentos.

Não há influência das aplicações de azoxistrobina no índice de clorofila para os genótipos de milho estudados.

As aplicações de fungicida realizadas no estágio fenológico de V4 obteve as maiores porcentagens de folhas senescentes.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**. v. 27, n.1, p.109-119, 2003.
- DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**. v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory Effects of the Fungicidal Strobilurin Kresoxim-methyl in Wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**. v.50, n.1, p.11-20, 1997.
- KOZLOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Ciências Agrárias e Ambientais**. v.7, n.1, p.41-54, 2009.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Manejo Integrado de Doenças do Milho. In: KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Salvador - BA: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. p.194-2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009, 148 p.
- VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.

CONCLUSÕES



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Modulação da atividade enzimática da redutase do nitrato em genótipos de milho cultivados em primeira safra pela presença de piraclostrobina

Andreia Vanessa da Silva⁽¹⁾; Matheus Rodrigues Carvalho⁽²⁾; Antônio Paulino da Costa Netto⁽³⁾.

⁽¹⁾ Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: andrea_v_s_@hotmail.com; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: mrodriguesc@hotmail.com ⁽³⁾ Docente da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí; Jataí, Goiás, e-mail: apcnetto@gmail.com

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do fungicida do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina) associado ao grupo dos triazois (epoxiconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho, foi conduzido um experimento em primeira safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2014/15, e empregou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de piraclostrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a. 100 kg⁻¹ de semente). Os genótipos utilizados foram Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Limagran 6036[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 - antes a adubação de cobertura em V4; aplicação 2 - após a adubação de cobertura em V4 e em pré-pendoamento (VT) e aplicação 3 - em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação piraclostrobina + epoxiconazol (126 g i.a. ha⁻¹). Foram avaliados a atividade da enzima redutase do nitrato (RN), após a aplicação de piraclostrobina em V4 e VT. Para todos os genótipos houve incremento da atividade da RN quando submetidos a aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico de V4. Para alguns genótipos houve um decréscimo da atividade da enzima, quando aplicação de piraclostrobina ocorreu no estágio fenológico de VT.

Termos de indexação: Estrobilurinas; fungicida, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo. No contexto nacional, o milho é um dos produtos mais importantes da agropecuária brasileira, tanto em termos de área plantada como em geração de emprego e renda (Karan & Magalhães, 2014).

A produtividade média brasileira (3.500 kg ha⁻¹) é considerada baixa quando se compara a outros países produtores de milho e um dos fatores que contribui para essas baixas produtividades, são as doenças causadas por fungos, que reduzem a quantidade e/ou qualidade dos grãos (Ramos et al. 2010).

Os fungicidas utilizados no controle de doenças foliares em milho atualmente estão restritos a poucos grupos químicos, entre eles as estrobilurinas, triazois e ditiocarbamatos (Donato et al. 2013).

Segundo alguns autores a aplicação de estrobilurinas provoca a ativação da enzima NADH-redutase do nitrato (RN), aumentando assim assimilação de nitrato pela planta e isso resulta na sua posterior incorporação em moléculas vitais da planta como por exemplo a clorofila (Koehle et al. 2002; Venâncio et al., 2003; Fagan et al. 2010) dentre outras.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos de fungicida do grupo químico das estrobilurinas (piraclostrobina) associado ao grupo dos triazois (epoxiconazol) na atividade da enzima redutase do nitrato de três genótipos de milho cultivados em segunda safra, no município de Jataí, Sudoeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí-GO, na área fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí, localizado a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste a 662,8 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no Inverno.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três genótipos de milho e três épocas de aplicação de piraclostrobina e uma testemunha (sem aplicação de fungicida). Foi realizado tratamento de sementes em todos os tratamentos utilizando a piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g.i.a. 100 kg⁻¹ de semente).

Os genótipos utilizados foram o Dekalb 310 PRO 2[®] (Híbrido 1), Limagran 6036[®] (Híbrido 2) e AL Bandeirante (Variedade). As épocas de aplicação foram: aplicação 1 - antes a adubação de cobertura em V4; aplicação 2 - após a adubação de cobertura em V4 e em pré-pendoamento (VT) e aplicação 3 - em pré-pendoamento (VT), utilizando a formulação piraclostrobina + epoxiconazol (126 g i.a. ha⁻¹).

Para a pulverização da calda fungicida em V4 e VT empregou-se um pulverizador costal de barras, pressurizado por CO₂, munido de quatro pontas de leque duplo TJ60 1102 vs, espaçadas a 0,5 m, à uma pressão de trabalho de 200 Kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Avaliações

Foi avaliada a atividade da enzima redutase do nitrato acordo com a metodologia proposta por Jaworski (1971) com adição de propanol (propan-1-ol) adaptada por Meguro & Magalhães (1982). Para avaliar o efeito das aplicações de piraclostrobina em V4 e VT as coletas do material vegetal foram realizadas entre três a cinco dias após a pulverização, coletando-se sempre a última folha totalmente expandida de três plantas por parcela.

As coletas foram realizadas em horário fixo (9 e 10 h da manhã) para minimizar o efeito variável da irradiância ao longo do dia. Após a coleta o material foi levado imediatamente ao laboratório de Bioquímica da UFG - Regional Jataí onde procedeu-se as análises. Os resultados obtidos dessa variável foram expressos em $\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x4, com quatro repetições. A unidade experimental constituiu-se de cinco linhas, espaçadas a 0,45 m entre linhas com seis metros de comprimento. Os

resultados obtidos foram apresentados em gráfico de colunas, no qual as médias dos tratamentos foram comparadas através do erro padrão da média (σ/\sqrt{n}), representado pela barra de erro inserida em cada coluna, utilizando o Software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se os valores médios da atividade da enzima redutase do nitrato avaliada no estágio fenológico de V4.

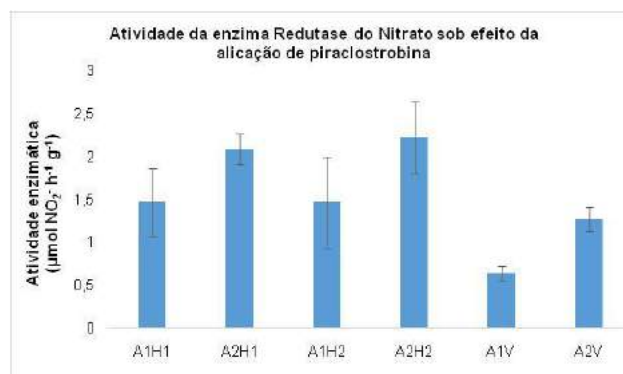


Figura 1. Atividade da enzima redutase do nitrato (RN) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de V4. Jataí-GO, 2015. Onde, A1H1: aplicação 1 no híbrido 1; A2H1: aplicação 2 no híbrido 1; A1H2: aplicação 1 no híbrido 2; A2H2: aplicação 2 no híbrido 2; A1V: aplicação 1 na variedade e A2V: aplicação 2 na variedade.

Para todos os genótipos houve incremento da atividade da RN quando submetidos a aplicação de piraclostrobina em V4, os incrementos foram de 29,85, 34,15 e 49,52% respectivamente em relação a testemunha (sem aplicação do fungicida).

O incremento da atividade da enzima RN após a aplicação de estrobilurina também é observado em outras culturas como, por exemplo, na cultura do trigo Koehle et al. (2002) observaram um aumento na atividade enzimática durante a noite até três dias após a aplicação de piraclostrobina. Na cultura da soja, Fagan et al. (2010), ao comparar o efeito de piraclostrobina aplicada no estágio fenológico de florescimento, observou um aumento significativo na atividade da enzima redutase do nitrato quando comparada a testemunha.

Com relação a atividade da enzima redutase do nitrato avaliada após aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico de VT (Figura 2), para o híbrido 1 e a variedade não houveram acréscimos da atividade da enzima quando comparados a

testemunha. Os decréscimos foram de até 30,7 e 46,96%, respectivamente.

Para o híbrido 2 a aplicação de piraclostrobina realizada no estágio fenológico de V4, foi o tratamento que obteve maior atividade da enzima (mesmo quando avaliada no estágio fenológico de VT), tendo em média um incremento de 16,53 % em relação as outras aplicações e a testemunha (Figura 2).

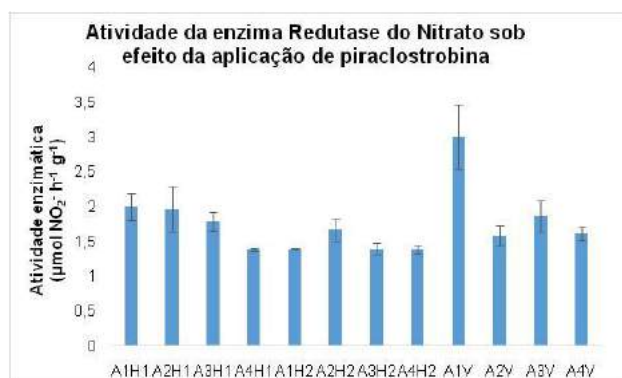


Figura 2. Atividade da enzima redutase do nitrato (RN) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$), avaliada no estágio fenológico de VT. Jataí-GO, 2014/15. Onde, A1H1: aplicação 1 no híbrido 1; A2H1: aplicação 2 no híbrido 1; A3H1: aplicação 3 no híbrido 1; A4H1: aplicação 4 no híbrido 1; A1H2: aplicação 1 no híbrido 2; A2H2: aplicação 2 no híbrido 2; A3H2: aplicação 3 no híbrido 2; A4H2: aplicação 4 no híbrido 2; A1V: aplicação 1 na variedade; A2V: aplicação 2 na variedade; A3V: aplicação 3 na variedade e A4V: aplicação 4 na variedade.

Barbosa et al., (2011), que testando aplicações de estrobilurina em VT e doses de nitrogênio, concluiu que a aplicação da estrobilurina piraclostrobina associada a doses de nitrogênio aplicado ao solo, aumenta a atividade da enzima redutase do nitrato na cultura do milho, fato este não evidenciado no presente trabalho para o estágio fenológico VT.

CONCLUSÕES

A aplicação de piraclostrobina no estágio fenológico V4 modula positivamente a atividade da enzima redutase do nitrato.

O Híbrido 1 (Dekalb 310 PRO 2[®]) e a Variedade (AL Bandeirante) não tiveram a atividade da enzima redutase do nitrato modulada positivamente, quando aplicação de piraclostrobina ocorreu no estágio fenológico de VT.

AGRADECIMENTOS



REFERÊNCIAS

BARBOSA, K. A.; FAGAN, E. B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S. de C.; TEIXEIRA, W. F. Aplicação de estrobilurina na cultura do milho: alterações fisiológicas e bromatológicas. **Cerrado Agrociências**. UNIPAM, set. 2011.

DONATO, F.V.; BONALDO, S.M. Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho no norte de Mato Grosso. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.375 2013.

FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**. v.69, n.4, p.771-777, 2010.

JAWORSKI, E.G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v.43, n.6, p.1274-1279, 1971.

KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. 21. Ed. Salvador: ABMS, 2014. 411 p

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. Modern fungicides and antifungal compounds III, **Andover: AgroConcept**. p.61-74, 2002.

MEGURO, N. E.; MAGALHÃES, A. C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.17, n.12, p.156-159, 1982.

RAMOS, A.T.; MORAES, M. H. D.; CARVALHO, R.V. CAMARGO, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.36, n.257-259, 2010.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.12, p.317-341, 2003.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Efeitos de Diferentes níveis de estresse hídrico na caracterização ecofisiológica de genótipos de sorgo

Paulo César Magalhães⁽¹⁾; Maria Lúcia Ferreira Simeone⁽¹⁾; Newton Portilho Carneiro⁽¹⁾; Carlos César Gomes Júnior⁽²⁾; Thiago Correa de Souza⁽³⁾; Antônio Carlos de Oliveira⁽¹⁾ Thais Melo da Fonseca⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; paulo.magalhaes@embrapa.br; ⁽²⁾ Graduando da Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG;

RESUMO: A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais, no entanto, o estresse hídrico na fase reprodutiva, ainda é um dos fatores mais limitantes da produtividade da cultura. Os objetivos deste trabalho foram verificar os efeitos de diversos níveis de estresse hídrico em características ecofisiológicas do sorgo. Foram utilizadas duas linhagens contrastantes para tolerância à seca: 9910032 (tolerante) e 9618158 (sensível). O ensaio foi conduzido, em casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo. No pré-florescimento, foram impostos em ambos os genótipos quatro níveis de estresse: ameno (quatro dias de estresse); médio (oito); severo (12 dias) e o tratamento recuperação que corresponde a avaliação com sete dias após a suspensão do estresse. Para cada tipo de estresse houve uma testemunha irrigada correspondente. Foram avaliados: teor relativo de clorofila, relação Fv/Fm, condutância estomática, potencial hídrico, e o peso de grãos. Os genótipos sensíveis e tolerantes mostraram menor condutância estomática para todos os tipos de estresse, quando comparados aos tratamentos irrigados. O potencial hídrico foliar foi diferente nos estresses médio e severo. A massa de grãos para o genótipo sensível foi maior nos tratamentos irrigados. Por outro lado, para o genótipo tolerante os estresses não resultaram em diferenças estatisticamente significativas entre irrigado versus estressado.

Termos de indexação: Tolerância à seca, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais, no entanto, o estresse hídrico na fase reprodutiva, ainda é um dos

fatores mais limitantes da produtividade da cultura. O sorgo é uma planta C4, de dia curto e com altas taxas

fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diversos níveis de déficit hídrico em características ecofisiológicas do sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas duas linhagens contrastantes para tolerância à seca: 9910032 (tolerante) 9618158 (sensível). O ensaio foi conduzido, em regime de casa de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas. Utilizaram-se duas plantas por vaso de 20 litros, preenchidos previamente com solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico Típico. A adubação foi feita de acordo com a recomendação da análise química do solo. As plantas foram irrigadas regularmente mantendo umidade do solo próximo à capacidade de campo (CC) até a imposição dos tratamentos. O teor de água no solo foi monitorado diariamente nos períodos da manhã e da tarde (9 e 15 horas), com o auxílio de um sensor de umidade watermark (tensiômetro) modelo 200SS – 5”(IRROMETER, Califórnia – USA), instalado no centro dos vasos de cada repetição, na profundidade de 20 cm.

Tratamentos e parâmetros avaliados

No pré-florescimento, em parte das plantas foi imposto o déficit hídrico em ambos os genótipos. Os estressados foram compostos por quatro tipos de estresse: ameno (quatro dias de déficit hídrico); médio (oito dias); severo (12 dias de estresse hídrico) e o tratamento recuperação que

corresponde a avaliação com sete dias após a suspensão do estresse. Os tratamentos irrigados correspondem a quatro testemunhas, as quais não sofreram estresse hídrico. Para cada tratamento estressado houve uma testemunha correspondente. Para os tratamentos irrigados a reposição hídrica foi realizada diariamente até o solo atingir a umidade próxima a CC (tensão da água no solo de aproximadamente -18 kPa), enquanto que, nos tratamentos com déficit de água, a indução do estresse hídrico foi realizada diariamente aplicando-se no mínimo 50% da água total disponível, ou seja, até a tensão da água no solo atingir no mínimo -138 kPa. As avaliações realizadas após cada período de estresse, foram: teor relativo de clorofila (unidades de SPAD), determinado na folha bandeira utilizando um clorofilometro (Model SPAD 502, Minolta, Japan); eficiência quântica máxima do fotosistema II (F_v/F_m), determinada em folhas adaptadas ao escuro por meio de um fluorímetro (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Instruments King's Lynn, UK); condutância estomática foliar, obtida através de um porômetro (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, USA); potencial hídrico foliar, determinado através de uma câmara de pressão do tipo Scholander (Soil Moisture Equipment Corp., Modelo 3005, Santa Barbara CA, USA). Na colheita, foi avaliado o peso de grãos.

Delineamento e análise estatística

O Delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, sendo oito tratamentos hídricos, dispostos num fatorial 2x8, com quatro repetições, sendo quatro tratamentos estressados e quatro irrigados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estresses ameno e médio não causaram nenhum efeito entre os genótipos estudados, quando comparados a testemunha irrigada, para o teor de clorofila na folha. No entanto os estresses severo e de recuperação resultaram em teores maiores de clorofila em ambos os genótipos, quando comparados com o tratamento irrigado (Tabela 1).

O teor relativo de clorofila pelo SPAD é um parâmetro de avaliação bastante usado no melhoramento de gramíneas, porém sua relação com a seca ainda é motivo de bastante controvérsia na literatura. Estudos realizados por Magalhães et al., (2009) para o teor relativo de clorofila em linhagens de milho contrastantes quanto a tolerância à seca, não detectaram diferenças significativas entre as linhagens com e sem restrição hídrica, no entanto a média dos ambientes

revelou superioridade significativa do ambiente sem deficiência hídrica.

A fluorescência da clorofila não foi afetada pelos diversos tratamentos utilizados, a exceção do estresse severo, onde ocorreu menor atividade do fotosistema II nos tratamentos estressados, para ambos os genótipos (Tabela 2).

Magalhães et al. (2016) trabalhando com as linhagens de sorgo BR007 e 9910032, respectivamente sensível e tolerante a seca, relataram que a relação (F_v/F_m) em plantas controle de ambas linhagens e mesmo em plantas da linhagem 9910032 expostas ao déficit hídrico foi de 0.77, e somente em folhas de plantas da linhagem BR007 a razão F_v/F_m decresceu, esse declínio na razão F_v/F_m foi em paralelo a uma maior atividade da catalase.

Tabela 1 - Teor relativo de clorofila em unidades SPAD em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*50,95 a	50,61 a
Testemunha 1 Irrigado	48,41 a	53,04 a
Estresse Médio	47,95 a	53,33 a
Testemunha 2 Irrigado	51,25 a	49,08 a
Estresse Severo	49,00 a	52,06 a
Testemunha 3 Irrigado	44,10 b	42,53 b
Recuperação	51,86 a	51,73 a
Testemunha 4 Irrigado	43,41 b	42,24 b

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

Os genótipos 9618158 e o 9910032 mostraram menor condutância estomática para todos os tipos de estresse estudados, quando comparados aos tratamentos irrigados, e esse padrão foi mantido após período de recuperação (Tabela 3).

Em conformidade com estes resultados Magalhães et al. (2009), também estudando os efeitos da restrição hídrica no florescimento em genótipos de milho em casa de vegetação, aos 7 dias após a restrição hídrica de -70KPa, observaram maior fotossíntese em ambientes sem estresse, portanto maior condutância e maior transpiração quando comparados a condição de estresse.

Em contraste, Magalhães et al. (2016) reportaram que diferentemente do esperado, a taxa fotossintética por unidade de área foliar foi sobremaneira aumentada, especialmente em folhas oriundas da linhagem BR007, linhagem de sorgo sensível a seca.

Tabela 2 - Fluorescência da Clorofila (relação Fv/Fm) determinada pelo PEA em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*0,73 a	0,68 a
Testemunha 1 Irrigado	0,75 a	0,71 a
Estresse Médio	0,65 a	0,70 a
Testemunha 2 Irrigado	0,70 a	0,72 a
Estresse Severo	0,69 b	0,68 b
Testemunha 3 Irrigado	0,81 a	0,76 a
Recuperação	0,70 a	0,70 a
Testemunha 4 Irrigado	0,76 a	0,71 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

O potencial hídrico foliar foi diferente nos estresses médio e severo. No estresse médio ambos os genótipos resultaram em maior potencial hídrico (valores negativos menores) para o tratamento estressado quando comparado ao irrigado. Já o estresse severo só resultou em diferenças para o genótipo sensível, neste caso o estresse severo resultou em menor potencial hídrico foliar (valores mais negativos), comparado ao tratamento irrigado (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lavinsky et al. (2015), sendo que ao final do período de imposição do estresse, todos os genótipos de milho avaliados sob déficit hídrico exibiram em relação àqueles que tiveram a umidade do solo mantida próximo à capacidade de campo, valores mais negativos de potencial hídrico foliar, entretanto, não foi possível distinguir genótipos sensíveis e tolerantes com base nessa variável.

A massa de grãos para o genótipo sensível (9618158) foi diferenciada em todos os tratamentos, sendo que o irrigado sempre superou o estressado, confirmando assim a sensibilidade do material. Por outro lado, para o genótipo tolerante (9910032) a exceção do estresse médio onde o irrigado superou o estressado, os demais estresses não resultaram em diferenças estatisticamente significativas entre irrigado versus estressado, para este genótipo, ratificando sua condição de tolerância ao déficit hídrico (Tabela 5).

Tabela 3 - Condutância estomática ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*56,30 b	23,58 b
Testemunha 1 Irrigado	134,55 a	123,55 a
Estresse Médio	54,55 b	34,38 b
Testemunha 2 Irrigado	125,45 a	98,50 a

Estresse Severo	34,18 b	30,60 b
Testemunha 3 Irrigado	131,08 a	97,85 a
Recuperação	43,40 b	34,23 b
Testemunha 4 Irrigado	102,53 a	105,88 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

Tabela 4 - Potencial hídrico foliar (bars) determinado pela Bomba de Scholander em folhas de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*-2,38 a	-3,06 a
Testemunha 1 Irrigado	-4,56 a	-5,31 a
Estresse Médio	-7,50 b	-6,13 b
Testemunha 2 Irrigado	-14,63 a	-17,00 a
Estresse Severo	-13,06 a	-12,25 a
Testemunha 3 Irrigado	-7,60 b	-9,38 a
Recuperação	-4,75 a	-3,50 a
Testemunha 4 Irrigado	-7,50 a	-5,81 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

O melhor desempenho da linhagem 9910032 foi também evidenciada no trabalho de Magalhães et al. (2016), onde foi relatado que em adição à tolerância, esta linhagem apresenta traços conservativos de evitar à seca em suas raízes, além de reunir o maior número de atributos anatômicos e modificações que lhe permite suportar melhor a seca. Estes atributos podem explicar sua performance sob déficit hídrico.

Os parâmetros fisiológicos apesar de não manterem uma relação direta com a tolerância ao estresse e ao maior rendimento de grãos vêm sendo utilizados para auxiliar no melhoramento genético, para medir o estresse e entender os mecanismos envolvidos na tolerância (SOUZA et al. 2016).

Tabela 5 – Peso de grãos em gramas, de plantas de sorgo submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Sete Lagoas – MG, 2015.

Tratamentos	Genótipos	
	9618158 ¹	9910032 ²
Estresse Ameno	*21,13 b	20,76 a
Testemunha 1 Irrigado	35,25 a	18,31 a
Estresse Médio	20,36 b	17,34 b
Testemunha 2 Irrigado	39,02 a	25,72 a
Estresse Severo	27,24 b	28,34 a
Testemunha 3 Irrigado	35,49 a	22,47 a
Recuperação	22,32 b	15,24 a
Testemunha 4 Irrigado	33,87 a	17,06 a

*Médias seguidas pela mesma letra para cada tipo de estresse, comparados com a respectiva testemunha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de t.

¹ Genótipo sensível ao estresse hídrico

² Genótipo tolerante ao estresse hídrico

REFERÊNCIAS

LAVINSKY, A. O.; MAGALHAES, P. C.; AVILA, R. G.; DINIZ, M. M.; SOUZA, T. C. Partitioning between primary and secondary metabolism of carbon allocated to roots in four maize genotypes under water deficit and its effects on productivity. **The Crop Journal** **3**, p. 379-386. 2015.

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; KARAM, D.; MAGALHÃES, M.M.; CANTÃO, F.R.O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** **8**, p. 223-232, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; LAVINSKY, A. O.; ALBUQUERQUE, P. E.; OLIVEIRA, L. L.; CASTRO, E. M. Phenotypic plasticity of root system and shoots of *Sorghum bicolor* under different soil water levels during pre-flowering stage. **AJCS** **1**, p. 81-87. 2016.

SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C.; CASTRO, E. M.; DUARTE, V. P.; LAVINSKY, A. O. Corn root morphoanatomy at different development stages and yield under water stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **15**, p. 330-339. 2016.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Efeitos dos fungicidas nas características fisiológicas e na produtividade na cultura do milho

Nayara Lima Baute⁽¹⁾; Viviane Moreira Alves⁽²⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽¹⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); nayarabaute@hotmail.com; ⁽²⁾ Diretora de Pesquisa; UDI Pesquisa e Desenvolvimento; Uberlândia; Minas Gerais; ⁽³⁾ Doutorando; ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Pesquisador; UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: Nos últimos anos, a produção da cultura do milho no Brasil vem apresentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, genótipos mais produtivos e adaptáveis a diferentes ambientes, mecanização e aumento na área de plantio. Paralelamente a esta evolução, tem-se ocasionado um aumento considerado nas aplicações de fungicidas de forma a manejar as principais doenças incidentes nesta cultura. Por fim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de fungicidas de diferentes grupos químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 14 tratamentos e 4 repetições. Os fungicidas foram aplicados em duas épocas, nos estádios fenológicos V9 e R1. As variáveis analisadas foram: clorofila total, carotenoides, peso de mil grãos e produtividade final do híbrido DKB 340 VTPRO2. Quanto à concentração de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados, enquanto que para a produtividade, os maiores valores foram obtidos em tratamentos com adição do fungicida protetor, Unizeb Gold.

Termos de indexação: *Zea mays*, fungicidas protetores e produtividade.

INTRODUÇÃO

O manejo das doenças na cultura do milho (*Zea mays*) tem sido realizado através da utilização de híbridos resistentes associados a medidas culturais. Contudo, nos últimos anos, grande ênfase tem sido dada ao controle de doenças através da aplicação de fungicidas, e conseqüentemente tem-se verificado um aumento acentuado da utilização

destes produtos nas principais áreas produtora desta gramínea.

O controle químico principalmente das doenças fúngicas vem ganhando espaço no manejo atual da cultura do milho. Além disso, com a descoberta de novas moléculas fungicidas, tem sido verificado para algumas culturas que certas moléculas principalmente do grupo químico das estrobilurinas tem demonstrado aumento de produtividade não somente pelo controle das doenças incidentes, mas também por efeitos secundários na fisiologia das plantas cultivadas ou “efeito fisiológico” (Brachtvogel, 2010). Os estudos destes produtos na cultura do milho ainda se encontram em fases iniciais, necessitando pesquisas mais aprofundadas no que tange estas variáveis. Por fim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fungicidas químicos em processos fisiológicos e produtividade através da aplicação foliar na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Uberlândia, MG, Brasil, de abril a agosto de 2015.

Instalação e condução do experimento

As parcelas experimentais constituíram-se de seis linhas de plantio, espaçadas em 0,5 m e com 6,0 m de comprimento cada, totalizando área de 18 m². Para as avaliações foram utilizadas somente as quatro linhas centrais da parcela, descartando 0,5 m no início e final de cada linha, considerando, portanto, 10 m² de área útil em cada parcela.

Utilizou-se o híbrido de milho DKB 340 VTPRO2, semeado no dia 3 de fevereiro de 2015 e seguindo

todas as práticas de manejo no controle de insetos e plantas daninhas, incluindo irrigação constante via aspersores, de modo a suprir a quantidade de água necessária para o pleno desenvolvimento da cultura.

Tratamentos e amostragens

Os produtos químicos utilizados para pulverização foliar estão descritos na **tabela 1**, adicionalmente a dose do p.c (produto comercial). Além disso, foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira em estágio fenológico V9 (9 folhas totalmente expandidas) e a segunda em R1.

Tabela 1 - Tratamentos químicos aplicados para análise fisiológica e produtividade de híbrido de milho.

#N	TRATAMENTOS	DOSE (ml-g/ha)
1	Testemunha	-
2	Abacus HC ¹	380
3	Aproach Prima ²	450
4	Azimut ²	500
5	Nativo ³	750
6	Unizeb Gold ²	1500
7	Helmstar Plus + Prisma ²	400 + 300
8	Helmstar Plus + Prisma + Prevenil ²	400 + 300 + 2000
9	Abacus HC + Unizeb Gold ¹	380 + 1500
10	Aproach Prima + Unizeb Gold ²	450 + 1500
11	Azimut + Unizeb Gold ²	500 + 1500
12	Nativo + Unizeb Gold ³	750 + 1500
13	Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold ²	400 + 300 + 1500
14	Abacus HC + Prevenil ¹	380 + 2000

¹ adição de Break-Thru a 0,3% v/v

² adição de Nimbus a 0,5% v/v

³ adição de Áureo a 0,25% v/v

Concentração de pigmentos fotossintetizados

A avaliação da quantificação de clorofilas a e b, e de carotenóides foi realizada coletando 10 folhas de milho, na 1ª folha abaixo e oposta da espiga, nas 2ª e 4ª linhas da área experimental. Essas folhas foram acondicionadas em sacos plásticos cobertos com papel laminado, dentro de caixa de isopor com gelo para evitar fotodegradação. Em seguida, as amostras foram levadas para laboratório. Das folhas amostradas retira-se 2 amostras de 0,07 g cada, do meio do limbo foliar. Essas duas amostras, separadas, foram acondicionadas em tubos plásticos graduados, com 5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) em banho-maria a 65°C por 30 minutos até o branqueamento das folhas, os tubos foram

vedados para evitar evaporação. Depois de retirados do banho-maria o volume foi completado para 7 mL de DMSO. O sobrenadante foi transferido para cubetas e estas acondicionadas em espectrofotômetro, a leitura procedeu-se nos comprimentos de onda 645, 663 e 471 nm. Os teores de clorofilas e carotenóides foram mensurados a partir das seguintes fórmulas:

A) clorofila a (mg/g FW) = $((11,75 \times A_{663} - 2,35 \times A_{645}) \times 50) / 500$

B) clorofila b (mg/g FW) = $((18,61 \times A_{645} - 3,96 \times A_{663}) \times 50) / 500$

C) carotenóides (mg/g FW) = $((1000 \times A_{471} - 2,27 \times \text{conc. clor. a} - 81,4 \times \text{conc. clor. b}) / 227 \times 50) / 500$

As avaliações foram realizadas aos 2, 10, 15, 20 e 30 dias após a segunda aplicação dos tratamentos.

Produtividade e peso de mil grãos

Para avaliar a produtividade da cultura, realizou-se a colheita manual das plantas localizadas dentro de cada parcela útil, em estágio fenológico R8. A produtividade obtida para a parcela útil foi estimada em quilogramas por hectare, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%. Além disso, o peso de mil grãos foi contabilizado para efeitos de comparação entre os tratamentos.

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão (AACP) da concentração de clorofila total e de carotenóides foi calculada segundo Campbell & Madden, (1990). A AACP é um modelo matemático que sumarizar os dados registrados em diferentes épocas em um único valor, a AACP, o que possibilita uma melhor avaliação conjunta dos dados, e permite observar as tendências de resposta dos diferentes tratamentos estudados.

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizado com 4 repetições. Os dados obtidos para AACP foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008), e nenhuma transformação matemática dos dados foi necessária. Após o atendimento das pressuposições, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O híbrido de milho DKB 340 VTPRO2 obteve variação de produtividade entre 4733,55 e 6827,51

kg/ha, conforme o tratamento químico através da aplicação foliar de fungicida. Os efeitos dos produtos sob a produtividade foi analisada, havendo diferença significativa entre os tratamentos. Os maiores índices de produtividade foram obtidos nos tratamentos 8, 10, 11, 12 e 13, sendo que na sua maioria produto a mistura com produto a base de cobre (**tabela 2**).

Em relação ao peso de mil grãos, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os maiores valores desta variável foram obtidas nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 (**tabela 2**).

No que tange os valores de clorofila total e carotenoides, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, os maiores valores de clorofila total foram observados nos tratamentos Azimut + Unizeb Gold e Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold com 44.350 e 44.381 mg/g, respectivamente. Por outro lado, o menor valor de clorofila total foi 37.258 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Prevenil (Figura 1).

Tabela 2 – Valores médios de peso de mil grãos e produtividade (Kg/ha) sobre tratamento fungicida foliar aplicado na cultura do milho.

Tratamentos	M1000G (g)	Produtiv. ade (kg/ha)
1. Testemunha	227.27	b 4733.55
2. Abacus HC	266.83	a 5450.49
3. Aproach Prima	268.21	a 5140.73
4. Azimut	253.73	a 5399.69
5. Nativo	271.35	a 5500.53
6. Unizeb Gold	232.40	b 4843.36
7. Helmstar Plus + Prisma	260.27	a 5204.10
8. Helmstar Plus + Prisma + Prevenil	246.73	b 5733.77
9. Abacus HC + Unizeb Gold	262.92	a 5509.35
10. Aproach Prima + Unizeb Gold	264.81	a 5957.43
11. Azimut + Unizeb Gold	274.45	a 6827.51
12. Nativo + Unizeb Gold	265.00	a 5836.60
13. Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold	272.34	a 6131.64
14. Abacus HC + Prevenil	256.95	a 4947.72
Médias	258.80	5515.46
CV (%)	8.19	12.64

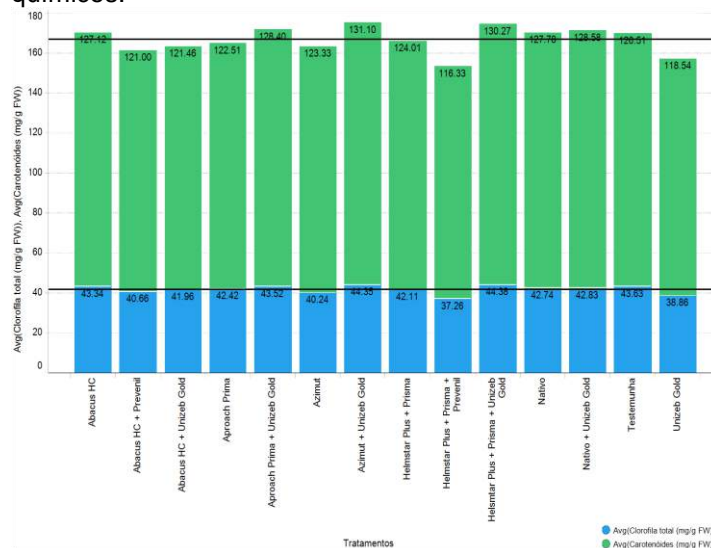
¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna,

diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância; ns: médias não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância;

Quanto a variável carotenoides, o maior valor foi 131,096 mg/g no tratamento Helmstar Plus + Prisma + Unizeb Gold, enquanto que o menor foi 121.004 mg/g no Abacus HC + Prevenil (**Figura 1**).

De acordo com Costa et al. (2009) tem sido demonstrado que alguns fungicidas notadamente aqueles pertencentes ao grupo das estrobilurinas, apresentam efeitos que vão além do controle de doenças, denominados efeitos fisiológicos. Dentre esses efeitos, estão maior resistência a vários tipos de estresses como seca e nutricional, aumento da capacidade fotossintética, redução da respiração foliar e maior eficiência do uso de água.

Figura 1. Valores de AACPD para concentração de clorofila total (mg/g) e de carotenoides (mg/g) associado com os respectivos tratamentos químicos.



Desse modo, mais estudos são necessários para definir a existência e a magnitude dos efeitos fisiológicos de fungicidas em plantas de milho (Costa et al., 2009)

CONCLUSÕES

Todos os fungicidas aplicados obtiveram índices maiores de produtividade quando comparado com a testemunha, sendo que o maior valor foi obtido no tratamento Azimut + Unizeb Gold.

Não houve diferença entre os tratamentos no que tange à variável clorofila e carotenoides.

REFERÊNCIAS

BRACHTVOGEL, E. L. et al. Densidade populacional e uso de fungicidas com “efeito fisiológico” em Milho: III – Características Morfológicas Altura de Planta (A) e de Inserção de espiga (AIE), Relação AIE/A e Diâmetro de Colmo (D). **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2010.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COSTA, R. V.; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. **Circular Técnica 125**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p.

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

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

Efeitos fisiológicos e produtividade de grãos decorrentes da aplicação de fungicidas em híbrido de milho transgênico

Viviane Moreira Alves⁽¹⁾; Renata Leandra Almeida Castro⁽²⁾; Ernane Miranda Lemes⁽³⁾; Maria Cristina Sanches⁽⁴⁾; Nayara Lima Baute⁽²⁾; Fabrício Silva de Souza⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Diretora de Pesquisa, UDI Pesquisa e Desenvolvimento, Uberlândia, Minas Gerais; viviane.moreira@udipesquisa.com; ⁽²⁾ Mestranda, Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU); ⁽³⁾ Doutorando, ICIAG, UFU; ⁽⁴⁾ Professora Titular do Instituto de Biologia, INBIO, UFU; ⁽⁵⁾ Pesquisador, UDI Pesquisa e Desenvolvimento.

RESUMO: A aplicação de fungicidas é uma prática regular no manejo da cultura do milho para obtenção de seu máximo potencial produtivo. As estimativas de trocas gasosas foliares, associada com medições de fluorescência da clorofila *a*, são importantes indicadores fisiológicos para a avaliação do desempenho fotossintético do milho. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo estudar as respostas fisiológicas do milho a diferentes fungicidas. O experimento foi conduzido a campo durante o outono de 2015 em Uberlândia, MG, com quatorze tratamentos fungicidas (Abacus, Aproach Prima, Azimut, Unizeb Gold, Prisma, Prevenil, e combinações), aplicados duas vezes, e um tratamento testemunha (sem aplicação de fungicida) em híbrido de milho transgênico. Foram realizadas avaliações de trocas gasosas foliares com o analisador de gás IRGA (A: assimilação de CO₂; E: transpiração foliar; gs: condutância estomática; ci: carbono intercelular; e relações, A/E: eficiência instantânea do uso da água; A/gs: eficiência intrínseca do uso da água; A/ci: eficiência em carboxilação), e os rendimentos quânticos efetivo e potencial do fotossistema II com medidor de fluorescência modulado (MiniPAM). Os dados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$), posteriormente ao atendimento das pressuposições deste modelo matemático ($p > 0,01$), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos fungicidas para as variáveis de trocas gasosas e suas relações, ou para os rendimentos quânticos do fotossistema II. No entanto, os tratamentos que incluíam combinações de fungicidas com Unizeb Gold apresentaram produção de grãos (kg ha⁻¹) superiores aos demais tratamentos.

Termos de indexação: IRGA, MiniPAM, produção de grãos.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura agrícola de grande importância para a história da humanidade,

a alimentação animal e uma importante matéria prima para a indústria e a economia mundial (Fussell, 2004; Bonavi, 2013). Por ser uma cultura de condução relativamente fácil, podendo ser praticada até mesmo em agricultura familiar, e por ser uma opção no sistema de rotação de culturas nas extensas áreas do cerrado, o milho se tornou uma cultura chave na agricultura brasileira, cuja produção nacional já superior a 60 Mton (CONAB, 2016). Contudo, para este cereal expressar todo o seu potencial produtivo a lavoura precisa ser conduzida livre de estresses como as doenças foliares, e entre estas, as doenças fúngicas são as mais prejudiciais (Sabato et al., 2014). A aplicação de fungicidas é, então, uma prática comum para o controle dessas doenças e, consequentemente, para a manutenção da integridade da lavoura.

É reconhecido que muitos produtos fitossanitários podem interferir na dinâmica dos fotossistemas que podem se associar a grupos químicos, metais tóxicos e outras substâncias que afetam sua atividade e o rendimento da fotossíntese (Giardi et al., 2001; Frankart et al., 2003; Geoffroy et al., 2004; Kanungo & Joshi, 2014). Diversas medidas experimentais estão disponíveis para o estudo do comportamento do sistema fotossintético de uma planta e de suas alterações com a aplicação de produtos fitossanitários. A avaliação dos mecanismos de trocas gasosas foliares e da fluorescência da clorofila *a*, podem ser utilizados como parâmetros para a compreensão da performance fotossintética de uma planta (Nelson e Cox, 2005; Baker, 2008).

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo estudar as respostas fisiológicas e a produção de grãos do milho em diferentes tratamentos fungicidas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental da UDI Pesquisa e Desenvolvimento em Uberlândia, MG, entre março a maio de 2015. O híbrido transgênico (DKB 340 VTPRO2) foi semeado em espaçamento de 0,5 m com 3,5

sementes por metro linear e adubação de plantio com 380 kg de NPK 08-28-16 por hectare. Os tratamentos fungicidas estudados estão descritos na **tabela 1**.

Tabela 1 – Tratamentos fungicidas aplicados no milho.

TRATAMENTOS	DOSE (mL-g ha ⁻¹)
Testemunha	-
Abacus HC ¹	380
Aproach Prima ²	450
Azimut ²	500
Nativo ³	750
Unizeb Gold ²	1500
Helmstar Plus + Prisma ²	400 + 300
Helmstar Plus+Prisma+Prevenil ²	400+300+2000
Abacus HC + Unizeb Gold ¹	380 + 1500
Aproach Prima + Unizeb Gold ²	450 + 1500
Azimut + Unizeb Gold ²	500 + 1500
Nativo + Unizeb Gold ³	750 + 1500
Helmstar Plus+Prisma+Unizeb Gold ²	400+300+1500
Abacus HC + Prevenil ¹	380 + 2000

¹ adição de Break-Thru a 0,3% v/v; ² adição de Nimbus a 0,5% v/v; ³ adição de Áureo a 0,25% v/v.

Foi utilizada ponta tipo leque com indução de ar para aplicação dos produtos fitossanitários. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizado com 4 repetições. Os tratamentos fungicidas foram aplicados duas vezes, nos estádios fenológicos V9 e R1. As avaliações fisiológicas foram realizadas durante o período da manhã aos 2, 10, 20 e 30 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. A temperatura média e umidade relativa do ar durante as avaliações foram aproximadamente 26 °C e 70%, respectivamente.

Avaliações Fisiológicas

Trocas Gasosas: A assimilação de CO₂ (*A*, μmol m⁻² s⁻¹ CO₂), transpiração foliar (*E*, mmol m⁻² s⁻¹ H₂O), condutância estomática (*gs*, mol m⁻² s⁻¹ H₂O) e o carbono intercelular (*ci*, μmol m⁻² s⁻¹ CO₂) foram avaliados com um medidor de trocas gasosas (IRGA – Infrared Gas Analyser – modelo LCpro-SD da ADC BioScientific Ltda). Utilizou-se sobre a câmara um canhão de luz artificial configurado em 1200 μmol m⁻² s⁻¹ de radiação fotossinteticamente ativa. As leituras foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas em duas plantas por repetição. As relações de eficiência instantânea do uso da água (*A/E*), eficiência intrínseca do uso da água (*A/gs*) e eficiência em carboxilação (*A/Ci*) foram calculadas a partir dos dados obtidos pelo IRGA.

Fluorescência da Clorofila a: A fluorescência da clorofila *a* no fotossistema II (FSII), em condições de luz e escuro adaptado, foram avaliadas com um analisador de fluorescência modulada da clorofila *a*

(Mini-PAM da Walz), configurado com um pulso luz saturante. As análises foram feitas com amostras à luz e adaptadas ao escuro (Genty et al, 1989). A condição de escuro adaptado foi estabelecida após 30 minutos de escuro simulado com presilhas metálicas nas folhas (DLC-8). Nesta condição, foi avaliado o *rendimento quântico potencial* do FSII após um pulso de saturação luminosa. As amostras à luz foram avaliadas com a câmara Holder 2030-B do próprio aparelho. Nesta condição, foi avaliado o *rendimento quântico efetivo* do FSII após um pulso de saturação luminosa.

Área Abaixo da Curva de Progressão

A área abaixo da curva de progressão (AACP) das variáveis fisiológicas estudadas para os quatro dias de avaliação foi calculada segundo Campbell e Madden, (1990). A AACP é um modelo matemático que sumarizar os dados registrados em diferentes épocas em um único valor, a AACP, o que possibilita uma melhor avaliação conjunta dos dados, e permite observar as tendências de resposta dos diferentes tratamentos estudados.

Análise Estatística

Os dados obtidos para AACP foram submetidos às pressuposições do modelo de ANAVA (normalidade dos resíduos, por Shapiro-Wilk; homogeneidade das variâncias, por Levene; aditividade de blocos, por Tukey) a 0,01 de significância (SPSS 17, 2008), e nenhuma transformação matemática dos dados foi necessária. Após o atendimento das pressuposições, os dados foram submetidos à ANAVA e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott (*p*<0,05) (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A AACP das variáveis avaliadas pelo IRGA (*ci*, *gs*, *A*, *E*) e suas relações (*A/ci*, *A/gs*, *A/E*), e pelo MiniPAM (FSII claro, FSII escuro) não diferiram entre os tratamentos fungicidas estudados no milho (**tabela 2**).

Tabela 2 – Amplitude de variação das AACP das variáveis fisiológicas estudadas em diferentes tratamentos fungicidas no milho.

Variável	Varição	Probab. (<i>p</i> <0,05)
<i>ci</i>	35,32 – 53,18	0,64
<i>gs</i>	1,43 – 1,68	0,50
<i>E</i>	0,09 – 0,13	0,41
<i>A</i>	13,41 – 16,41	0,25
<i>A/ci</i>	0,21 – 0,70	0,41
<i>A/gs</i>	94,01 – 105,40	0,67
<i>A/E</i>	5,88 – 6,49	0,52

FSII claro	0,09 – 0,15	0,28
FSII escuro	0,25 – 0,29	0,24

A observação de incrementos fisiológicos em plantas após a aplicação de fungicidas, especialmente fungicidas do grupo das estrobilurinas, é regularmente relatada na literatura (Zhang et al. 2010; Kanungo & Joshi, 2014). Outros efeitos positivos da aplicação de fungicidas em plantas também são observados, como maior eficiência do uso do nitrogênio pela planta (Ruske et al., 2003), ao aumento de atividade antioxidante (Wu & Von Tiedemann, 2002), e o atraso da senescência foliar (Venâncio et al., 2003), que podem contribuir para incrementar a produtividade das culturas.

No entanto, resultados de produção indiferentes à aplicação de estrobilurinas também têm sido relatados no milho e em outras culturas (Byamukama et al., 2013; Mahoney & Gillard, 2014). Segundo Nasson et al. (2007), as respostas fisiológicas à aplicação de fungicidas é complexa, e mais estudos são necessários para elucidar as reais consequências fisiológicas da aplicação de fungicidas, mesmo em plantas que não estão sendo atacadas por fungos.

A produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) foi diferente entre os tratamentos fungicidas avaliados (tabela 3).

Tabela 3 – Produtividade de grãos de milho para diferentes tratamentos fungicida.

Tratamento	Prod. (kg ha^{-1})
Testemunha	4733,55 A
Abacus HC	5450,49 A
Aproach Prima	5140,73 A
Azimut	5399,69 A
Nativo	5500,53 A
Unizeb Gold	4843,36 A
Helmstar Plus + Prisma	5204,10 A
Helmstar Plus+Prisma+Prevenil	5509,35 A
Abacus HC + Unizeb Gold	5733,77 B
Aproach Prima + Unizeb Gold	5957,43 B
Azimut + Unizeb Gold	6827,51 B
Nativo + Unizeb Gold	5836,60 B
Helsmtar Plus+Prisma+Unizeb Gold	6131,64 B
Abacus HC + Prevenil	4947,72 A

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$).

Os tratamentos fungicidas com combinações que incluíam Unizeb Gold apresentaram produtividade superior em relação aos demais tratamentos. Esta característica pode ser atribuída à composição do fungicida Unizeb Gold, que possui zinco (mancozebe) e manganês, que é essencial à produção de clorofila.

CONCLUSÕES

Não são observadas alterações fisiológicas no milho com a aplicação de fungicidas ou combinações.

A aplicação de Unizeb Gold em combinação com outros fungicidas aumenta a produtividade de grãos do milho.

REFERÊNCIAS

BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu. Rev. Plant Biology*, 2008. v. 59, p. 89-113.

BONAVI, D. 2013. Maize: Origin, Domestication, and its Role in the Development of Culture. Cambridge University Press. 601 p.

BYAMUKAMA, E.; ABENDROTH, L.J.; ELMORE, R.W.; ROBERTSON, A.E. Quantifying the effect of Pyraclostrobin on grain-fill period and kernel dry matter accumulation in maize. Online. *Plant Health Progress*, 2013. doi:10.1094/PHP-2013-1024-02-RS.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. *Introduction to plant disease epidemiology*. New York. J. Wiley & Sons. 1990.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acessado: 29 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258.

FRANKART, C.; EULLAFFROY, P.E VERNET, G. Comparative effects of four herbicides on non-photochemical fluorescence quenching in *Lemna minor*. *Environmental and Experimental Botany*, 2003. v. 49, p. 159-168.

FUSSELL, B. 2004. *The Story of Corn*. University of New Mexico Press, 367 p.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M.; BAKER, N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1989. v. 990, n. 1, p. 87-92.

GEOFFROY, L.; FRANKART, C.; EULLAFFROY, P. Comparison of different physiological parameter responses in *Lemna minor* and *Scenedesmus obliquus* exposed to herbicide flumioxazin. *Environmental Pollution*, 2004. v. 131, p. 233-241.

GIARDI, M.T.; KOBLÍZEK, M.; MASOJÍDEK, J. Photosystem II-based biosensors for the detection of

pollutants. **Biosensors & Bioelectronics**, 2001. v. 16, p. 1027-1033.

KANUNGO, M.; JOSHI, J. Impact of Pyraclostrobin (F-500) on crop plants. **Plant Science Today**, Trivandrum, n. 1, v. 3, p. 174-178, 2014.

MAHONEY, K.J. & GILLARD, C.L. Plant health and yield of dry bean not affected by strobilurin fungicides under disease-free or simulated hail conditions. **Canadian Journal of Plant Science**, 2014. 94(8): 1385-1389.

NASON, M.A.; FARRAR, J.; BARTLETT, D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. **Pest Management Science**, 2007. 63: 1191-1200.

NELSON, D.L. E COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4th ed. New York: Worth, 2005. 1200 p.

RUSKE, R.E., GOODING, M.J.; JONES, S.A. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **Journal of Agricultural Science**, 2003. 140:395-407.

SABATO, E.O; NICÉSIO, F.J.A. PINTO; FERNANDES, F.T. Identificação e controle de doenças do milho. 2ed., Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2013. 145p.

SPSS. **SPSS Statistics 17.0**. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc. 2008.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publ. UEPG**, 2003. 9:59-68.

WU, Y. & VON TIEDEMANN, A. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollutant**, 2002. 116:37-47.

ZHANG, Y.J.; ZHANG, X.; CHEN, C.J.; ZHOU, M.G.; WANG, H.C. Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 2010. 98, pp. 151–157



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Eficiência da interceptação luminosa de milho em diferentes arranjos de cultivo com e sem braquiária

Priscila Akemi Makino⁽¹⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽²⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽²⁾; Ivair Miguel da Costa⁽⁴⁾; Ricardo Fachinelli⁽²⁾; Gessi Ceccon⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Estudante de doutorado; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com;

⁽²⁾Estudante de mestrado; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Estudante de graduação; Fundação Universidade Federal de Rondônia; ⁽⁴⁾ Analista; Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: A redução do espaçamento entre linhas e a escolha adequada do estande de plantas de milho possibilitam aumentar a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e incrementar sua biomassa. O objetivo do trabalho foi avaliar a morfologia e os rendimentos de massa seca de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária. O experimento foi implantado no verão, em Dourados, MS, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subsubdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, alocados nas parcelas; espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e as populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹) nas subsubparcelas. Foram avaliados: as características morfológicas de plantas de milho, índice de área foliar, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e produtividade de massa seca de milho e de palha. O aumento da densidade populacional de milho incrementou o índice de área foliar, e aumentou a interceptação luminosa no milho, em espaçamento 0,45 m. O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema. No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho e de palha com uso de altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

Termos de indexação: índice de área foliar; consórcio de culturas; radiação fotossinteticamente ativa.

INTRODUÇÃO

O uso intensivo de áreas do Cerrado e o manejo inadequado aumentam a degradação dos solos destas áreas, sendo de fundamental importância a adoção de tecnologias para manter a sustentabilidade das atividades agropecuárias (Mendonça et al., 2012; Vilela et al., 2011). O consórcio milho-braquiária é uma opção viável para melhorar a cobertura destes solos, possibilitando assim obter os benefícios do plantio direto.

Conseguir aumentar a produção de palha sem comprometer a produtividade de grãos é importante para o sucesso desta tecnologia (Ceccon et al., 2013). A distribuição mais equidistante das linhas aumenta a eficiência na interceptação da radiação e minimiza a concorrência por luz, água e nutrientes (Argenta et al., 2001), sendo que a arquitetura e o porte das plantas podem ser fatores determinantes da produtividade em espaçamentos reduzidos e cultivos adensados (Kappes et al., 2011; Marchão et al., 2006).

O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfológicas de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em sucessão à aveia-preta, em plantio direto, em Dourados, MS, nas coordenadas 22°13'S e 54°48'W, a 408 m de altitude, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O clima da região é classificado como Am (Tropical Monçônico), segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Os dados de precipitação, radiação e evapotranspiração, do período de condução do experimento, foram obtidos na Estação

Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste e estão apresentados a seguir:

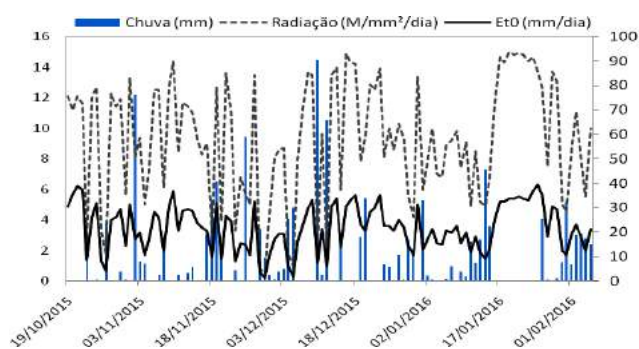


Figura 1 - Precipitação pluviométrica, radiação e evapotranspiração de referência diária (Et0), obtidos durante a condução do experimento, em Dourados, MS, em 2016.
Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016).

O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com braquiária, alocados nas parcelas; espaçamentos entrelinhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹), nas subsubparcelas.

A semeadura do híbrido DKB 390 PRO foi realizada em 19 de outubro de 2015, e no consórcio foi utilizada a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiguás, semeada a lanço na população de 20 plantas m⁻².

No estágio de florescimento foram realizadas avaliações a campo da área foliar e da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, utilizando ceptômetro marca Decagon devices Accupar. A área foliar por planta foi obtida medindo-se o comprimento (C), da base à extremidade da folha, e a maior largura (L) da folha da espiga. A área foliar da planta foi estimada pela equação: 0,75 x C x L x número de folhas fotossinteticamente ativas por planta; sendo 0,75 o fator de ajuste considerado padrão para a cultura do milho (Pereira, 1987). O índice de área foliar (IAF) foi calculado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada por esta.

As leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram realizadas no centro da área útil da parcela, perpendicularmente às linhas de semeadura, em três pontos: acima do dossel, na altura de inserção da primeira espiga e ao nível do solo (Marchão et al., 2006); para determinar a interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI) à espiga.

Na maturação fisiológica do milho foram avaliados os seguintes caracteres morfológicos:

altura de plantas e de inserção de espigas de milho; diâmetro de colmo; rendimentos de massa seca de folhas e colmos e rendimento de massa seca de palha. O rendimento de massa seca de palha foi obtido pelo somatório das massas secas de folha, colmo, sabugo, palha da espiga de milho e massa seca de braquiária.

A análise estatística foi realizada no programa Sisvar. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F (P≤0,05) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A regressão polinomial foi aplicada aos fatores quantitativos e a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes (P≤0,05) e no coeficiente de determinação (R²) das variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito isolado do espaçamento para a altura de plantas, altura de inserção de espigas, interceptação luminosa acima e abaixo da espiga. Todas estas variáveis apresentaram significativamente um melhor resultado para o milho conduzido no espaçamento reduzido (0,45 m), indicando que neste arranjo há melhor aproveitamento da planta pelos recursos ambientais (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AIE); interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI), em cultivo de milho solteiro e consorciado, em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Espaçamento (m)	AP (m)	AIE (m)	ILS (%)	ILI (%)
0,45	1,98 a	1,084 a	70,92 a	12,15 a
0,90	1,93 b	1,037 b	60,68 b	10,74 b
CV%	4,39	8,37	21,95	11,79
Média	1,95	1,061	65,8	11,45

Medias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A análise de regressão mostrou efeito significativo das populações de plantas para a área foliar por planta, índice de área foliar e interceptação luminosa acima da espiga, com melhor ajuste dos dados ao modelo linear. O aumento da densidade populacional de milho reduziu a área foliar por planta, mas possibilitou incrementar o índice de área foliar e conseqüentemente a interceptação luminosa pelas folhas de milho acima da espiga (**Figura 2**).

Houve interação significativa entre cultivo solteiro

e consorciado, espaçamento, e populações de plantas para os rendimentos de massa seca de folha e colmo de milho e de palha. Todos os dados apresentaram melhor ajuste na equação linear, exceto o rendimento de massa seca de folhas, que foi ajustado para a equação quadrática, e o rendimento de massa seca de colmos, que não apresentou efeito em espaçamento 0,90 m, sob cultivo solteiro (**Figura 3**).

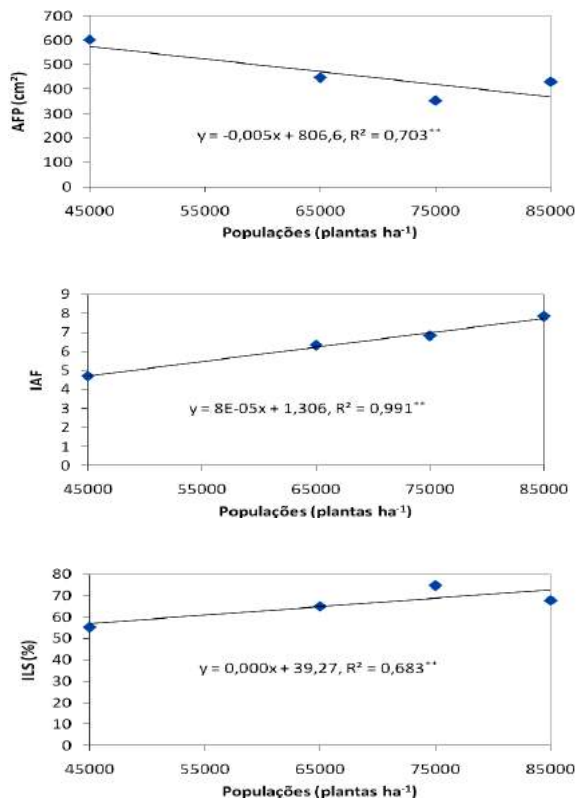


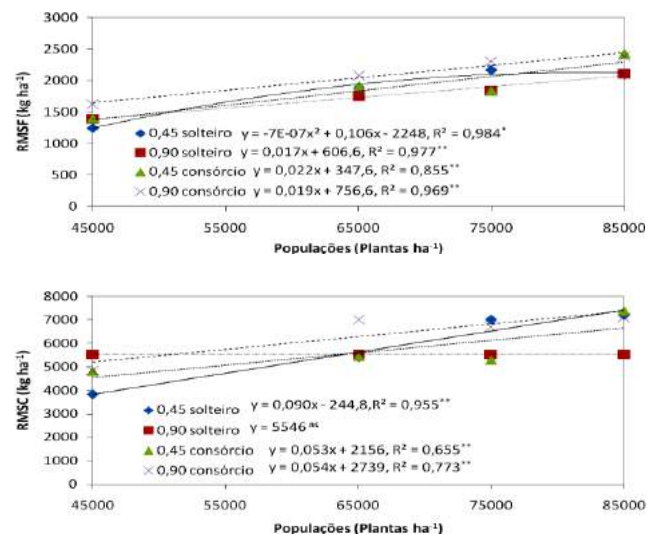
Figura 2 - Área foliar por planta (AFP); índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa superior (ILS) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Os rendimentos de massa seca de folhas e colmos de milho aumentaram com o aumento da população de plantas, independente do espaçamento e do cultivo solteiro ou consorciado; na menor população, o espaçamento 0,90 m apresentou rendimento de massa seca superior ao 0,45 m, e na maior população o rendimento de massa seca foi incrementado com uso de espaçamento reduzido.

O rendimento de massa seca de palha apresentou resposta linear crescente com o aumento de plantas de milho na área; na menor

população destacou-se o tratamento com espaçamento 0,90 m, e na maior população, o espaçamento 0,45 m, sendo que a inserção da braquiária contribuiu para aumentar a produtividade de palha do sistema (**Figura 3**). O aporte de resíduos que a braquiária proporciona pode ser maior que a massa do milho solteiro, por isso o consórcio se mostra como uma alternativa viável para o plantio direto (Cecon et al., 2014).

Alguns trabalhos demonstram que a deficiência hídrica não é considerada uma limitação para o desenvolvimento do milho no período da safra verão (Heinemann et al., 2009), pois a implantação do consórcio depende grandemente da distribuição das chuvas na região e da capacidade de retenção de água do solo (Souza et al., 2012). Em todo o período de condução do experimento, houve elevada precipitação pluviométrica (**Figura 1**), principalmente no início do período reprodutivo do milho (17/012/2015), que segundo Fietz et al. (2015), é o estágio de maior demanda hídrica do consórcio milho-braquiária. Altas nebulosidades (baixo saldo de radiação) propiciaram menores valores de evapotranspiração, garantindo uma condição de disponibilidade hídrica ótima, o que permitiu obter resultados favoráveis ao desenvolvimento do milho, mesmo em convivência com a braquiária, possibilitando obter elevada produtividade de massa seca de planta e de palha em altas populações de plantas de milho.



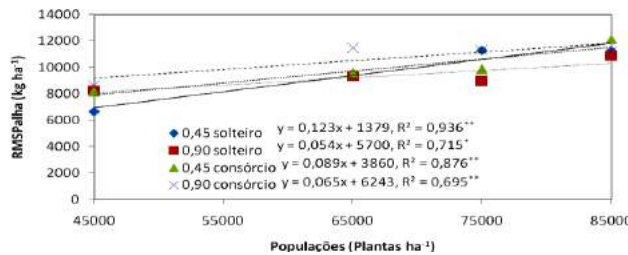


Figura 3 - Rendimento de massa seca de folha (RMSF) e colmo (RMSC) de milho e rendimento de massa seca de palha (RMSP) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

CONCLUSÕES

O espaçamento reduzido contribuiu com o desenvolvimento de plantas de milho em altura e permitiu melhor interceptação da radiação incidente, resultando em elevada produtividade de massa seca de plantas quando aumentou a população de milho.

O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema.

No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho em altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa e à Embrapa Agropecuária Oeste por disponibilizar o local para condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 27-46.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. dos. Produtividade de milho safrinha

em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Guia clima**. Dourados, [2016]. Disponível em: <<http://clima.cpao.embrapa.br/>>. Acesso em: 18 maio 2016.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 461-465. 1 CD-ROM.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. de L. T. de; GOMIDES, R. L.; AMORIM, A. de O.; PAZ, R. L. da. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, 2009.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. da C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. de; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MENDONÇA, V. Z. de; MELLO, L. M. M. de; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 251-259, 2012.

PEREIRA, A. R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 147-150, 1987.

SOUZA, A. P. de; LIMA, M. E. de; CARVALHO, D. F. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 142-149, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Época de aplicação de Trinexapac-etil no desempenho agrônômico do milho cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas⁽¹⁾

Mariana Alves de Oliveira⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; André Prechlak Barbosa⁽³⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽⁴⁾; Lucas Henrique Fantin⁽⁵⁾; Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduada com bolsa CAPES; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; agomariana.oliveira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual de Londrina; claudemircca@uel.br; ⁽³⁾ Pós-graduando; UEL; andreprechlak@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Pós-graduando; Universidade Estadual de Maringá; leandrotspolaor@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-graduando; UEL; fantinagro@gmail.com; ⁽⁶⁾ Professor; UEL; csvjneve@uel.br.

RESUMO: A adoção de novos arranjos de planta com aproximação das linhas de cultivo só é possível com cultivares de menor porte que pode ser obtido com o uso de regulador de crescimento. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho primeira safra, submetido à aplicação de Trinexapac-etil e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas. O estudo foi conduzido em duas safras agrícolas, 2012/2013 e 2013/2014, utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera. Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Foram avaliadas as características fitométricas, os componentes de produção e a produtividade de grãos. A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo do milho. Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

Termos de indexação: Zea mays L., regulador de crescimento, rendimento.

INTRODUÇÃO

A manipulação do arranjo espacial de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos da cultura do milho (Argenta et al., 2001). A redução do espaçamento entre linhas de 0,90 m para 0,45 m, mantendo-se a densidade constante, promove maior uniformidade espacial das plantas na linha,

reduzindo a competição intraespecífica pelos recursos do meio, favorecendo a interceptação e a eficiência do uso da luz solar incidente (Sangoi et al., 2010).

A escolha de genótipos de alto potencial produtivo, associada às mudanças no arranjo de plantas e a aplicação de elevadas doses de N em cobertura proporcionam o aumento da produtividade. No entanto, ocasionam o aumento da altura de planta e de inserção de espiga, tornando as plantas suscetíveis ao acamamento e quebraimento de colmo (Duete et al., 2008), o que dificulta a colheita mecanizada.

Para a adoção destas práticas preconiza-se a escolha de cultivares de porte baixo, no entanto nem sempre estas cultivares estão disponíveis ou adaptadas à região de cultivo, o que exige a adoção de técnicas alternativas, como o uso de reguladores de crescimento. O Trinexapac-etil têm-se mostrado efetivo com redução acentuada do comprimento do colmo de trigo, além de aumentar o rendimento de grãos (Zagonel & Fernandes, 2007).

Para a cultura do milho, o uso de Trinexapac-etil surge como uma alternativa para cultivares de interesse que não possuem arquitetura foliar moderna, que pode alterar o porte e a anatomia das plantas, permitindo a redução do espaçamento entre linhas. Deste modo, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico da cultura do milho de primeira safra, submetida à aplicação de Trinexapac-etil em diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na FAZESC-UEL, em duas safras agrícolas 2012/2013 e 2013/2014, sob o

sistema de semeadura direta, em solo do tipo Latossolo Vermelho distroférrico. Os dados meteorológicos do período de condução do estudo foram obtidos junto à estação Meteorológica do IAPAR (**Figura 1**).

Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam os dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Para o espaçamento 0,45 m as parcelas foram constituídas de seis linhas com cinco m e para o de 0,90 m, quatro linhas de cinco m, sendo a área útil da parcela as linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lado e 0,5 m das extremidades das mesmas, para ambos os espaçamentos.

A semeadura foi realizada mecanicamente nos espaçamentos propostos utilizando a cultivar de milho híbrido simples Status Viptera, com aproximadamente 80.000 plantas ha^{-1} . Para a adubação de semeadura na safra 2012/2013 foram aplicados 325 $kg\ ha^{-1}$ do formulado (N-P-K) 08-20-10 e na safra 2013/2014, 312 $kg\ ha^{-1}$ do formulado 08-28-16, conforme a caracterização química do solo (não apresentada no trabalho), e com base nas recomendações para a região. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em ambos os experimentos, no estádio V6. Foram aplicados a lanço 157,5 $kg\ ha^{-1}$ de N, utilizando como fonte a ureia (45% N), para todos os tratamentos.

O regulador de crescimento vegetal, Trinexapac-etil (Moddus®) foi aplicado via foliar com o uso de pulverizador costal pressurizado (CO_2) com pressão, vazão e volume de calda de 150L ha^{-1} e adição de 1L ha^{-1} (250 g i. a. ha^{-1} TE). As aplicações nas épocas definidas foram realizadas conforme a escala fenológica da cultura (Ritchie et al., 2003). A testemunha foi composta apenas por água e as demais aplicações houve a adição de TE.

Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada com relação a pragas, doenças e plantas daninhas. A colheita foi realizada manualmente no estádio R6, grãos com 20% de umidade, na área útil da parcela.

Foram avaliadas as características fitométricas e a produtividade de grãos. Para as características fitométricas avaliaram-se dez plantas aleatórias da área útil da parcela: Altura da planta: a distância do colo da planta até a inserção da folha bandeira, dados médio em m; Altura de inserção da espiga: o comprimento da base da planta até a inserção da primeira espiga, dados médios em m.

A produtividade de grãos foi obtida por meio da debulha e pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela. Os dados foram ajustados para kg

ha^{-1} com correção do teor de água médio de 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey $p < 0,05$, separadamente para as safras em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2012/2013 constatou-se interação significativa entre os fatores espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE para a altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) (**Tabela 1**). Já na safra 2013/2014 a AP foi afetada pela época de aplicação e a AE pelo espaçamento e época de aplicação de TE (**Tabela 1**). Na **tabela 2** estão apresentados os desdobramentos da interação dos fatores estudados para estas características, safra 2012/2013.

No espaçamento 0,45 m a aplicação de TE no estádio V12 e em 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduziram a AP, em relação à testemunha. A AP foi menor no espaçamento 0,45 m em relação 0,90 m com a aplicação de TE nos estádios V3, V12 e na testemunha. Com aplicação em V9 o espaçamento 0,90 m resultou em menor AP. Já com a aplicação de TE em V6 não houve diferença de AP entre os espaçamentos avaliados. No entanto, Zagonel & Ferreira (2013) em cultivo de milho primeira safra, avaliando o híbrido Status TL e o Maximus TLTG não constataram alteração de AP com a aplicação de TE nas doses 0,0; 187,5; 375,0 e 562,5 g i.a. ha^{-1} independente da época de aplicação, nos estádios V2, V4, V6 e V8.

Comportamento semelhante à AP foi constatado no presente estudo para a AE no espaçamento 0,45 e 0,90 m, mostrando-se menor com a aplicação de TE em V12. No estádio V6 de aplicação de TE houve menor AE para 0,90 m em relação ao 0,45 m, e nas demais épocas não houve diferença entre os espaçamentos. Já na safra 2013/2014, a aplicação de TE no estádio V9 apresentou maior redução da AP quando comparado com os demais tratamentos (**Tabela 1**). Ainda, a AE foi menor no espaçamento 0,45 m em relação ao 0,90 m e a aplicação de TE nos estádios V6 e V9 também reduziu a AE em relação aos demais tratamentos. Conforme observado, as plantas ao serem submetidas ao regulador no estádio V6 e V9 tiveram significativa redução na divisão e alongação celular durante o período considerado como de grande incremento de alongação do colmo (Ritchie et al., 2003), obtendo-se plantas de menor porte com menor altura de espiga. A menor AE no espaçamento 0,45 m, deve-se provavelmente a menor competição entre as plantas pelos recursos do meio, principalmente luz, proporcionada pelo melhor arranjo de plantas, uma vez que não houve alteração na densidade de

plantas.

A produtividade de grãos (PG) foi alterada significativamente pela interação dos fatores estudados na safra 2012/2013, no entanto, na safra 2013/2014 não foi alterada pelos fatores em estudo (**Tabela 3**). Os desdobramentos da interação entre os fatores estudados para PG na safra 2012/2013 estão apresentados na **tabela 4**. A PG no espaçamento 0,45 m foi maior com a aplicação de TE em V6, e menor com a aplicação V3 e V12 e no espaçamento 0,90 m mostrou-se maior com a aplicação em V3 para a safra 2012/2013. Para efeito de espaçamento entre linhas, nos tratamentos testemunha e aplicação de TE em V12 no espaçamento 0,45 m houve maior produtividade de grãos do que o 0,90 m, enquanto que na aplicação em V3 e V6 o espaçamento 0,90 m resultou em maior produtividade. Na aplicação em V9 não houve diferença entre os espaçamentos. Zagonel & Fernandes (2007) observaram incrementos de produtividade em trigo com o uso de TE, estando estes incrementos ligados diretamente às alterações morfológicas ocasionadas pelo TE na AP e na arquitetura foliar, o que possivelmente garantiu melhor atividade fotossintética da cultura.

Durante a condução da cultura na safra 2012/2013 houve condições meteorológicas favoráveis durante o cultivo para o estabelecimento, crescimento, florescimento e enchimento de grãos da cultura, com precipitação pluvial total de 984 mm, bem distribuídas (**Figura 1A**), favorecendo o desempenho produtivo de grãos. Obteve-se produtividade média mínima de 8245,99 kg ha⁻¹, estando acima da média para o Estado do Paraná de 8150,00 kg ha⁻¹ na safra 2012/2013 (Conab, 2013).

Na safra 2013/2014 a produtividade de grãos não foi alterada pelos fatores estudados. A diferença de resposta do híbrido nas duas safras possivelmente ocorreu devido às interações entre os fatores estudados com os elementos meteorológicos durante o cultivo. É provável que a baixa pluviosidade (53,4 mm) ocorrida após o florescimento da cultura, durante o período de 07/01 à 13/02/2014 (**Figura 1B**), compreendendo os estádios reprodutivos de R2 a R4 tenha reduzido a produtividade final em relação à safra 2012/2013.

Considerando que a aplicação de TE reduziu a altura de planta e de inserção de espiga sem afetar o rendimento de grãos, ganhos de produtividade podem ser obtidos com incremento da densidade de plantas, principalmente com o uso de espaçamento reduzido, visando o aumento da produtividade por área.

CONCLUSÕES

A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo da cultura do milho.

Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.71-78, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira Grãos: Décimo segundo levantamento, safra 2012/13**. Brasília: CONAB, 2013. 29 p.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. 20p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.395-402, 2013.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento, afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.331-339, 2007.

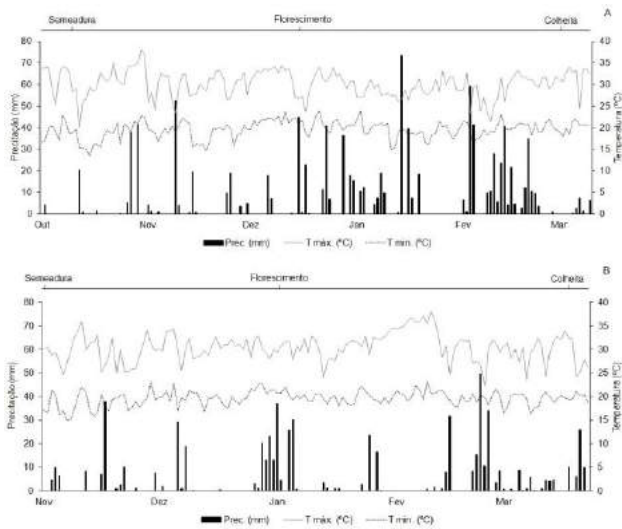


Figura 1. Dados diários de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação pluvial durante o período de condução do milho de primeira safra 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B), conduzidos em Londrina – PR.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	2012/2013		2013/2014		
	Características fitométricas				
	AP	AE	AP	AE	
Esp.	M				
0,45	1,95	1,25	1,90	1,13 b	
0,90	1,98	1,24	2,01	1,21 a	
Época					
T	2,05	1,27	2,01 ab	1,23 a	
V3	2,03	1,27	2,09 a	1,24 a	
V6	2,04	1,26	1,95 b	1,10 b	
V9	1,96	1,25	1,72 c	1,03 b	
V12	1,74	1,18	2,00 ab	1,24 a	
GL	Quadrado Médio				
Bloco	3	0,0003	0,0001	0,014	0,012
Esp.	1	0,010*	0,0006 ^{ns}	0,111 ^{ns}	0,067*
Erro 1	3	0,0001	0,0001	0,024	0,006
Época	4	0,137*	0,011*	0,150*	0,076*
Ép x E	4	0,009*	0,001*	0,007 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Erro 2	24	0,0008	0,0005	0,006	0,003
CV1 %		0,58	1,09	7,96	6,87
CV2 %		1,47	1,9	4,19	4,83

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Desdobramento da interação para médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) para o ano safra de 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	AP (m)		AE (m)	
	Espaçamento			
	0,45	0,9	0,45	0,9
T	2,01 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,26 Aa
V3	1,97 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,27 Aa
V6	2,05 Aa	2,03 Ba	1,29 Aa	1,23 Bb
V9	1,99 Ba	1,94 Cb	1,24 Ca	1,25 ABa
V12	1,72 Cb	1,75 Da	1,17 Da	1,19 Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si

pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e médias de produtividade de grãos (PG), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	GL	2012/2013		2013/2014	
		PG			
		PG		PG	
Esp.		kg ha ⁻¹			
0,45		9586,62		5345,32	
0,9		8942,82		4698,05	
Ép					
T		9115,21		5385,4	
V3		9842,35		5379,94	
V6		9376,94		4993,7	
V9		9743,1		4165,29	
V12		8245,99		5184,07	
FV	GL	Quadrado médio			
Bloco	3	168838,24		1161662,1	
Esp.	1	4144778,60*		4189571,5 ^{ns}	
Erro 1	3	195229,54		1930449,1	
Época	4	3270521,42*		2042406,3 ^{ns}	
Ép x Esp.	4	4218336,37*		1454936,7 ^{ns}	
Erro 2	24	101427,16		1391698,2	
CV1 %		4,77		27,67	
CV2 %		3,44		23,49	

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F.

Tabela 4 – Desdobramento da interação para médias de produtividade de grãos (PG) na safra 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	PG (kg ha ⁻¹)	
	0,45	0,9
T	9839,82 Ba	8390,60 Cb
V3	9049,93 Cb	10634,77 Aa
V6	10492,99 Ab	8260,88 Ca
V9	9835,06 Ba	9651,14 Ba
V12	8715,29 Ca	7776,69 Cb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Estimativa das taxas de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho

Isabel Lago⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Josana Andreia Langner⁽³⁾; Lúcio Gabriel Scheffel⁽⁴⁾; Anderson Haas Poersch⁽⁵⁾; Angelica Durigon⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS. E-mail: isalago08@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, UFSM. ⁽³⁾ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFSM. ⁽⁴⁾ Aluno de Graduação em Agronomia, UFSM, Bolsista FIPE; ⁽⁵⁾ Aluno de Graduação em Meteorologia, UFSM, Bolsista FIPE; ⁽⁶⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, UFSM.

RESUMO: O uso de modelos para estudos com culturas agrícolas tem se tornado uma ferramenta cada vez mais utilizada, porém, para serem usados estes precisam ser calibrados para a cultura e o local de interesse do estudo. O objetivo deste trabalho foi obter as taxas máximas para a emissão de folhas totais e para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva de cultivares crioulas e melhoradas de milho para o modelo de Wang e Engel (WE). As cultivares utilizadas foram duas crioulas, ‘Cinquentinha’ e ‘Bico-de-Ouro’, e duas melhoradas, a VPA ‘BRS Planalto’ e o híbrido simples ‘AS 1573PRO’. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. A taxa máxima para emissão de folhas totais (TAF_{max}), foi obtida com dados coletados na semeadura de 04/11/2013 para as cultivares Cinquentinha, ‘Bico de ouro’ e ‘AS 1573PRO’. Para a cultivar ‘BRS Planalto’ a TAF_{max} foi obtida com dados da semeadura de 13/12/2014. Essa data também foi usada para obter a taxa máxima de desenvolvimento dos estágios (r_{max}). As TAF_{max} não diferiram significativamente entre as cultivares de milho, indicando que há similaridade na emissão de folhas dessas cultivares. Os valores de r_{max} dos estágios diferiram entre as cultivares de acordo com seu ciclo de desenvolvimento, variando de 0,2400 a 0,3411 dia^{-1} para a fase de emergência, de 0,0213 a 0,0234 dia^{-1} para a fase vegetativa e de 0,0254 a 0,0298 dia^{-1} para a fase reprodutiva.

Termos de indexação: *Zea mays* L., simulação, estágios de desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O milho é um cereal que devido as suas características particulares de composição química e elevado valor nutritivo, principalmente alto teor de carboidratos (como o amido), lipídeos, proteínas e sais minerais possui diversas finalidades, que

incluem a industrialização, alimentação humana e animal (Oliveira et al., 2014). Em relação à variabilidade genética que possuem, as cultivares de milho podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), e que geralmente são denominadas “crioulas”, ou como cultivares melhoradas, que além de VPA incluem também os híbridos (Morris et al., 2003).

A influência da temperatura do ar sobre o desenvolvimento do milho é adequadamente representada por modelos não lineares que empregam funções multiplicativas, como o modelo de Wang e Engel (Wang & Engel, 1998). No modelo de Wang e Engel (WE) a função de resposta à temperatura do ar é não linear e descrita por uma função beta, que varia de zero a um, e seus coeficientes (TAF_{max} , r_{max} , T_b , T_{ot} e T_B) possuem significado biológico e definição operacional (podem ser estimados ou medidos) (Wang & Engel, 1998). As temperaturas cardinais [temperatura basal inferior (T_b), temperatura ótima (T_{ot}) e temperatura basal superior (T_B)] representam a faixa de temperatura do ar em que ocorre o desenvolvimento da planta, abaixo da T_b ou acima da T_B é considerado que o desenvolvimento é nulo, e quando a temperatura do ar é igual à T_{ot} da cultura, ocorre o máximo desenvolvimento. O máximo desenvolvimento é representado pelos coeficientes TAF_{max} e r_{max} . O objetivo deste trabalho foi obter as taxas máximas para a emissão de folhas totais e para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva de cultivares crioulas e melhoradas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para obter as taxas máximas são provenientes de experimentos conduzidos em campo com a cultura do milho, no Departamento de

Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95 m). O solo do local é classificado como uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico Argilúvico típico). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A correção do solo e a adubação foram realizadas conforme indicações para a cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada Irrigação suplementar por gotejamento para propiciar o crescimento das plantas sem deficiência hídrica. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada uma composta por cinco linhas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. Foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e duas melhoradas, uma do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Planalto' e uma híbrida 'AS 1573PRO'. Para obter a Taxa máxima para emissão de folhas (TAF_{max}) das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico-de-ouro' e 'AS 1573PRO' foram utilizados os dados da data de semeadura 04/11/2013. Para obter a TAF_{max} da cultivar 'BRS Planalto', e os valores da taxa máxima de desenvolvimento (r_{max}) de cada estágio, de todas as cultivares, foram utilizados os dados da semeadura de 13/12/2014.

Nas três linhas centrais de cada parcela foram marcadas 45 plantas nas cultivares crioulas, devido a sua maior variabilidade genética, e 15 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. Nestas plantas marcadas, semanalmente, foi contado o número de folhas totais (NFT, folhas pl^{-1}) a partir do momento em que o dossel estava estabelecido, quando as plantas tinham em média quatro folhas, até as plantas emitirem a folha bandeira. Para a contagem foi considerada uma folha quando a ponta estava visível no cartucho (Streck et al., 2009b).

A data de emergência (EM) foi considerada quando 50% ou mais das plântulas da parcela estavam visíveis acima do nível do solo. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6). O R1 foi quando 50% ou mais das plantas de cada parcela estavam com os estigmas visíveis na espiga (Ritchie et al., 1993). O R6 nas plantas das cultivares crioulas foi considerado quando a folha da base da espiga estava 100% seca, e, nas melhoradas, quando a palha que

recobria a espiga estava 100% seca, através da visualização da senescência total. Essa associação foi verificada em plantas da bordadura que foram coletadas para observar a ocorrência do aparecimento da camada escura no grão.

Para as estimativas, o ciclo foi dividido em três fases (Ritchie et al., 1993; Streck et al., 2008; 2009): fase de emergência, da semeadura (SE) até a emergência (EM); fase vegetativa, da emergência (EM) até o espigamento (R1); fase reprodutiva, do espigamento (R1) até a maturidade fisiológica (R6). Assim, foram estimados os coeficientes r_{max} para a fase de emergência ($r_{max,e}$), vegetativa ($r_{max,v}$) e reprodutiva ($r_{max,r}$).

As temperaturas cardinais para emissão de folhas foram assumidas como sendo $T_b = 8\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ot} = 31\text{ }^\circ\text{C}$ e $T_B = 44\text{ }^\circ\text{C}$ (Streck et al., 2009). As temperaturas cardinais para a fase de emergência foram assumidas como sendo $T_b = 10,0\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ot} = 29,3\text{ }^\circ\text{C}$ e $T_B = 40,2\text{ }^\circ\text{C}$, e para as fases vegetativa e reprodutiva foram $T_b = 6,2\text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ot} = 30,8\text{ }^\circ\text{C}$ e $T_B = 42,0\text{ }^\circ\text{C}$ (Sánchez et al., 2014). Os coeficientes TAF_{max} e r_{max} ($r_{max,e}$, $r_{max,v}$ e $r_{max,r}$) foram estimados pelo método dos mínimos quadrados, que minimiza os resíduos entre valores observados e simulados (Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de TAF_{max} não diferiram significativamente entre as cultivares de milho (**Tabela** Erro! Indicador não definido.), indicando que há similaridade na velocidade de emissão de folhas nessas cultivares. Apesar de não ter havido diferença significativa entre os coeficientes, é recomendado usar no modelo os valores calibrados para cada cultivar, pois estes são coeficientes genéticos específicos. Os valores das TAF_{max} estimadas para estas cultivares estão dentro da faixa de valores observados para a emissão de folhas totais da VPA de milho 'BRS Missões', 0,626 folhas dia^{-1} (Streck et al., 2009).

Tabela 1. Valores das taxas de aparecimento de folhas máxima (TAF_{max} , folhas dia^{-1}) das cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO'. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão da média.

Cultivar	TAF_{max} (folhas dia^{-1})
'Cinquentinha'	0,587 ($\pm 0,016$) ^{ns}
'Bico de ouro'	0,616 ($\pm 0,024$)
'BRS Planalto'	0,618 ($\pm 0,012$)

'AS 1573PRO' 0,602 (± 0,027)

CV (%) 3,32

ns = valores não diferem significativamente.
CV= coeficiente de variação.

Os valores das taxas $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ diferiram significativamente, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para a fase de emergência os valores das taxas $r_{\max,e}$ foram similares entre as cultivares, com apenas a 'Cinquentinha' e 'AS 1573PRO' diferindo significativamente (**Tabela 2**). A cultivar 'AS 1573PRO' apresentou a maior taxa $r_{\max,e}$ (0,3411 dia^{-1}), o que indica que a emergência ocorre primeiro para essa cultivar, e o contrário ocorre com a cultivar 'Cinquentinha' que apresentou menor $r_{\max,e}$ (0,2400 dia^{-1}). Para a fase vegetativa os valores das taxas $r_{\max,v}$ foram semelhantes nas cultivares 'Cinquentinha' e 'BRS Planalto', e a cultivar 'Bico de ouro' não diferiu da 'AS 1573PRO', que também não diferiu da 'BRS Planalto' (**Tabela 2**). A cultivar 'Cinquentinha' apresentou maior valor de $r_{\max,v}$ (0,0234 dia^{-1}), enquanto que a cultivar 'Bico de ouro' apresentou o menor valor de $r_{\max,v}$ (0,0213 dia^{-1}). Para a fase reprodutiva observou-se semelhança nos valores de $r_{\max,r}$ nas cultivares 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO', que também é semelhante ao da cultivar 'Cinquentinha' (**Tabela 2**). A cultivar 'BRS Planalto' apresentou maior valor de $r_{\max,r}$ (0,0298 dia^{-1}) e a 'Bico de ouro' apresentou o menor valor (0,0254 dia^{-1}). Um maior valor de r_{\max} indica maior precocidade em completar uma determinada fase de desenvolvimento, e o oposto ocorre para um menor r_{\max} , que evidencia maior duração da fase de desenvolvimento.

Em estudo realizado com a cultivar melhorada 'BRS Missões', as taxas máximas para as fases de desenvolvimento de EM-R1 e R1-R6 foram estimadas (Streck et al., 2008). Os autores encontraram valores maiores para $r_{\max,v}$ (0,0254 dia^{-1}) em relação aos valores encontrados nesse estudo (**Tabela 2**), indicando que a BRS Missões possui maior precocidade para a fase EM-R1. Para a fase R1-R6 foi encontrado valor de $r_{\max,r}$ (0,0289 dia^{-1}) intermediário em relação as cultivares estudadas, sendo mais próximo das cultivares melhoradas 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO' (**Tabela 2**), o que pode indicar que estas cultivares possuem similaridade na duração da fase.

CONCLUSÕES

Os valores de TAF_{\max} indicam similaridade na velocidade emissão de folhas entre as cultivares crioulas e melhoradas de milho.

As taxas máximas de desenvolvimento diário ($r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$) diferem de acordo com o ciclo de desenvolvimento das cultivares de milho estudadas.

Tabela 2. Valores de taxa máxima de desenvolvimento das fases de semeadura-emergência ($r_{\max,e}$), emergência-espigamento ($r_{\max,v}$) e espigamento-maturidade fisiológica ($r_{\max,r}$) das cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO'. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão da média.

Cultivar	$r_{\max,e}$ (dia^{-1})	$r_{\max,v}$ (dia^{-1})	$r_{\max,r}$ (dia^{-1})
'Cinquentinha'	0,2400 (± 0,0147) b	0,0234 (± 0,0005) a	0,0264 (± 0,0014) bc
'Bico de ouro'	0,2723 (± 0,0287) ab	0,0213 (± 0,0004) c	0,0254 (± 0,0004) c
'BRS Planalto'	0,3067 (± 0,0572) ab	0,0229 (± 0,0006) ab	0,0298 (± 0,0010) a
'AS 1573PRO'	0,3411 (± 0,0506) a	0,0223 (± 0,0006) bc	0,0282 (± 0,0012) ab
CV (%)	14,3	2,31	3,96

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

REFERÊNCIAS

- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- ERPEN, L. et al. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1230-1238, 2013.
- MORRIS, M. et al. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GULLIN, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity**: The impact of international agricultural
- OLIVEIRA, D. E. C. de.; SANTOS, M. N. S. dos.; RUFATTO, S. Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar P3646 submetidos a diferentes condições de ar e secagem. **Nativa, Sinop**, v.02, n.03, p.162-165, 2014.
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SÁNCHEZ, B. et al. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. **Global Change Biology**, v.20, p. 408-417, 2014.
- STRECK, N.A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.449-455, abr. 2008.
- STRECK, N.A. et al. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and developmental stages in maize based on air temperature. **Ciência Rural**, v.39, p.642-648, 2009.
- WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. **Agricultural Systems**, v.58, p.1-24, 1998.

Interferência do déficit hídrico na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos de milho contrastantes à seca.

Thaís Melo da Fonseca⁽¹⁾; **Carlos César Gomes Junior**⁽²⁾ **Paulo César Magalhães**⁽³⁾; **Wander Lauro do Amaral**⁽⁴⁾ **Claudia Tochetto**⁽⁵⁾ **Cristiele Pereira de Souza**⁽⁶⁾.

- (1) Estudante de graduação e bolsista da Fapemig Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais; thaismfonseca@yahoo.com.br
- (2) Mestrando Universidade Federal de Alfenas. UNIFAL-MG
- (3) Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; paulo.magalhaes@embrapa.br
- (4) Estudante de graduação Universidade Federal de São João del-Rey / Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas; Minas Gerais
- (5) Mestranda da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/ *Campus* Marechal Cândido Rondon
- (6) Técnica em química/ Escola técnica Sete Lagoas

RESUMO:

O cultivo de milho no Brasil na sua maioria tem acontecido na safrinha, onde várias regiões como centro-oeste e sudeste tem passado por veranicos intensos. Plantas com deficiência hídrica comumente induzem a acumulação de açúcares nos primeiros dias de estresse, com objetivo de aumentar o seu potencial osmótico, permitindo o aumento da turgescência, visando uma osmoproteção. O presente trabalho teve como objetivo demonstrar as interferências diretas nas características fisiológicas, destacando-se o conteúdo de sólidos solúveis de quatro genótipos de milho contrastantes a seca. O experimento ocorreu nos meses abril a agosto de 2015 no município de Janaúba-MG. Na fase de pré-floração as plantas passaram por um período de estresse de 25 dias, quando analisados o teor de clorofila, fluorescência da clorofila, área foliar e acúmulo de sólidos solúveis presentes no colmo. Na realizou-se novamente a extração de sólidos solúveis e colheu-se os grãos para pesagem. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas nos teores de açúcar entre os genótipos tolerantes e sensíveis, no pré-florescimento e na colheita. Não se observou também variações no teor de clorofila entre estes genótipos.

Termos de indexação: Açúcares solúveis, déficit hídrico, produtividade de milho.

INTRODUÇÃO

A produtividade do milho (*Zea mays. L*) é determinada pela disponibilidade de fotoassimilados que é convergida para o enchimento dos grãos (Magalhães e Jones 1990). Conhecer o momento em que a planta disponibiliza carboidratos, como fonte aos grãos, e as condições edafoclimáticas necessárias para que ocorra esse processo, poderá auxiliar no manejo da cultura durante veranicos ou irrigação programada.

A produção brasileira de grãos, destacando-se o milho, depende na sua maior parte de precipitação pluviométrica. As regiões com baixa incidência ou que sofrem por irregularidade de chuvas, em boa parte das safras tem sua produtividade afetada (Menezes et al 2015). Dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) mostram que houve uma redução de 3,1%, na safra de 2015/2016 devido ao estresse hídrico.

No entanto, é importante ressaltar que, deficiência hídrica irá comprometer a produção do milho de acordo com sua intensidade, duração, estágio fenológico e material genético (Souza et al.,

2012). E de acordo com Segundo Bergamaschi et al. (2004) poderá haver redução de produtividade do milho mesmo em anos climaticamente favoráveis, desde que o déficit hídrico ocorra no período crítico, ou seja, da pré-floração ao início de enchimento de grãos.

Uma resposta comum proveniente de plantas estressadas, é a indução e a acumulação de osmolitos, tais como prolina, polióis e açúcares, a fim de aumentar a seu potencial osmótico. Este fato propõe-se a conferir um grau de osmoproteção durante períodos de estresse abiótico por via de estabilização de estruturas subcelulares (Fillipou 2011).

Análises de carboidratos nos colmos da planta podem mostrar uma relação entre translocação e mobilização de fotoassimilados durante crescimento, podendo vir a fornecer informação acerca da limitação da fonte na planta (Magalhães e Jones 1990). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi demonstrar as interferências diretas que o déficit hídrico pode vir a causar na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos contrastantes a seca DKB 390, BRS 1055 (tolerantes) e BRS1010, 2B710 (sensíveis).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na estação experimental do Gorutuba em Janaúba, Minas Gerais (15°47' S, 43°18' W e 516 m de altitude) durante os meses de Abril a Agosto de 2015.

O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e siltoso e as adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo recomendação para o sorgo no Estado de Minas Gerais.

Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se quatro genótipos de milho comercial, sendo dois tolerantes ao estresse hídrico (DKB 390 e BRS 1055) e dois sensíveis (BRS1010 e 2B710) classificação dada de acordo com o fabricante.

O experimento foi distribuído em 32 parcelas de 5x3,2 m, onde os genótipos foram distribuídos

aleatoriamente, com bordadura de 2m perfazendo uma área total de 16 m² por parcela.

Os genótipos foram expostos a irrigação conforme a demanda hídrica necessária para seu desenvolvimento. No estágio de florescimento metade do número de parcelas teve sua irrigação suspensa durante 25 dias.

O teor de água no solo foi monitorado diariamente por um sensor de umidade Watermark (tensiômetro), nos períodos de 09 e 15 horas.

Avaliações Fisiológicas

Ao final do período de imposição do estresse hídrico foram avaliados: o teor de clorofila, área foliar, a relação Fv/ Fm, açúcares solúveis na pré-floração e colheita e peso de grãos.

O teor de clorofila foi medido através de um clorofilômetro portátil Soil plant analysis development (SPAD) (Minolta SPAD 502 Osaka, Japan).

A condutância estomática foi medida utilizando um leitor de condutância estomática portátil Leaf Porometer (Decagon Pullman USA).

A fluorescência da clorofila por um fluorímetro portátil Pocket PEA chlorophyll fluorimeter (Hansatech United Kingdom), na qual se dá a relação Fv/ Fm.

A área foliar foi feita por meio de um leitor de área foliar (LI-3100C, Nebraska, USA).

A extração de açúcar (Sólidos solúveis) foi realizada de acordo com a metodologia de (Jones et all, 1981)

Delineamento e análise estatística

Os tratamentos foram analisados em blocos casualizados, com quatro genótipos de milho e as duas condições hídricas, totalizando oito tratamentos com quatro repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste scott-knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que o teor de clorofila (**Tabela 1**) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os genótipos sensíveis e tolerantes, quando expostos a condições de irrigação e estresse hídrico.

Observa-se também que não há diferenças estatisticamente diferentes entre os genótipos para área foliar, fato que pode vir a ser justificado pelo

estádio vegetativo em que os tratamentos foram introduzidos. O estresse hídrico no florescimento deverá afetar o desenvolvimento do óvulo, espiga e pendão (Magalhaes e Durães), enquanto a área foliar estará formada para produção de fotoassimilados dos futuros grãos.

Para avaliações de danos no fotossistema II (Fluorescência da clorofila) utilizou-se a relação Fv/Fm, pela qual é possível observar que não houve grandes diferenças entre os tratamentos, visto que valores acima de 0,70 demonstra que as plantas não sofreram danos ao fotossistema II.

Tabela 1: Médias de teores de clorofila, condutância estomática, fluorescência da clorofila. Janaúba-MG, 2015

	Teor de clorofila (U spad)	Área foliar (cm ²)	Relação Fv/ Fm
¹ BRS 1010 IRN	48,07 a	4732,33 a	0,68 ab
¹ BRS1010 EST	51,19 a	3920,98 a	0,72 a
¹ 2B710 IRN	47,19 a	4578,85 a	0,75 a
¹ 2B710 EST	49,43 a	4201,76 a	0,75 a
² DKB390 IRN	47,43 a	4588,15 a	0,69 ab
² DKB390 EST	49,32 a	4381,37 a	0,74 a
² BRS1055 IRN	52,73 a	4103,39 a	0,76 a
² BRS1055 EST	48,00 a	4396,32 a	0,70 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott

- 1 Genótipos sensíveis a déficit hídrico.
2 Genótipos tolerantes a déficit hídrico.

Os teores de açúcares solúveis totais presentes nos colmos são mostrados na Tabela 2. Nota-se que, nos períodos de pré-floração houve um acúmulo de carboidratos, resultado encontrado também por Pimentel (1999). Como esperado durante a colheita, na segunda análise observa-se um grande declínio em relação aos teores de açúcares solúveis em todas as cultivares e tratamentos utilizados, mostrando que estes foram consumidos durante o enchimento de grãos, fato já encontrados na literatura (Pimentel 1999), (J. Amer 2010) e (Magalhaes e Jones 1990). De acordo com Tollenaar (1977) a capacidade de atrair fotoassimilados, e carboidratos também declina durante o período final de enchimento de grãos.

Os genótipos tolerantes, estressado, apresentaram maior média de peso de grãos, quando comparado aos sensíveis estressados. Em condições normais de irrigação não observou-se diferenças entre os genótipos para essa variável.

Tabela 2: Concentração de sólidos solúveis antes da floração e na colheita e peso de grãos, Janaúba- MG, 2015

	Açúcar pré-floração (mg de glicose g ⁻¹ . MS)	Açúcar colheita (mg de glicose g ⁻¹ . MS)	Peso de grãos (Kg. Ha ⁻¹)
¹ BRS 1010 IRN	16,26 a	0,38 a	7245 a
¹ BRS1010 EST	17,51 a	0,49 a	2435 c
¹ 2B710 IRN	16,42 a	0,28 a	6485 a
¹ 2B710 EST	18,27 a	0,35 a	2915 c
² DKB390 IRN	15,16 a	0,28 a	8533 a
² DKB390 EST	13,72 a	0,36 a	4940 b
² BRS1055 IRN	16,74 a	0,46 a	7435 a
² BRS1055 EST	16,98 a	0,40 a	4375 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste de Scott-Knott

- 1 Genótipos sensíveis a déficit hídrico.
2 Genótipos tolerantes a déficit hídrico.

CONCLUSÕES

Os teores de açúcares solúveis totais foram iguais estatisticamente entre os tratamentos, possivelmente a concentração reduziu drasticamente por ter sido consumida durante o enchimento de grãos.

O genótipo tolerante BRS1055, sobre estresse hídrico, teve seus teores de clorofila, área foliar e açúcares na pré-floração e colheita superiores aos demais genótipos nessa condição, e consequentemente, seus pesos de grãos também foram superiores comparados.

AGRADECIMENTOS

A Fapemig, pelo apoio a pesquisa, e a Embrapa Milho e Sorgo.

REFERÊNCIAS

CONAB - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | Décimo levantamento - julho 2016 disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf

FILLIPOU. P, ANTONIOU C e FOTOPOULOS V. Effect of drought and rewatering on the cellular status and antioxidant response of *Medicago truncatula* plants. **Plant Signal Behav.** 2011 Feb;6(2):270-7. 2011

BERGAMASCHI H, DALMAGO G.A, COMIRAN F, BERGONCI J.I, MÜLLER A.G, FRANÇA S, SANTOS A.O, RADIN B, BIANCHI C.A.M E PEREIRA P.G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, fev. 2006

R. J. JONES, B. G. GENGENBACH E V. B. CARDWELL. Temperature effects on *in vitro* kernel development of maize. **Crop Sci** 21: 761-766. 1981

J.AMER, HUANG B, FRY J. Osmotic Potential, Sucrose Level, and Activity of Sucrose Metabolic Enzymes in Tall Fescue in Response to Deficit Irrigation. **Soc.Hort. Sci.** 135 (6): 506-510. 2010

MENEZES C.B, RIBEIRO A.S, TARDINI F.D, CARVALHO A.J, BASTOS E.A, CARDOSO M.J, PORTUGAL A.F, SILVA K.J, SANTOS V.C e ALMEIDA F.H.L Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de sorgo em ambientes com e sem restrição hídrica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 101-115, 2015

MAGALHÃES P.C e JONES R . Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesq. agropec.bras.**, Brasília, 25(12): 1755- 1761,dez. 1990

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. (EMBRAPA-CNPMS. **Circular Técnica**, 22). Sete Lagoas:, 2002. 23 p.

PIMENTEL C. Relações hídricas em dois híbridos de milhosob dois ciclos de deficiência hídrica. **pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.11, p.2021-2027, nov. 1999

TOLLENAAR. M Sink-source relationships during reproductive development in maize. **Maydica XXII**, 49-75, 1977



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

Modelagem do desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho

Josana Andreia Langner⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Isabel Lago⁽²⁾; Lúcio Gabriel Scheffel⁽⁴⁾; Anderson Haas Poersch⁽⁵⁾; Taís Slim⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS. E-mail: langnerja@gmail.com; ⁽²⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Aluno de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista FIPE; ⁽⁵⁾ Aluno de Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista FIPE; ⁽⁶⁾ Aluna de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: Um modelo matemático capaz de simular os estágios de desenvolvimento de cultivares de milho com diferente variabilidade genética é uma ferramenta útil para o meio científico, agricultores e extensionistas. O objetivo deste trabalho foi testar o desempenho do modelo de Wang e Engel (WE) para estimar os principais estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho em diferentes datas de semeadura. O modelo foi calibrado com dados coletados em experimento de campo semeado em 13/12/2014, e testado com dados de experimentos semeados em 20/08/2013, 04/11/2013, 03/02/2014, 15/08/2014 e 07/01/2015 em Santa Maria, RS. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. Foram registradas as datas de emergência (EM), espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6) de duas cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’ e duas melhoradas ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’. Conclui-se que o modelo WE estimou adequadamente os estágios de desenvolvimento (EM, R1 e R6) de cultivares crioulas e melhoradas de milho, com um erro médio geral de 3,7 dias.

Termos de indexação: *Zea mays* L., simulação, estágios de desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura que apresenta grande importância devido ao seu elevado potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, o que permite seu uso em diferentes setores, desde alimentação animal e humana ou mediante industrialização, até a produção de biocombustíveis. As cultivares de milho podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), ou como cultivares

melhoradas, que além de VPA incluem também os híbridos (Morris et al., 2003). As CLTCs são, geralmente, denominadas “crioulas” e possuem características de adaptação às condições locais de cultivo por meio da seleção natural, exercida por pressões de natureza biótica e abiótica, e artificial praticada pelos agricultores familiares (Berg, 2009). Já as cultivares melhoradas são aquelas obtidas em um programa formal de melhoramento genético, sendo comercializadas sob denominação registrada e/ou sob proteção intelectual (Viana, 2011).

Os modelos que estimam os estágios de desenvolvimento das culturas são ferramentas que podem ser usadas para auxiliar nas práticas de manejo, como a escolha da melhor data de semeadura para as plantas se desenvolverem em melhores condições ambientais, e também podem auxiliar na escolha de cultivares que melhor se adaptam em cada região (Alberto et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi testar o desempenho do modelo de Wang e Engel (WE) para estimar os principais estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho em diferentes datas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados neste estudo são provenientes de experimentos conduzidos em campo, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude: 29° 43’S, longitude: 53° 43’W e altitude: 95 m). Os experimentos foram realizados com a cultura do milho, em dois anos agrícolas: 2013/2014 e 2014/2015 em diferentes datas de semeadura. O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. A correção do solo e a adubação foram realizadas

conforme indicações da cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada Irrigação suplementar por gotejamento para evitar deficiência hídrica. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. No ano 2013/2014 foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e uma melhorada o híbrido 'AS 1573PRO' nas datas de semeadura 20/08/2013, 04/11/2013 e 03/02/2014. No ano 2014/2015 foi acrescentado a cultivar melhorada do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Planalto' nas datas de semeadura 15/08/2014, 13/12/2014, 07/01/2015. A data de 13/12/2014 foi usada para calibrar o modelo WE e as demais datas para avaliar seu desempenho.

A data de emergência (EM) foi considerada quando 50% ou mais das plântulas da parcela estavam visíveis acima do nível do solo. Nas parcelas com as cultivares crioulas foram marcadas 45 plantas devido a sua maior variabilidade genética, enquanto que nas melhoradas foram marcadas 15 plantas. As plantas marcadas foram utilizadas para determinar os estágios de espigamento (R1), quando 50% ou mais das plantas de cada parcela estavam com os estigmas visíveis na espiga (Ritchie et al., 1997), e a maturidade fisiológica (R6). O R6 nas plantas das cultivares crioulas foi considerado quando a folha da base da espiga estava 100% seca, e, nas melhoradas, quando a palha que recobria a espiga estava 100% seca, por meio da visualização da senescência total. Essa associação foi verificada em plantas da bordadura que foram destruídas para observar a ocorrência do aparecimento da camada escura no grão.

Para as estimativas, o ciclo foi dividido em três fases (Ritchie et al., 1993; Streck et al., 2008; 2009): fase de emergência, da semeadura (SE) até a emergência (EM); fase vegetativa, da emergência (EM) até o espigamento (R1); fase reprodutiva, do espigamento (R1) até a maturidade fisiológica (R6). O primeiro passo consistiu em calcular a taxa diária de desenvolvimento (r). O estágio de desenvolvimento (D_s) é obtido pelo acúmulo da taxa diária de desenvolvimento ($DS = \sum r$). O DS foi considerado -1,0 na semeadura e 0,0 na EM, 1,0 em R1 e 2,0 em R6 (Costa & Barros, 2001). As equações gerais do modelo para as fases são (Wang & Engel, 1998): emergência (SE-EM): $r = r_{\max,e} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}; vegetativa (EM-R1): $r = r_{\max,v} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}; e reprodutiva (R1-R6): $r = r_{\max,r} \cdot f(T)$ {dia⁻¹}. em que: $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ são as taxas máximas de desenvolvimento diário (dia⁻¹) para as fases de emergência, vegetativa e reprodutiva, respectivamente, e $f(T)$ é a função de resposta à

temperatura do ar, que varia de zero a um (Wang & Engel, 1998) e é igual a:

$$f(T) = \frac{2(T - T_b)^{\alpha} [(T_{ot} - T_b)]^{\alpha} - (T - T_b)^{2\alpha}}{(T_{ot} - T_b)^{2\alpha}}$$

quando $T_b \leq T \leq T_B$, e $f(T) = 0$ quando $T < T_b$ ou $T > T_B$, com:

$$\alpha = \ln(2) / \ln[(T_B - T_b) / (T_{ot} - T_b)]$$

em que: T_b , T_{ot} e T_B são as temperaturas cardinais (°C) (basal inferior, ótima e basal superior, respectivamente) de desenvolvimento do milho e T é a temperatura mínima ou máxima diária do ar (°C).

As temperaturas cardinais do milho para a fase de emergência foram assumidas como sendo $T_b = 10,0$ °C, $T_{ot} = 29,3$ °C e $T_B = 40,2$ °C, e para as fases vegetativa e reprodutiva foram $T_b = 6,2$ °C, $T_{ot} = 30,8$ °C e $T_B = 42,0$ °C (Sánchez et al., 2014). As taxas $r_{\max,e}$, $r_{\max,v}$ e $r_{\max,r}$ são dependentes do genótipo e foram estimadas com dados observados na semeadura de 13/12/2014 para todas as cultivares.

A avaliação do modelo foi realizada usando as estatísticas Raiz do quadrado médio do erro (RQME), Raiz do quadrado médio do erro normalizado (RQMEN), Índice BIAS e o Coeficiente de Correlação (r) (Loague & Green, 1991; Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso do modelo WE foi estimado, em dias após a semeadura, a data de ocorrência dos estágios de emergência (EM), espigamento (R1) e maturidade fisiológica (R6) para as quatro cultivares nas cinco datas de semeadura. Os resultados das estimativas foram comparados aos dados observados e estão representados na **Figura 1**. O modelo teve desempenho satisfatório com os valores estimados e observados próximos da linha 1:1, para os três estágios de desenvolvimento, tanto para as cultivares crioulas quanto para as melhoradas.

As estatísticas usadas confirmam o bom desempenho do modelo WE em estimar a data de ocorrência dos estágios EM, R1 e R6 (**Figura 1**). O índice BIAS foi próximo de zero e positivo (0,02), o que indica que o modelo apresentou pequena superestimava. A correlação entre os dados simulados e observados foi alta ($r = 0,99$). De acordo com a estatística RQME, houve erro médio de 3,7 dias para estimar os três estágios das cultivares de milho utilizadas. Em trabalho utilizando o modelo WE com a VPA 'BRS Missões' foi observado um RQME de 2,7 dias para R1 e 4,8 dias para R6, que na média representa 3,8 dias, erro próximo ao observado neste estudo (Streck et al., 2008; Streck et al., 2009). Um erro de estimativa de

3,7 dias pode ser considerado pequeno em relação ao ciclo das cultivares que varia de aproximadamente 123 a 154 dias da sementeira até a maturidade fisiológica. Com isso, pode-se considerar que o modelo WE apresenta desempenho satisfatório em estimar os estágios de desenvolvimento das cultivares de milho. Isto foi confirmado pelo resultado da estatística RQMEN que indicou um erro de 5,3 % na estimativa dos estágios de desenvolvimento (**Figura 1**).

CONCLUSÕES

O modelo Wang e Engel estima adequadamente os estágios de desenvolvimento de cultivares crioulas e melhoradas de milho.

REFERÊNCIAS

- COSTA, L.C.; BARROS, A.H.C. Desenvolvimento e teste de um modelo de simulação decrescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.75-82, 2001.
- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- ERPEN, L. et al. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1230-1238, 2013.
- LOAGUE, K.; GREEN, R.E., 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.7, p.51-73, 1991.
- MORRIS, M. et al. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GULLIN, D. **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural**
- RITCHIE, S.W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SÁNCHEZ, B. et al. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. **Global Change Biology**, v.20, p. 408-417, 2014.
- STRECK, N.A. et al. Simulating maize phenology as a function of air temperature with a linear and a nonlinear model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.449-455, abr. 2008.
- STRECK, N.A. et al. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and

developmental stages in maize based on air temperature. *Ciência Rural*, v.39, p.642-648, 2009.

WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. *Agricultural Systems*, v.58, p.1-24, 1998.

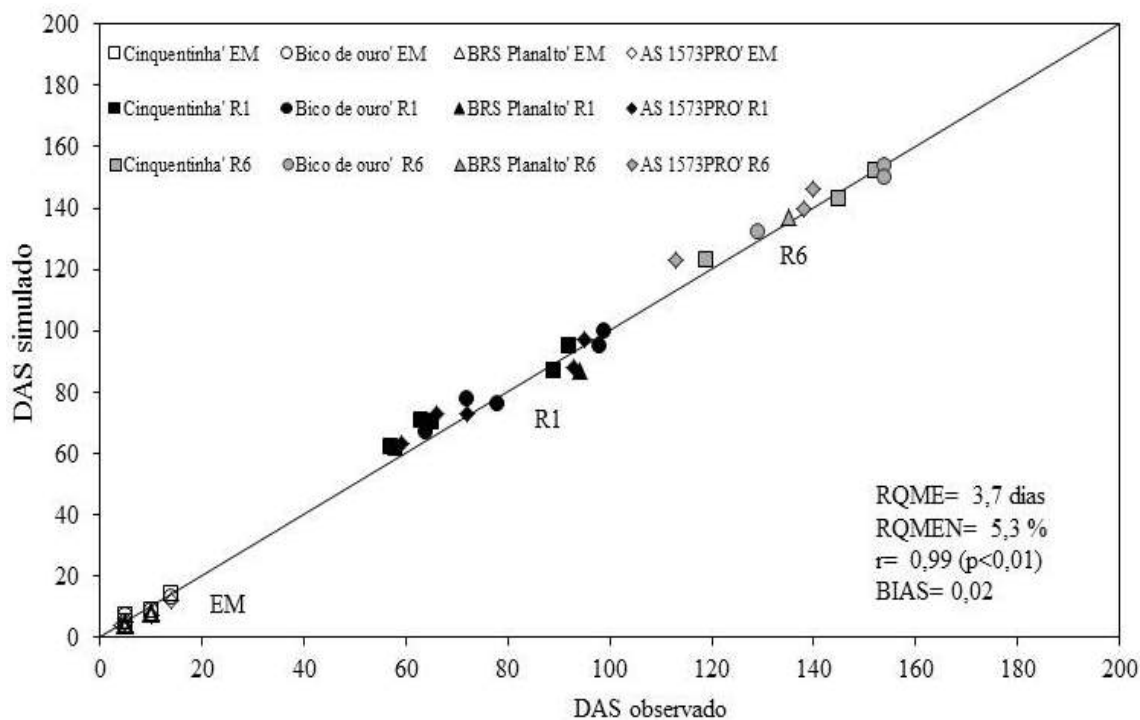


Figura 1. Dias após a sementeira (DAS) estimado com o modelo Wang e Engel e observado, para a emergência (EM), o espigamento (R1) e a maturidade fisiológica (R6), das cultivares 'Cinquentinha', 'Bico de ouro' e 'AS 1573PRO', nas datas de sementeira de 20/08/2013, 04/11/2013, 03/02/2014, 15/08/2014 e 07/01/2015, e 'BRS Planalto', nas datas de sementeira de 15/08/2014 e 07/01/2015, Santa Maria, RS, Brasil. RQME: raiz do quadrado médio do erro, RQMEN: raiz do quadrado médio do erro normalizado, r: Coeficiente de Correlação, BIAS: índice Bias.

Número Final de Folhas de Cultivares de Milho com Diferente Variabilidade Genética

Tais Slim⁽¹⁾; Nereu Augusto Streck⁽²⁾; Isabel Lago⁽³⁾; Josana Andréa Langner⁽⁴⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Aluna de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais; Santa Maria – RS; tais.slim@hotmail.com; ⁽²⁾ Orientador; Professor; Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Professora; Departamento de Fitotecnia; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGA; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGA; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria – RS.

RESUMO: O número de folhas acumuladas no colmo principal é um parâmetro de desenvolvimento vegetativo das espécies agrícolas, sendo que na cultura do milho está relacionado com o surgimento de estágios de desenvolvimento, expansão da área foliar e determina momentos para realizar práticas de manejo. O objetivo deste trabalho foi comparar o número final de folhas de cultivares de milho com diferente variabilidade genética nas condições de Santa Maria, RS. Dois experimentos foram conduzidos com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, espaçamento entre linhas de 0,90 m e entre plantas de 0,20 m. No ano agrícola 2013/2014 foram utilizadas duas cultivares crioulas, ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’, e duas melhoradas: o híbrido ‘AS 1573PRO’ e a cultivar melhorada do tipo variedade de polinização aberta (VPA) ‘BRS Missões’, semeadas em 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3). No ano 2014/2015 foram utilizadas as mesmas cultivares, com exceção da ‘BRS Missões’ que foi substituída pela ‘BRS Planalto’ e as datas de semeadura foram 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2) e 07/01/2015 (Época 3). O total de plantas avaliadas foi de 45 por parcela nas cultivares crioulas devido a sua maior variabilidade e de 5 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. Conclui-se que o número final de folhas varia entre cultivares e épocas de semeadura, resultado da interação entre planta e ambiente. Semeaduras mais cedo ou tardias em relação ao período recomendado (novembro-dezembro) apresentam menores valores de número final de folhas.

Termos de indexação: *Zea mays* L., emissão de folhas.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas de importância econômica mundial e se classifica como o grão mais produzido no mundo, sendo que desempenha importante papel econômico e social, devido à multiplicidade de utilizações, desde a alimentação humana e animal, fabricação de bioprodutos e até na obtenção de biocombustíveis.

As cultivares de milho, segundo sua variabilidade genética, podem ser classificadas como cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), geralmente denominadas “crioulas”, as quais são todas do tipo variedade de polinização aberta (VPA), ou como cultivares melhoradas, que além de VPA, incluem também os híbridos (Morris et al., 2003).

O desenvolvimento das plantas é definido por processos que incluem desde a diferenciação celular, a iniciação e aparecimento de órgãos, até a maturação quando a planta completa seu ciclo (Hodges, 1991; Wilhelm & Macmaster, 1995). A planta de milho tem seu desenvolvimento governado pela temperatura do ar (Coelho & Dale, 1980; Streck et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi comparar o número final de folhas de cultivares de milho com diferente variabilidade genética nas condições de Santa Maria, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de campo foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa, localizada na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com clima Cfa (subtropical úmido sem estação seca definida)

segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961). O solo do local é classificado como de transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Argissolo Bruno Acinzentado Alítico úmbrico) (Streck et al., 2008).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, cada uma constituída de cinco linhas medindo 5 m cada. O espaçamento foi de 0,90 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas, totalizando uma densidade de plantas de 5,5 pl m⁻². O total de plantas avaliadas foi de 45 por parcela nas cultivares crioulas devido a sua maior variabilidade e de 15 plantas por parcela nas cultivares melhoradas. As práticas de manejo foram realizadas de acordo com as exigências da cultura (CQFS-RS/SC, 2004). Foi realizada irrigação suplementar por gotejamento para evitar a deficiência hídrica.

Foram realizados experimentos em dois anos agrícolas, no ano 2013/2014 (Experimento 1) e ano agrícola 2014/2015 (Experimento 2). No Experimento 1 foram utilizadas duas cultivares crioulas, 'Cinquentinha' e 'Bico-de-ouro', e duas melhoradas, um híbrido simples 'AS 1573PRO' e a cultivar do tipo variedade de polinização aberta (VPA) 'BRS Missões', semeadas nas datas de 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3). No Experimento 2, as datas de semeadura foram 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2), 07/01/2015 (Época 3). A cultivar melhorada 'BRS Missões' foi substituída pela 'BRS Planalto'.

O número final de folhas nas plantas foi determinado quando estas emitiram a folha bandeira, momento no qual ocorre o pendoamento (estágio VT).

Para verificar se houve diferença do número final de folhas entre cultivares e épocas de semeadura, estas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa Sisvar (Ferreira, 2008) foi utilizado para a realização da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dois anos agrícolas, as plantas de milho foram expostas a diferentes condições de temperatura do ar, com temperaturas mais baixas no início dos anos agrícolas, em agosto, e com o avançar da primavera e início do verão, as temperaturas aumentaram gradativamente até atingir os valores máximos nos meses de verão

(Figura 1a e 1b). No Experimento 1, o menor valor de temperatura mínima do ar (T_{min}) foi 1,6 °C e o maior valor de temperatura máxima do ar (T_{max}) foi 40,0 °C. No Experimento 2, a elevação da temperatura do ar ocorreu já no início da primavera (setembro), e permanecendo elevada (temperatura máxima do ar acima de 25 °C) até o início do outono (março) (Figura 1b).

A variável número final de folhas (NFF) apresentou diferença significativa para a interação dupla cultivar x época de semeadura no Experimento 1 (Tabela 1). As letras minúsculas na linha comparam os valores de NFF das cultivares nas datas de semeadura. Nas épocas 1 e 2 a cultivar 'Bico de ouro' apresentou maior valor de NFF, seguido pelas cultivares 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO' que não diferiram, enquanto que a cultivar 'Cinquentinha' apresentou menor valor de NFF (Tabela 1). Na época 3 a cultivar 'Bico de ouro' novamente apresenta maior valor, enquanto que as demais não diferiram (Tabela 1). Na média geral a cultivar 'Bico de ouro' apresenta maior valor de NFF, 'BRS Missões' e 'AS 1573PRO' não diferem, e a 'Cinquentinha' apresenta menor valor (Tabela 1).

NFF da cultivar 'Cinquentinha' não diferiu entre as épocas de semeadura (Tabela 1). A cultivar 'Bico de ouro' apresenta maior valor de NFF nas épocas 1 e 2. A cultivar 'BRS Missões' apresentou maior valor de NFF na época 2 que não difere 1 e esta não difere da 3. A cultivar 'AS 1573PRO' não difere nas épocas 1 e 2, e apresenta menor valor na época 3 (Tabela 1). Na média geral verifica-se que nas épocas 1 e 2 os valores não diferem, e na época 3 é encontrado o menor valor de NFF (Tabela 1).

No Experimento 2 não foi verificada diferença significativa para a interação dupla cultivar x época de semeadura. Dentre as cultivares segue a mesma tendência do ano 1, com a 'Bico de ouro' apresentou maior valor de NFF, as cultivares 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO' não diferem, e 'Cinquentinha' apresenta menor valor (Tabela 1). Dentre as épocas, a 2 apresenta maior valor de NFF, seguida pela 3, e menor valor verificado na época 1 (Tabela 1).

CONCLUSÕES

O número final de folhas varia entre cultivares e épocas de semeadura resultado da interação entre planta e ambiente.

Semeaduras mais cedo ou tardias em relação ao período recomendado (novembro-dezembro)

apresentam menores valores de número final de folhas.

REFERÊNCIAS

- COELHO, D.T.; DALE, R.F. An energy-crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.503-510, 1980.
- CQFS-RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E DE FERTILIDADE DO SOLO). Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400 p.
- HODGES, T.F. **Predict crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46 p.
- MORRIS, M. L. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R. E.; GOLLIN, D. (Ed.). **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural research**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. Cap. 8, p. 135-158.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 2. ed. rev. e ampl., 222 p.
- STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WATER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M.; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.323-329, 2007.
- WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

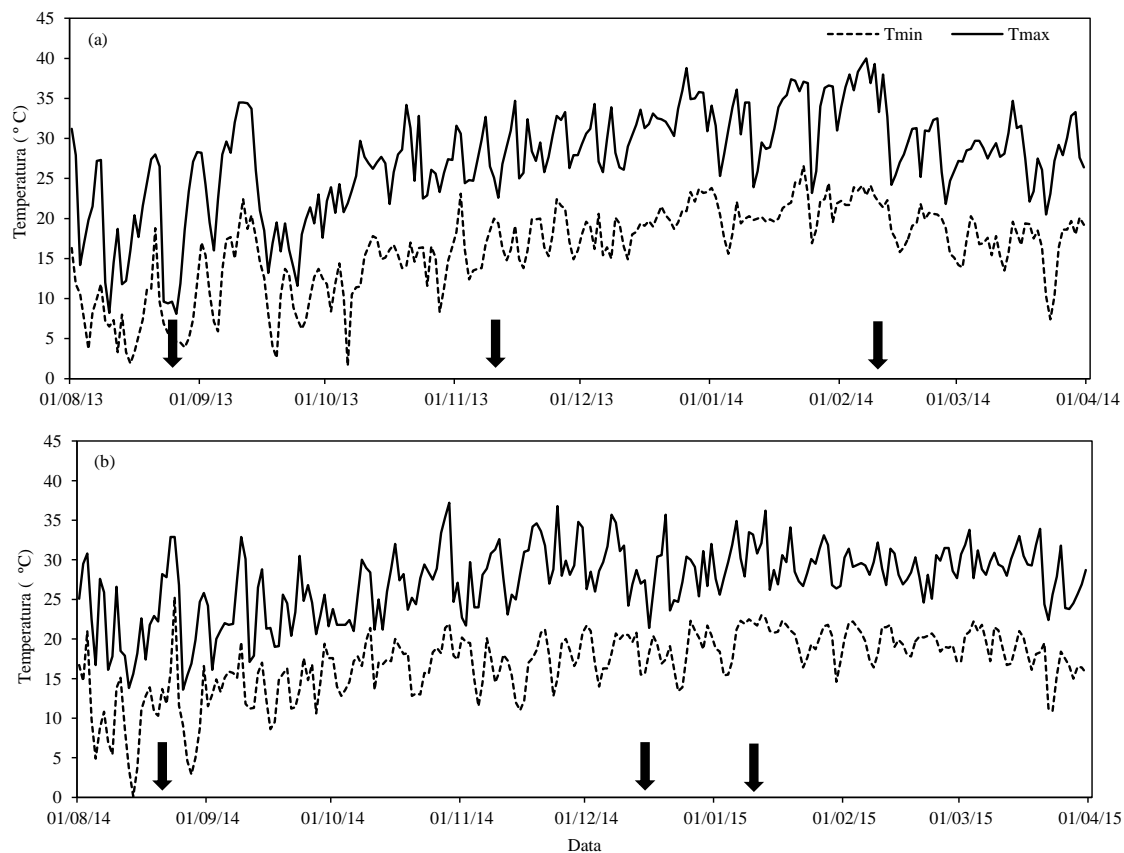


Figura 1. Variação diária da temperatura mínima (Tmin, °C) e máxima (Tmax, °C) do ar durante o ano agrícola 2013/2014, Experimento 1 (a), e ano agrícola 2014/2015, Experimento 2 (b), em Santa Maria, RS, Brasil. As setas indicam as datas de semeadura do milho.

Tabela 1. Número final de folhas(NFF) das cultivares de milho ‘Cinquentinha’, ‘Bico de ouro’, ‘BRS Planalto’ e ‘AS 1573PRO’ em diferentes de semeadura no ano agrícola 2014/2015 (A) 20/08/2013 (Época 1), 04/11/2013 (Época 2) e 03/02/2014 (Época 3), ano 2014/2015 15/08/2014 (Época 1), 13/12/2014 (Época 2), 07/01/2015 (Época 3), nas condições de Santa Maria, RS.

Época	Cultivares				
	Ano agrícola 2013/2014				
	‘Cinquentinha’	‘Bico de ouro’	‘BRS Missões’	‘AS 1573PRO’	Média das épocas
1	20,0 cA	23,2 aA	21,1 bAB	21,6 bA	21,5 A
2	20,3 cA	23,5 aA	21,3 bA	21,6 bA	21,7 A
3	19,6 bA	22,4 aB	20,5 bB	20,0 bB	20,7 B
Média das cultivares	20,0 c	23,0 a	21,0 b	21,0 b	
Época	Ano agrícola 2014/2015				
	‘Cinquentinha’	‘Bico de ouro’	‘BRS Planalto’	‘AS 1573PRO’	Média das épocas
	1	19,7 ^{ns}	22,5	20,2	20,2
2	20,6	23,4	21,9	21,9	21,9 A
3	20,3	23,0	21,0	21,1	21,4 B
Média das cultivares	20,1 c	23,0 a	21,1 b	21,1 b	

^{ns} - Não significativo pelo teste Tukey a 5%. Letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Simulação do Número de Folhas de Cultivares Crioulas e Melhoradas de Milho com Modelos Agrícolas

Nereu Augusto Streck⁽¹⁾; Josana Andrea Langner⁽²⁾; Stefanía Dalmolin da Silva⁽³⁾; Angélica Durigon⁽⁴⁾; Isabel Lago⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS (nstreck2@yahoo.com.br); ⁽²⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽³⁾ Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁴⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS; ⁽⁵⁾ Professora, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria – RS

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar a simulação da emissão de folhas de cultivares crioulas e melhoradas de milho realizada pelos modelos CSM-CERES-Maize (modelo linear), e Wang e Engel (modelo não linear). Foram realizados dois experimentos nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, com delineamento de blocos ao acaso. Os coeficientes dos modelos foram calibrados a partir de um conjunto de dados de número de folhas totais de plantas, coletados na data semeadura de 04/11/2013, do ano 2013/14, para as cultivares crioulas ‘Cinquentinha’ e ‘Bico de ouro’ e o híbrido simples ‘AS 1573PRO’. Para a variedade de polinização aberta melhorada ‘BRS Planalto’, os coeficientes foram estimados com dados da semeadura de 13/12/2014, do ano 2014/15. A avaliação dos modelos foi realizada com dados independentes das datas de semeaduras dos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015 em Santa Maria, RS, Brasil. A melhor estimativa do número total de folhas, tanto para cultivares crioulas como melhoradas, foi obtida com o modelo Wang e Engel. A raiz do quadrado médio do erro do modelo Wang e Engel foi de 1,0 folha, em comparação com o modelo linear CSM-Ceres-Maize, em que a raiz do quadrado médio do erro foi de 1,5 folha.

Termos de indexação: ciclo de desenvolvimento, *Zea mays* L., modelagem das culturas

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem importante papel socioeconômico devido a sua variedade de utilizações, tanto na alimentação humana e animal, quanto na indústria. Considerando sua variabilidade genética, as cultivares de milho podem ser agrupadas em cultivares locais, tradicionais ou crioulas (CLTCs), todas do tipo variedades de

polinização aberta (VPA), e em cultivares melhoradas, que incluem VPAs e híbridos (Morris et al., 2003).

O número de folhas é uma importante variável, que está relacionada com o surgimento de estágios de desenvolvimento, com a expansão da área foliar e algumas práticas de manejo (Streck et al., 2009a).

A modelagem das culturas agrícolas é uma ferramenta que descreve, a partir de equações matemáticas, o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Quando o modelo está com parâmetros genéticos devidamente calibrados e testados para as condições de estudo, pode auxiliar na tomada de decisão de práticas de manejo (Streck et al., 2003), e na compreensão da resposta das culturas à variabilidade climática e mudança climática (Streck & Alberto, 2006; Streck et al., 2008; Streck et al., 2012).

Os modelos agrícolas de desenvolvimento de plantas podem ser separados em lineares e não lineares, ambos em função da temperatura do ar, porém com respostas distintas. Um exemplo de modelo linear é o modelo CSM-Ceres-Maize (Jones & Kiniry, 1986), e um modelo não linear é o Wang & Engel (Wang & Engel, 1998).

O objetivo deste trabalho foi comparar a simulação de emissão de folhas totais de cultivares crioulas e melhoradas de milho realizadas pelos modelos CSM-Ceres-Maize (linear) e Wang e Engel (não linear).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015, em Santa Maria, RS, Brasil. O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico

Argilúvico típico) (Streck, E. V., et al., 2008). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida, segundo a classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, cada uma composta por cinco linhas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,90 m, e entre plantas de 0,20 m (densidade de 5,5 pl m⁻²). Informações de preparo do solo, adubação, irrigação, etc.?

No experimento do ano 13/14, as datas de semeadura foram 20/08/2013, 04/11/2013 e 03/02/2014, enquanto que no experimento do ano 14/15 as datas de semeaduras foram 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015. No experimento do ano 13/14 foram utilizadas duas cultivares crioulas, a 'Cinquentina' (ciclo Precoce) e a 'Bico-de-ouro' (ciclo Tardio), e um híbrido simples, 'AS 1573PRO' (ciclo Precoce). No experimento do ano 14/15 foram utilizadas as mesmas cultivares crioulas e o híbrido, porém a cultivar VPA 'BRS Missões' foi substituída pela VPA 'BRS Planalto' (ciclo Precoce). Foram avaliadas 45 plantas nas cultivares crioulas, devido a sua maior variabilidade genética, e 15 plantas nas cultivares melhoradas. Nestas, semanalmente, foi contado o número de folhas totais (NFT, folhas pl⁻¹) (a partir de que momento/estágio da planta? Até que momento? Qual critério?).

Os dados diários de temperatura mínima (Tmin, °C) e máxima (Tmax, °C) do ar foram coletados na estação automática do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (DISME/INMET), localizada próxima da área experimental.

No modelo CSM-Ceres-Maize, o número de folhas totais (NFT, folhas pl⁻¹), foi calculado por:

$$NFT = STa / FILO \quad (1)$$

em que: STa é a soma térmica acumulada durante o período de emissão de folhas (°C dia) e FILO é o filocrono (°C dia folha⁻¹).

A soma térmica acumulada (STa, °C dia) foi calculada por:

$$STa = \sum STd \quad (2)$$

em que: STd é a soma térmica em um dia (°C dia). A soma térmica diária (STd) utilizada foi a calculada pelo modelo CSM-Ceres-Maize (Jones & Kiniry, 1986).

No modelo Wang & Engel, o NFT foi calculado por (Wang & Engel, 1998, Streck et al., 2009a):

$$NFT = \sum TAF \quad (3)$$

em que: TAF é a taxa de aparecimento de folhas em um dia (folha dia⁻¹). A TAF foi calculada por:

$$TAF = TAFmax \cdot f(T) \quad (4)$$

em que: f(T) é a função de resposta à temperatura do ar. A f(T) é uma função beta que varia de zero a um (Wang & Engel, 1998):

$$f(T) = \frac{[2(T - T_b)]^\alpha [(T_{ot} - T_b)]^\alpha - (T - T_b)^{2\alpha}}{(T_{ot} - T_b)^{2\alpha}}$$

quando $T_b \leq T \leq T_B$, e igual a $f(T) = 0$ quando $T < T_b$ ou $T > T_B$, com:

$$\alpha = \ln(2) / \ln[(T_B - T_b) / (T_{ot} - T_b)]$$

em que: T_b, T_{ot} e T_B são as temperaturas cardinais para a cultura o milho (basal inferior, ótima e basal superior), e T representa as temperaturas mínima e máxima diárias do ar.

As temperaturas cardinais do milho no modelo CSM-Ceres-Maize e WE foram T_b=8°C, T_{ot}=31°C e T_B=44°C (Jones & Kiniry, 1986; Streck et al., 2009b). Os coeficientes filocrono e TAF_{max} são dependentes do genótipo e foram estimados com dados do NFT observados nas cultivares 'Cinquentina', 'Bico de ouro' e 'AS 1573PRO' na semeadura de 04/11/2013. Para a cultivar 'BRS Planalto', a estimativa destes coeficientes foi obtida a partir de dados observados na data de semeadura 13/12/2014. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NFT e STa (Streck et al., 2009b). A TAF_{max} foi estimada pelo método dos mínimos quadrados, que minimiza os resíduos entre valores observados e simulados do NFT (Erpen et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** encontra-se o NFT para as épocas de semeadura e cultivares. Os valores das estatísticas calculadas para todas as cultivares em todas as datas de semeadura confirmam o melhor desempenho do modelo WE em simular a emissão de folhas em milho (**Figura 1B**). A RQME foi menor com o modelo de WE (1,0 folha) (**Figura 1B**), comparado com o modelo CSM-Ceres-Maize (1,5 folha) (**Figura 1A**), resultado próximo ao encontrado para a VPA 'BRS Missões' quando o RQME foi 0,8 folha para o WE e 1,29 folha para o CSM-Ceres-Maize (Streck et al., 2010).

Os valores negativos da estatística BIAS iguais a -0,12 para o CSM-Ceres-Maize e -0,01 para o WE indicam que, de maneira geral, os modelos subestimaram a emissão de folhas para todas as cultivares, mas com menor subestimativa pelo modelo WE.

A superioridade do WE é confirmada pelo RQMEN, com 9,3% de erro, enquanto que para o modelo CSM-Ceres-Maize esse valor é de 13,8 %. A estatística r foi elevada para WE e CSM-Ceres-Maize (0,98), ambos com alta correlação (**Figura 1A e 1B**).

CONCLUSÕES

Os dois modelos conseguem simular o NFT captando a diferença de épocas e cultivares, porém

o modelo WE apresenta melhores resultados em relação ao modelo CSM-Ceres-Maize.

WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. **Agricultural Systems**, v.58, p.1-24, 1998.

REFERÊNCIAS

ERPEN, L.; STRECK, N.A.; UHLMANN, L.O.; LANGNER, J.A.; WINCK, J.E.M; GABRIEL, L.F. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1230-1238, 2013.

JONES, C.A.; KINIRY, J.R. **CERES-Maize: a simulation model of maize growth and development**. College Station. Texas: A & M University, 1986. 194 p.

MORRIS, M.; MEKURIA, M.; GERPACIO, R. Impacts of CIMMYT maize breeding research. In: EVENSON, R.E.; GULLIN, D. (Eds.), **Crop variety improvement and its effect on productivity: The impact of international agricultural research**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. p. 135–158.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 126 p.

STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P.S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, p.139-150, 2003.

STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1351-1359, 2006.

STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; SAMBORANHA, F.K.; LAGO, I.; SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Comparing two versions of a non-linear model for simulating leaf number and developmental stages in maize based on air temperature. **Ciência Rural**, v.39, p.642-648. 2009a.

STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; BUSKE, T.C.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F.K.; SCHWANTES, A. P. Simulating leaf appearance in a maize variety. **Bioscience Journal**, v.26, p.384-393, 2010.

STRECK, N.A.; LAGO, I.; SAMBORANHA, F. K.; GABRIEL, L.F.; SCHWANTES, A.P.; SCHONS, A. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v.39, p.224-227, 2009b.

STRECK, N.A.; SILVA, S.D. da; LANGNER, J.A. Assessing the response of maize phenology under elevated temperature scenarios. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p.1-12, 2012.

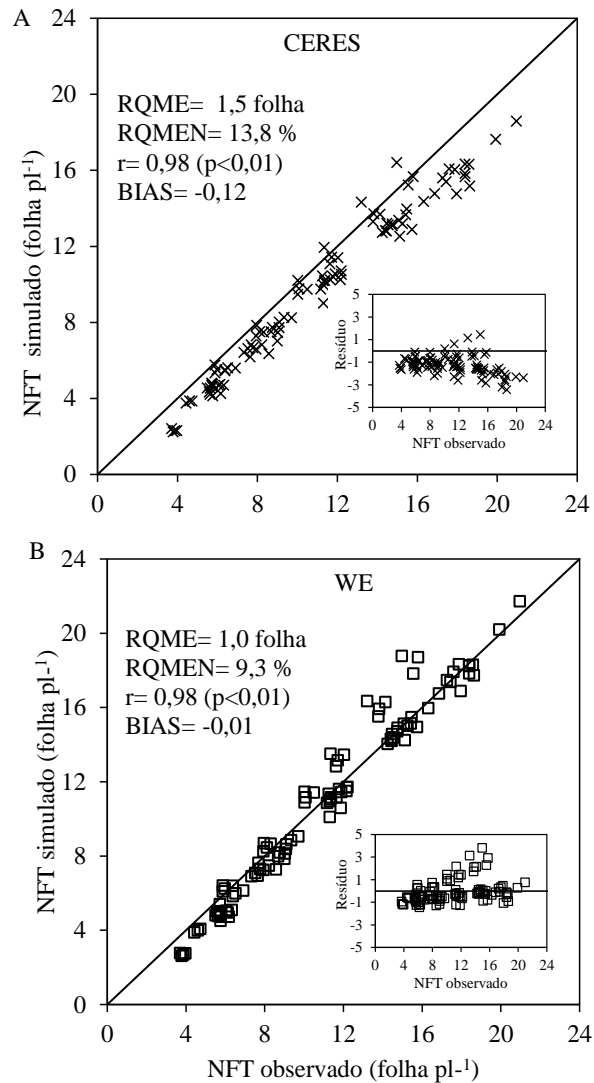


Figura 1. Número de folhas totais (NFT folha pl^{-1}) observado versus simulado com modelo CSM-Ceres-Maize (CERES) (A) e com o modelo Wang e Engel (WE) (B) para as cultivares de milho 'Cinquentinha', 'Bico de ouro', 'BRS Missões', 'BRS Planalto' e 'AS 1573PRO', nas cinco datas de semeadura usadas como dados independentes (20/08/2013, 03/02/2014, 15/08/2014, 13/12/2014 e 07/01/2015). A linha cheia é a linha 1:1. RQME: raiz do quadrado médio do erro, RQMEN: raiz do quadrado médio do erro normalizado, r: coeficiente de correlação, BIAS: índice Bias.

Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho

Aildson Pereira Duarte⁽¹⁾, Eduardo Sawazaki⁽¹⁾ e Marcelo Ticelli⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas SP, aildson@apta.sp.gov.br

⁽²⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí SP

RESUMO: O problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas. Em 2015/16 foram observados sintomas de toxicidade flúor em dois experimentos de milho: avaliação e cultivares comerciais e melhoramento do IAC. A semeadura foi realizada no início de dezembro e, a partir do pré-florescimento, ocorreu tempo nublado com nuvens baixas e ventos amenos dificultando a dispersão dos poluentes. O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em cultivares de milho e sua correlação com a produtividade e estudar a contribuição dos progenitores de híbridos na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor. Constatou-se variabilidade genética entre as cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor, sendo as cultivares discriminadas desde altamente suscetíveis a resistentes, evidenciando-se também a tolerância em alguns cultivares. As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentarem os menores sintomas e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os sintomas mais intensos de toxicidade.

Termos de indexação: *Zea mays L., clorose foliar, poluição ambiental*

INTRODUÇÃO

Indústrias que submetem rochas e outros materiais terrosos a altas temperaturas, como a de cerâmicas, vidros, fertilizantes, fundições e siderúrgicas emitem fluoretos para atmosfera principalmente na forma de ácido fluorídrico (HF), que podem acarretar danos à vegetação devido à fitotoxicidade do flúor (F). Nas regiões onde existem estas fontes poluidoras, quando as condições climáticas dificultam a dispersão do flúor atmosférico, seus teores podem atingir níveis elevados e induzir sintomas de toxicidade de F em plantas sensíveis.

Tempo nublado com nuvens baixas por vários dias e ventos amenos dificultam a dispersão dos poluentes. Na região centro-sul de São Paulo, o período de maior nebulosidade é o de dezembro a janeiro, mas com variação de ano para ano no número de dias contínuos totalmente encobertos.

Frequentemente, esse período coincide com o pleno desenvolvimento das plantas de milho.

Existe variabilidade entre as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor, que pode ser explicada pelas diferenças tanto em acumulação quanto na translocação e distribuição do F, fazendo com que a magnitude dos prejuízos da toxicidade de flúor dependa do híbrido ou variedade (Fortes et al., 2003; Ito et al., 2008). É necessário comparar continuamente as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor devido ao dinamismo do mercado de sementes de milho, substituindo as antigas cultivares por novas, em curto espaço de tempo.

Como o problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas e, até que sejam tomadas medidas de controle da poluição, a mitigação das perdas causados pela toxicidade de flúor na cultura do milho depende exclusivamente do emprego de híbridos menos sensíveis a esse elemento.

O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em diferentes cultivares de milho e sua correlação com a produtividade visando orientar técnicos e agricultores na escolha das cultivares que melhor se adaptem neste tipo de ambiente. Ao mesmo tempo, objetivou-se estudar a contribuição dos progenitores de híbridos de milho na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor.

MATERIAL EM MÉTODOS

Os ensaios foram semeados na Unidade de Pesquisa da Agência Paulista de Desenvolvimento dos Agronegócios (APTA), em Tatuí, em 2 de dezembro de 2015. Adubou-se com 450 kg/ha da fórmula NPK 08-28-16 na semeadura e duas aplicações de nitrogênio em cobertura, sendo a primeira com 450 kg/ha da fórmula 20-05-15 e a segunda com 450 kg/ha de sulfatos de amônio. A população inicial após desbaste foi de 62.500 mil plantas ha⁻¹.

No primeiro ensaio, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 32 tratamentos e 4 repetições. Foram avaliados cultivares convencionais e transgênicos representativos do mercado. No segundo ensaio,

foram avaliados nove híbridos do Programa de Melhoramento do IAC, com 2 repetições.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde se avaliou a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os sintomas de sintomas de toxicidade por flúor foram avaliados em 24/02/2016 (84 dias após a emergência - DAE) no primeiro ensaio. Para a avaliação dos sintomas de toxicidade foi adotada uma escala de um a nove, adaptada de Agrocerec (1994), sendo: 1 = plantas sem sintomas; 2 = plantas com 1% de área foliar afetada (AFA); 3 = plantas com 10% de AFA; 4 = plantas com 20% de AFA; 5 = plantas com 30% AFA; 6 = plantas com 40% de AFA; 7 = plantas com 60% de AFA; 8 = plantas com 80% de AFA e 9 = plantas com mais de 80% de AFA. As notas foram atribuídas por dois avaliador e utilizou-se o valor médio. As notas agrônomicas foram avaliadas em 15/02/2016 no segundo ensaio, em escala de 1 a 10, levando em consideração a intensidade dos sintomas nas folhas e a aparência das espigas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. No primeiro ensaio, as médias de produtividade de grãos e notas de toxicidade de F foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Determinou-se a correlação de Pearson entre as duas variáveis utilizando o programa SAS. No segundo ensaio, os resultados de produtividade de grãos e notas de aparência agrônômica foram comparados pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância do primeiro experimento o efeito de tratamentos foi significativo para notas de sintomas e produtividade de grãos e o houve alta correlação entre as duas variáveis.

Confirmou-se a variabilidade genética entre as cultivares de milho quanto à intensidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor (**Figura 1**). As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentaram os menores sintomas de toxicidade e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os maiores valores. No mesmo local na safra 2007/08 os híbridos isogênicos convencionais 2B587, DKB 390 e AG 8088 apresentaram resultados idênticos ao presente trabalho (Ito et al., 2008).

Verificou-se correlação negativa entre a produtividade de grãos e as notas de toxicidade de flúor. Os presentes resultados confirmam que plantas com sintomas de toxicidade de flúor

apresentavam menor produtividade (Ito et al., 2008). Embora a maioria das cultivares com notas maiores tenha sido menos produtiva, não se pode atribuir este fato somente à clorose foliar induzida pelo F, devido à interferência do flúor nos processos fisiológicos da planta como um todo, que pode variar entre cultivares, e à natural interação genótipo x ambiente. Mesmo assim, sugere-se evitar o cultivo das cultivares que apresentaram maior severidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor nas lavouras muito próximas às indústrias de cerâmicas.

Os resultados da **Tabela 1** mostram que os híbridos simples mais suscetíveis tem em comum a linhagem IAC X, que também é progenitor do IAC 9007, que foi altamente suscetível no primeiro ensaio (**Figura 1**). Estes fatos evidenciam que a suscetibilidade está sendo condicionada pelo genótipo dessa linhagem. Em outro híbrido altamente suscetível, o Murano x IPR 119, a suscetibilidade está no genótipo Murano, uma vez que o IPR 119 não foi suscetível.

CONCLUSOES

Constatou-se variabilidade genética entre os cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor produzido pela poluição ambiental da indústria cerâmica, sendo os cultivares discriminados desde altamente suscetíveis a resistentes, sendo que também se evidenciou a tolerância em alguns cultivares.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, D.F.; SOLDBERG, R.A. Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride & sulfur dioxide. **American Journal of Botany**, Columbus, v.43, p.755-760, 1956.
- AGROCERES. **Guia Agrocerec de Sanidade**. São Paulo: Agrocerec, 1994. 56 p.
- ARNDT, U.; FLORES, F.E.V.; WEINSTEIN, L.H. Efeito do F sobre as plantas: diagnose dos danos na vegetação do Brasil. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 155p.
- FORTES, C.; DUARTE, A.P.; MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P.; LAVORENTI, N.A. Toxicidade de flúor em cultivares de milho em área próxima à uma indústria cerâmica, Araras (SP). **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.275-281, 2003. (Nota).

ITO, M.A.; OTA, E.C.; DUARTE, A.P.; RAMOS JÚNIOR, E.U.; WATANABE, E.Y. Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho em Tatuí-SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 27. Londrina, 2008. Anais. Londrina, IAPAR, 2008. p.481

Rendimento da Cana-de-açúcar é afetado por flúor. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.505-509, 2007.

OTTO, R.; FARIA, M.R.M.; QUEIROZ, F.E.C.; MOURA, T.A.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.

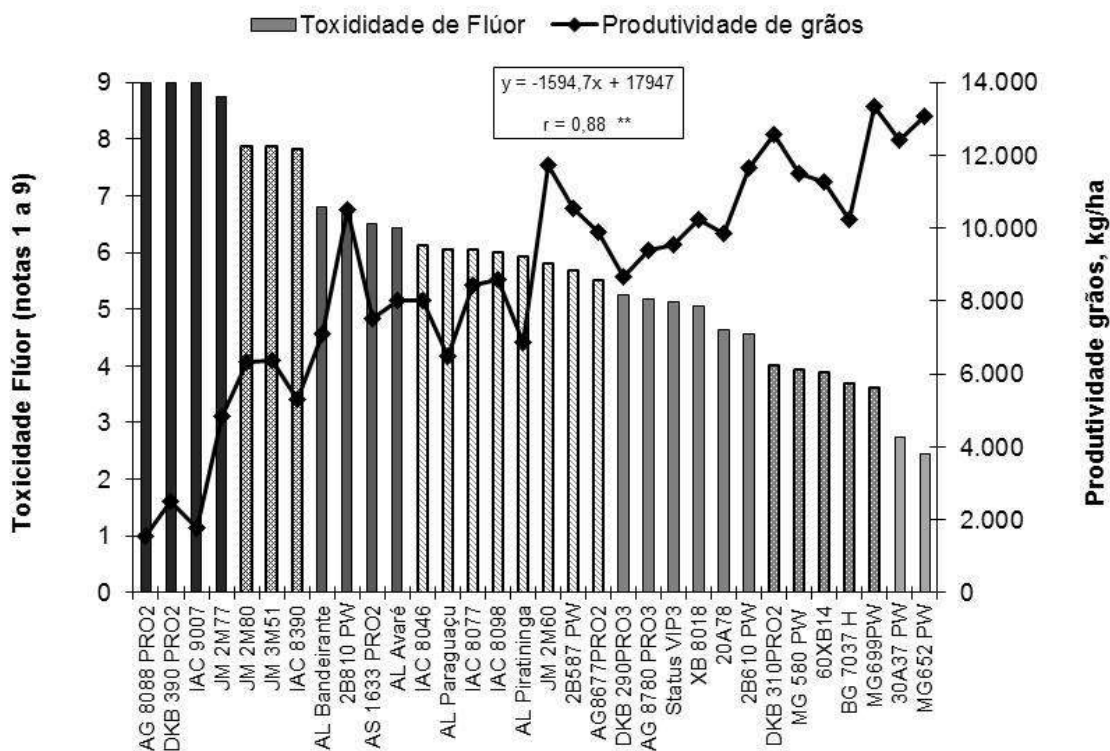


Figura 1. Notas de toxicidade de flúor e produtividade de grãos em cultivares comerciais de milho avaliados, em Tatuí, safra 2015/16. As médias indicadas pelas barras de mesma cor não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Tabela 1. Médias da produtividade de grãos e nota de toxicidade de flúor na aparência agrônômica (escala de 1 a 10) em genótipos de milho no ensaio avançado do programa de melhoramento do IAC, em Tatuí (SP), safra 2015/16.

Genótipos	Tipo ⁽¹⁾	Produtividade ⁽²⁾ kg/ha		Nota Agrônômica (1 a 9)	
IAC 33 x Cati Verde	HI	5.465	a	4,5	a
IAC 33br x 4051	HI	5.595	a	5,3	a
IAC 33br x 2005	HI	4.936	ab	5,8	a
IAC X x IAC 33-15	HS	2.127	c	2,3	b
IAC X x IAC 33-12	HS	2.021	c	2,0	b
IAC 1030 x IAC 33-9	TC	7.499	a	6,0	a
IPR 119	HD	5.590	a	4,8	a

Murano x IPR119	HI	2.655	bc	2,5	b
Média		4.486		4,1	
CV %		24,0		19,3	

⁽¹⁾ HI = híbrido intervarietal; HD = híbrido duplo, TC= híbrido top-cross; HS = híbrido simples.

⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan 5%.

Trinexapac-etil associado a densidades de plantas no desempenho agrônômico do milho de segunda safra⁽¹⁾

Mariana Alves de Oliveira⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽³⁾; André Prechlak Barbosa⁽⁴⁾; Luiz Fernando Pricinotto⁽⁵⁾; Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduada com bolsa CAPES; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; agomariana.oliveira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual de Londrina; claudemirc@uel.br; ⁽³⁾ Pós-graduando; Universidade Estadual de Maringá; leandrotspolaor@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Pós-graduando; UEL; andreprechlak@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-graduado; UEL; lfpricinotto@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor; UEL; csvjneve@uel.br.

RESUMO: Os reguladores de crescimento vegetal são uma alternativa para uso de cultivares de interesse, que não possuem arquitetura foliar moderna, podendo alterar o porte das plantas, permitindo o aumento da densidade de plantas. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho de segunda safra, cultivado em diferentes densidades de plantas associado à aplicação de Trinexapac-etil em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. O estudo foi conduzido em dois anos agrícolas (2013 e 2014), utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera. Foram avaliados 15 tratamentos utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco densidades de plantas: 40.000, 60.000, 80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha⁻¹ e três estádios de aplicação de Trinexapac-etil: testemunha sem aplicação, V6 e V9, com quatro repetições. Foi avaliada a altura de planta, o comprimento da espiga e a produtividade de grãos. Incrementos na densidade de plantas aumentam a altura de planta e reduzem o comprimento da espiga, sem influência na produtividade de grãos. A aplicação de TE no estádio V9 reduz a altura de planta e a aplicação em V6 no ano safra de 2014 proporciona aumentos na produtividade de grãos.

Termos de indexação: Zea mays L., regulador de crescimento, arranjo de plantas.

INTRODUÇÃO

A alteração do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas na linha tem sido apontada como uma das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos na cultura do milho (Kappes et al., 2011). Devido à baixa plasticidade da planta de milho, para cada sistema de produção haverá uma densidade ideal de plantas

para maximizar o rendimento de grãos, sendo a cultivar a principal determinante da densidade de plantas.

O aumento da densidade de plantas aliado à aplicação de elevadas doses de adubos nitrogenados proporcionam o aumento da produtividade de grãos e da altura de plantas, mas, por outro lado, tornam as plantas sujeitas ao acamamento e quebraamento de colmo, fato que dificulta a colheita mecanizada (Mundstock & Silva, 2005).

O uso de reguladores de crescimento vegetal, inibidores das giberelinas, como o Trinexapac-etil (TE), surge como uma alternativa para cultivares de interesse que não possuem arquitetura foliar moderna, podendo alterar o porte e a anatomia, o que pode permitir o aumento da densidade de plantas, a redução do espaçamento entre linhas e a aplicação de altas doses de nitrogênio.

Considerando a escassez de estudos para a cultura do milho, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho de segunda safra, cultivado em diferentes densidades de plantas associado à aplicação de TE em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na FAZESC-UEL, na segunda safra de 2013 e 2014, utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera, com semeadura no dia 06 de março para ambos os anos, sob o sistema de semeadura direta, em Latossolo Vermelho distroférico. Os dados meteorológicos do período de condução do estudo foram obtidos junto à estação Meteorológica do IAPAR (**Figura 1**).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, sendo cinco densidades de plantas (DP): 40.000, 60.000,

80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha⁻¹, combinadas com três épocas de aplicação de Trinexapac-etil: testemunha sem aplicação, V6 e V9, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de seis linhas, com cinco m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo a área útil da parcela as linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lado e 0,5 m das extremidades das mesmas.

A semeadura foi realizada mecanicamente e para atingir as densidades de plantas definidas, realizou-se o desbaste manual no estádio V3 (Ritchie et al., 2003). O Trinexapac-etil (Moddus®) foi aplicado via foliar com o uso de pulverizador costal pressurizado (CO₂) com pressão, vazão e volume de calda de 150L ha⁻¹ e adição de 1L ha⁻¹ (250 g i. a. ha⁻¹ TE). As aplicações nas épocas definidas foram realizadas conforme a escala fenológica da cultura (Ritchie et al., 2003) e a testemunha composta apenas por água.

Para a adubação de semeadura em 2013 foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 08-20-10 e em 2014, 312 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16, conforme a caracterização química do solo (não apresentada no trabalho), e com base nas recomendações para a região. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em ambos os experimentos, no estádio V6. Foram aplicados a lanço 150 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia (45% N), para todos os tratamentos.

Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada com relação a pragas, doenças e plantas daninhas. A colheita foi realizada manualmente no estádio R6, grãos com 20% de umidade, na área útil da parcela.

Foram avaliadas a altura de planta (AP), o comprimento da espiga (CE) e a produtividade de grãos (PG). Para a altura de planta foram avaliadas dez plantas aleatórias da área útil da parcela, considerando a distância do colo da planta até a inserção da folha bandeira, dados médio em m. Comprimento da espiga: foram colhidas dez espigas ao acaso da área útil da parcela, desempalhadas e considerado a distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, valor médio em cm. A produtividade de grãos foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela. Os dados foram ajustados para kg ha⁻¹ com correção do teor de água médio de 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F ($p < 0,05$) e para efeito da densidade de plantas realizou-se estudo de regressão polinomial, e para efeito das épocas de aplicação de Trinexapac-etil aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se efeito significativo da época de aplicação de Trinexapac-etil na altura de planta em 2013 e de densidade de plantas em 2014 (**Tabela 1**). No ano agrícola de 2013, a AP não foi influenciada pela densidade de plantas, com média de 2,00 m (**Figura 2A**). Entretanto, esta foi reduzida com a aplicação de TE no estádio V9 (**Tabela 1**), período considerado como de grande incremento na elongação do colmo (Ritchie et al., 2003), obtendo-se plantas mais compactas. O TE apresenta-se como uma ferramenta de manejo na redução de híbridos de porte alto, devido à redução da elongação das células dos entrenós, pela interferência no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico (Heckman et al., 2002).

Em 2014 a AP apresentou ajuste linear em função do incremento de densidade de plantas (**Figura 2B**), sem influência da época de aplicação de TE. Segundo Sangoi et al. (2002) a maior competição intraespecífica das plantas pela luz, favorece o desenvolvimento e a elongação do colmo em busca de luz na parte superior do dossel, o que varia conforme o ambiente e o genótipo empregado.

O CE foi alterado significativamente pelo fator densidade de plantas, em ambos os anos de cultivo. A produtividade de grãos não foi alterada significativamente em 2013 pelos fatores em estudo. Em 2014 apresentou significância apenas para a época de aplicação de TE, sem efeito de densidade de plantas e interação entre estes fatores (**Tabela 2**). O incremento na densidade de plantas reduziu o CE, para ambos os anos de cultivo (**Figura 3A e B**), o mesmo foi observado por Kappes et al. (2011) e Souza et al. (2013).

A PG não foi influenciada pelas densidades de plantas (**Figura 4A e B**). Conforme a **figura 1**, é provável que a baixa disponibilidade hídrica a partir dos 40 dias após a semeadura em 2013, durante o desenvolvimento vegetativo abrangendo fases importantes de definição de componentes de produção, bem como a estiagem principalmente no período que antecedeu o florescimento em 2014, tenham afetado a PG e a resposta aos fatores estudados. Para o ano de 2014, a aplicação de TE no estádio V6 incrementou a produtividade de grãos (**Tabela 2**), sem efeitos significativos para o ano de 2013.

Esperava-se que a redução da AP pelo TE permitisse máxima resposta de rendimentos para maiores densidades populacionais. Contudo, essa interação parece ser mais provável para as condições de milho safra ou para semeaduras precoces de milho de segunda safra. Nestas situações há maior disponibilidade dos fatores de produção que permitem o incremento da densidade de plantas.

São necessários novos estudos em condições meteorológicas mais favoráveis pra buscar resultados concretos que possam responder o comportamento da aplicação de Trinexapac-etil associado ao incremento de plantas por área na cultura do milho de segunda safra.

CONCLUSÕES

Incrementos na densidade de plantas aumenta a altura de planta e reduz o comprimento da espiga, sem influência na produtividade de grãos.

A aplicação de Trinexapac-etil no estádio V9 reduz a altura de planta e a aplicação em V6, dependendo do ano de cultivo, proporciona aumentos na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of Trinexapac-etil on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, v.42, n.2, p.423-427, 2002.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 348-359, 2011.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Evangraf: Porto Alegre, 2005. 51p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. 20p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, n.2, p. 101-110, 2002.

SOUZA, R. S.; VIDIGAL FILHO, P. S. V.; SCAPIM, C. A.; MARQUES, O. J.; QUEIROZ, D. C.; OKUMURA, R. S.; RECHE, D. L.; CORTINOVE, V. B. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 995-1010, 2013.

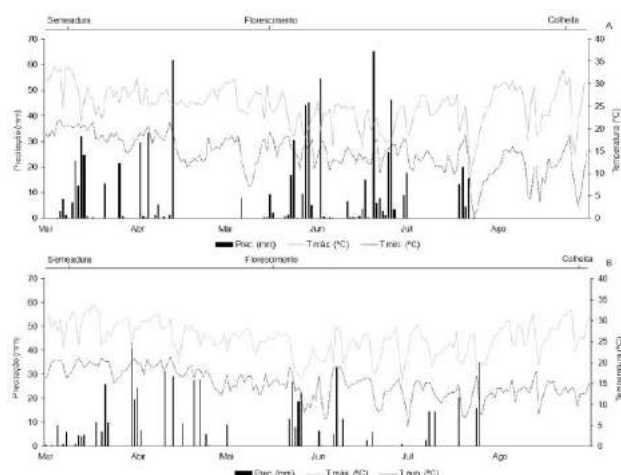


Figura 1. Dados meteorológicos de 2013 (A) e 2014 (B) em cultivo de milho em Londrina – PR.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância de altura de planta (AP) em função da densidade de planta e épocas de aplicação de TE em milho de segunda safra.

FV	AP (m)	
	2013	2014
Época		
T	2,08 a	2,22
V6	2,04 a	2,26
V9	1,87 b	2,24
	GL	Quadrado Médio
Bloco	3	0,06534
DP	4	0,01247 ^{ns}
Ép.	2	0,25904 [*]
DP x Ép	8	0,02256 ^{ns}
CV %		
	5,27	3,79

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

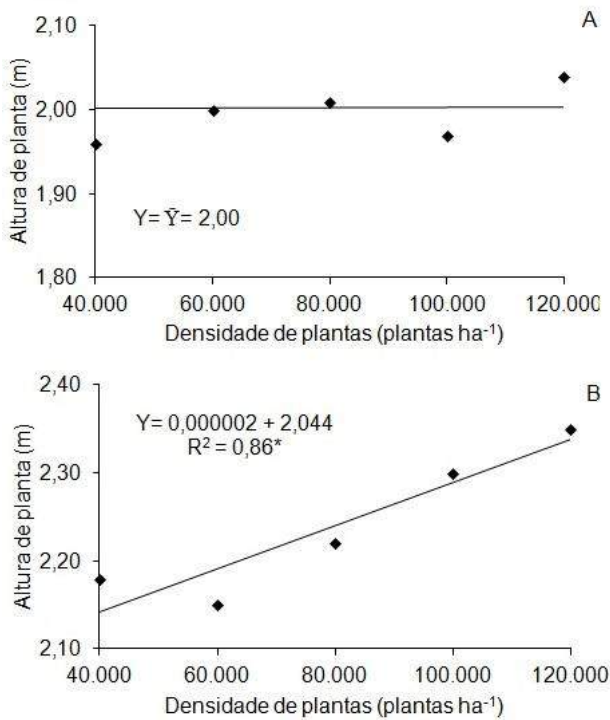


Figura 2. Altura de planta de milho em cultivo de segunda safra em 2013 (A) e em 2014 (B), em resposta a densidade de plantas. * $p < 0,05$

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de comprimento da espiga (CE) e produtividade de grãos (PG) em função da densidade de planta e épocas de aplicação de TE em milho de segunda safra.

FV	Componentes de produção				
	CE (cm)		PG (kg ha ⁻¹)		
E	2013	2014	2013	2014	
T	14,75	12,6	4058,71	3984,79 b	
V6	14,06	12,86	4226,87	4611,28 a	
V9	14,61	12,36	4285,32	3941,76 b	
	GL		Quadrado médio		
Bloco	3	0,72	0,20	264955,7	85799,6
DP	4	18,71*	14,81*	761635,8 ^{ns}	951756,9 ^{ns}
E	2	2,59 ^{ns}	1,21 ^{ns}	276825,2 ^{ns}	2808619,6*
DPxE	8	1,13 ^{ns}	0,52 ^{ns}	476121,4 ^{ns}	687265,2 ^{ns}
CV %		7,75	7,12	18,52	17,4

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo p < 0,05 pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

