

Avaliação do efeito de diferentes doses de adubo NPK na seleção de híbridos de milho *Zea mays* L.

Edvaldo Luiz Bizinoto⁽¹⁾; Damião Inácio Clemente⁽²⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽³⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽⁴⁾; Rogério Silva Ferreira⁽⁵⁾; Taline Nunes campos das Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; Itumbiara, Goiás, edlbz@hotmail.com; ⁽²⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; ⁽³⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia; ⁽⁴⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁶⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior.

RESUMO: O milho é altamente exigente em nutrientes, por isso a obtenção de genótipos que utilizem eficientemente os nutrientes é de grande importância, uma vez que os fertilizantes estão entre os itens mais onerosos do sistema. A seleção visa desenvolver e recomendar genótipos que associem elevado potencial para a produtividade a características agronômicas desejáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação na seleção de genótipos de milho. O experimento foi conduzido no município de Itumbiara, Estado de Goiás. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 7 x 4, com quatro repetições, representado por sete híbridos e quatro doses de adubação. Os híbridos testados foram: P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO. Para os quatro níveis da adubação foram consideradas: Dose I – 0,0 Kg ha⁻¹; dose II – 60 Kg ha⁻¹; dose III – 120 Kg ha⁻¹; dose IV - 180 Kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 08-28-16. Pode-se concluir que a adubação influenciou na resposta ao rendimento dos híbridos avaliados. A eficiência na seleção de genótipos de milho pode ser obtida variando níveis de adubação em ensaios experimentais. O híbrido P2830H é responsivo ao incremento de adubação e apresenta rendimentos satisfatórios em menores doses de adubação. O híbrido P3862H apresenta bons rendimentos de grãos em baixas doses de adubação.

Palavras chave: Adubação, genótipos, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

Devido a sua ampla distribuição geográfica e sua ampla base genética o milho (*Zea mays* L.) é uma

espécie que apresenta grande potencial adaptativo para as diversas condições de cultivo, o que justifica o cereal ser o mais cultivado em todo o mundo. No Brasil, é o principal cereal produzido, sendo cultivado em cerca de 15,7 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5,4 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2015).

A ampla variabilidade genética existente no milho tem favorecido o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversificadas condições ambientais, necessitando-se assim, identificar e selecionar quais genótipos tem maior potencial e menos risco de exploração para os sistemas agrícolas, com adequadas práticas de manejo e em locais distintos (Durães, 2006).

A seleção visa desenvolver e recomendar genótipos que associem um elevado potencial para a produtividade e características agronômicas desejáveis, bem como boas condições de adaptabilidade e estabilidade (homeostase), (Borém & Miranda, 2013, p. 26, 145). Deste modo, o sucesso do melhoramento genético no último século se deu a seleção visando tolerância a estresse em vez de buscar isoladamente por maior produtividade potencial (Tollenaar & Lee, 2002).

O bom desempenho produtivo do milho, bem como sua estabilidade, frente a as oscilações climáticas durante os períodos de cultivo está ligado a uma boa condição nutricional das plantas. Os fatores relacionados a disponibilidade de nutrientes pelo solo estão entre os mais importantes, tanto em deficiência quanto em quantidades prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento vegetal (Fritsche-Neto & Borém, 2011, p. 17).

Definir o nível de resposta dos genótipos quanto a disponibilidade do nutriente, pode ser uma importante estratégia na seleção de cultivares eficientes e responsivos aos diversos ambientes de

cultivo. Entretanto, um dos grandes problemas que tem sido enfrentado pelos programas de melhoramento é identificar os níveis adequados de adubação que contribuirão para a melhor discriminação entre os genótipos testados.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação na seleção de genótipos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2015/16, durante os meses de outubro a janeiro, no município de Itumbiara/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 440 m. O município apresenta clima quente e úmido (Soares & Costa, 1994). A precipitação durante o período experimental foi de aproximadamente 464 mm (INMET, 2016).

Área experimental

O experimento foi conduzido em área irrigada por sistema de aspersão. O solo é caracterizado como latossolo vermelho escuro distrófico (oxissolos vermelho escuro) com histórico de plantio direto a mais de dez anos, em sucessão de culturas, sendo milho no verão e *Mucuna cinereum* no inverno. Segundo resultado da análise de solo, os valores nutricionais apresentaram: pH-5,0, 42% argila, 11% silte, 47% areia e 33,0g/dm³ de matéria orgânica (MO). Níveis de potássio (K) adequado e fosforo (P) baixo, sendo 63,0 mg/dm³ e 10,4 mg/dm³, respectivamente, CTC 6,69 e SB 49,25%.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 7 x 4 (sete híbridos comerciais e quatro níveis de adubação), com quatro repetições. Os híbridos testados foram: P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO. Para os quatro níveis de adubação foram considerados: Dose I – 0,0 Kg ha⁻¹; dose II – 60 Kg ha⁻¹; dose III – 120 Kg ha⁻¹; dose IV - 180 Kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 08-28-16.

Amostragem

As parcelas foram constituídas de oito linhas de plantio, espaçadas de 0,75 metros, com uma densidade de cinco plantas por metro linear, perfazendo população de 66.000 plantas ha⁻¹. Para avaliação foram consideradas as quatro linhas centrais como área útil da parcela.

A variável, peso de grãos, em Kg ha⁻¹ foi utilizada para avaliação dos tratamentos. Os índices de seleção (IS) foram estimados a partir da equação proposta por Parentoni et al. (2001):

$$IS = [(Y_{ib} \times Y_{ia}) / (M_b \times M_a) \times (Y_{ib} / M_b)]$$

em que, Y_{ib} – produtividade média do genótipo i, com baixa disponibilidade de adubo; Y_{ia} – produtividade média do genótipo i, com alta disponibilidade de adubo; M_b – média geral de produtividade em baixa disponibilidade de adubo; M_a – média geral de produtividade em alta disponibilidade de adubo.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e as medias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Simon et al., 2012). Para testar a resposta dos híbridos às diferentes doses de NPK, foi realizada análise de regressão. Os dados foram analisados utilizando o software Sisvar 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) (**Tabela 1**), verificou-se que houve diferença significativa para a interação entre as variáveis, híbridos e doses de NPK. A resposta dos híbridos às diferentes doses de NPK foi confirmada pela ANOVA na regressão.

Tabela 1: Resumo da análise de variância (ANOVA) para híbridos (H), doses de adubo (D) e a interação entre os fatores H e D, e ANOVA na regressão linear (*Reg. Lin.*) e regressão quadrática (*Reg. Quad.*) para os sete híbridos, testando as medias de produtividade de grãos, em kg ha⁻¹.

F. variação	Quadrado Médio	
	G.L	Prod. de grãos
Híbridos (F1)	6	37,35 **
Doses (F2)	3	21,11**
Int. F1 x F2	18	1,41**
ANOVA na regressão		
P2830H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	15.38**
P30F53H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	8.46**
P3646H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	15.00**
P3862H (<i>Reg. Qua.</i>)	1	16.44**
P30F35H (<i>Reg. Lin.</i>)	1	6.05**
P4285H (<i>Reg. Qua.</i>)	1	9.61**
AG7098 (<i>Reg. Qua.</i>)	1	4.37*
Tratamentos	27	11,59**
Blocos	3	0,06 ns
Resíduo	81	0,25

C.V. (%) 4,23

NS = Não significativo pelo teste de (F). * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade.

Os resultados significativos para a interação entre híbridos e doses de NPK, demonstraram a complexidade da seleção de genótipos quanto a eficiência e resposta ao ambiente de cultivo. Segundo Borém & Miranda (2013, p. 131) a interação genótipo ambiente trata da alteração do desempenho de um genótipo em decorrência do cultivo em diferentes ambientes. Deste modo a resposta fenotípica de cada genótipo às variações de ambiente se altera e conseqüentemente reduzem as correlações entre fenótipo e genótipo.

Os resultados apresentados na **tabela 3** demonstram claramente a interação genótipo ambiente atuando sobre o desempenho dos híbridos. Híbridos que apresentam melhor resposta com baixa disponibilidade de nutrientes nem sempre apresentam resposta satisfatória quando cultivados sob alta adubação e vice-versa.

Pagliosa et al. (2013) estudando o efeito da interação entre diferentes genótipos de milho e diferentes fontes de adubação, na produtividade de grãos, identificou que os genótipos respondem de forma diferenciada, quanto às fontes de adubo fornecidas.

O híbrido P2830H apresentou resposta positiva sobre média de rendimento de grãos, em todos os níveis de adubação, sendo também responsivo ao aumento do nível de fertilidade do solo, com a adição de até 120 Kg ha⁻¹ do NPK (**Tabela 3**). Doses acima da referida não apresenta incremento significativo na produtividade deste híbrido.

Lacerda et al. (2015), obteve em um de seus estudos uma resposta quadrática na produção do milho frente a adubação com NPK 10-30-10 e uma resposta linear frente aos níveis de aplicação de ureia. Resposta semelhante foi obtida pelo híbrido P3862H (**Figura 1a**), quanto a adubação com NPK. Este híbrido apresentou uma resposta quadrática sobre as doses de adubação, demonstrando rendimentos crescentes com aplicação de até 120 kg ha⁻¹ do adubo.

Na condição edafoclimática do experimento a dose que melhor discriminou os materiais foi a de 60 kg ha⁻¹, ou seja, esta dose permitiu uma maior expressão da variabilidade dos híbridos quanto a resposta aos níveis de adubação (**Tabela 3**). Com esta dose foi possível gerar cinco classes de médias que se diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott (P<0,05), contra quatro classes geradas pelo nível 120 kg ha⁻¹. Ainda assim os melhores desempenhos foram obtidos pelos híbridos P2830H e P3862H.

Este resultado indica que estes híbridos destacam-se pela eficiência e responsividade no uso de nutrientes. Em contra partida a seleção destes genótipos em um programa de melhoramento pode ser dificultada pela interação com o ambiente. Para isso a formulação de índices de seleção se torna interessantes, pois se considera juntamente as médias de produtividades dos genótipos nos níveis baixos e altos de adubação (**Tabela 2**), além de tratar de um modelo relativamente simples, comparados a outros modelos de estudo (Parentoni et al., 2001).

De acordo com os índices de seleção os híbridos P2830H e P3862H, apresentaram os maiores índices, sendo classificados como 1º e 2º mais eficientes e responsivos aos dois níveis de adubação. Deste modo é possível afirmar que híbridos como o P2830H, apresenta alta eficiência no uso dos nutrientes e deve ser alvo nos programas de melhoramento.

O híbrido P3862H, pois, apesar de apresentar menor rendimento que o P2830H nas doses de 180 e 0,0 Kg ha⁻¹, não difere do mesmo para a dose de 60 Kg ha⁻¹ (**Tabela 3**). Um outro ponto de destaque para este híbrido é o bom rendimento de grãos na

Tabela 2: Classificação do índice de seleção (IS) para os 7 híbridos, quanto a produtividade de grãos em kg ha⁻¹ com baixa (Y_{ib}) e alta (Y_{ia}) disponibilidade do adubo NPK 08-28-16 nas doses de 0,0 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente.

Classif. (IS)	Híbridos	Produtividade (Kg ha ⁻¹)		Índice (IS)
		Y _{ib}	Y _{ia}	
1	P2830H	12.9	15.5	1.92*
2	P3862H	11.39	12.17	1.17*
3	AG7098PRO	10.85	11.69	1.02
4	P4285H	10.8	11.1	0.96
5	P3646H	9.49	11.85	0.79
6	P30F53H	9.32	11.28	0.73
7	P30F35H	9.16	10.8	0.67
Media		10.56	12.06	

* Genótipos mais eficientes e responsivos

dose zero, que lhe possibilita ser indicado para baixos investimentos em adubação, e/ou em ambiente de menor fertilidade do solo.

Os piores índices foram obtidos pelos híbridos P30F53H e P30F35H (**Tabela 2**). O mesmo resultado pode ser observado na **tabela 3** e **figura 1b**, em comparação de médias no qual estes híbridos apresentaram baixa resposta as doses de adubo aplicadas no experimento. Estes resultados confirmam a eficiência da metodologia utilizada para

determinação do índice de seleção (IS), recomendando-a ao uso nos programas de melhoramento pela praticidade e simplicidade na interpretação dos resultados.

CONCLUSÕES

A aplicação de diferentes níveis de adubação influencia na resposta ao rendimento de híbridos de milho.

A eficiência na seleção de genótipos de milho de alta estabilidade pode ser obtida variando níveis de adubação em ensaios experimentais.

A metodologia aplicada possibilitou caracterizar o híbrido P2830H como genótipo de alto potencial de resposta e eficiência e o híbrido P3862H como genótipo de alta eficiência em baixos níveis de adubação.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5ª Ed. Viçosa, UFV. 523p. 2013.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - décimo primeiro levantamento, agosto/2013**. Brasília 2014. 29 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoTotalSerieHist.xls>>. Acesso em: 13 setembro de 2014.

DURÃES, F. O. M. **Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas**. Congresso Nacional de milho e sorgo. Belo Horizonte, 2006.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresse abiótico**. 1. ed. Viçosa – MG, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 250p. 2011.

INMET. **Estações automática**, 2016. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 20 de abril de 2016.

LACERDA, J. J. J.; RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; HICKMANN, C.; CONCEIÇÃO, O. P. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(9), 769-778. 2015.

PAGLIOSA, E. S.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; ZUCARELI, C.; ZAGO, V. S. Análise GGE biplot de genótipos de milho sob diferentes formas de adubação em sistema de agricultura familiar. **Semina: Ciências Agrárias**, 36(5), 2965-2976. 2015.

PARENTONI, S. N.; MENDES, F. F.; GUIMARAES, L. J. M. (2001). Melhoramento para eficiência no uso de fósforo. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Universidade Federal de Viçosa. p. 101-126.

SIMON, G. A. KAMADA, T. MONTEIRO, M. Divergência genética em milho de primeira e segunda safra. **Semina**, v.33, p.449-458, 2012.

SOARES, M. C.; COSTA, J. Dados históricos e geográficos do município de Itumbiara- GO. **Secretaria Municipal de Educação**, Itumbiara-GO, 1994. 27p.

TOLLENAAR, M.; LEE, E. A. Yield potential, yield stability, and stress tolerance in maize. **Field Crop Research**.75: 161-169.

Tabela 3: Valores médios para a interação entre os fatores, híbridos (P2830H; P30F53H; P3646H; P3862H; P30F35H; P4285H e AG7098PRO) e doses de adubação NPK 08-28-16 (0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹) para a variável rendimento de grãos em toneladas ha⁻¹.

Híbridos	Doses (Kg ha ⁻¹)			
	0	60	120	180
P2830H	12.90 aC	14.29 aB	15.24 aA	15.51 aA
P30F53H	9.32 cC	9.67 eC	10.31 dB	11.28 cA
P3646H	9.49 cC	10.65 dB	12.22 cA	11.85 bA
P3862H	11.40 bC	13.60 aA	14.02 bA	12.17 bB
P30F35H	9.16 cB	10.16 dA	10.73 dA	10.81 cA
P4285H	10.80 bB	12.19 bA	12.81 cA	11.10 cB
AG7098PRO	10.85 bC	11.65 cB	12.98 cA	11.69 bB

Medias seguidas das mesmas letras maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

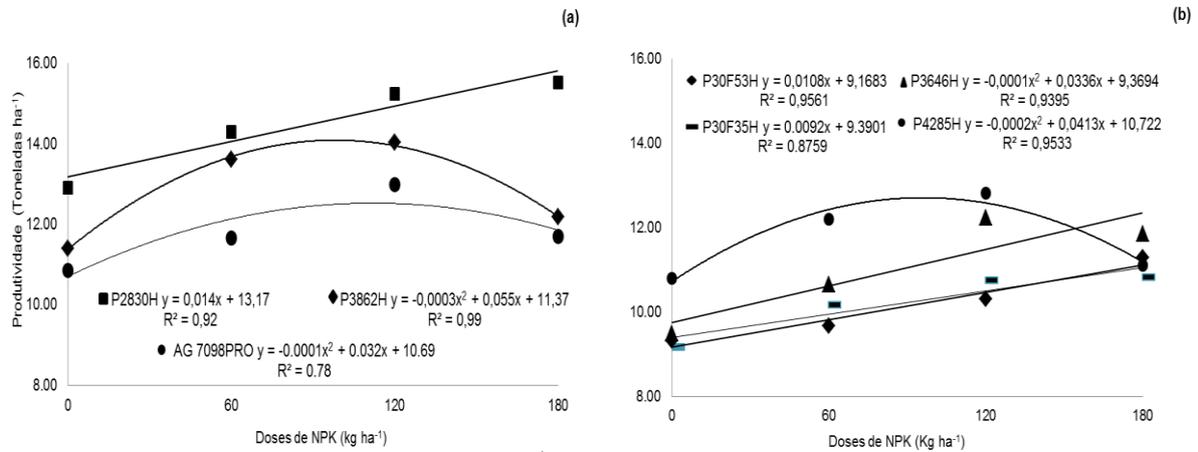


Figura 1: Efeito das doses (0,0; 60; 120 e 180 kg ha⁻¹) do adubo NPK 08-28-16 sobre a produtividade média dos híbridos P2830H; P3862H e AG7098PRO (a) e dos híbridos P30F53H; P3646H; P30F35H e P4285H (b).