

Seleção de progênies endogâmicas de milho por meio de topcrosss conduzidos em ambientes contrastantes quanto ao nível de tecnologia

Camila Rodrigues Castro⁽¹⁾; Cleso Antônio Patto Pacheco⁽²⁾; Cinthia Souza Rodrigues⁽³⁾; Ronald José Barth Pinto⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná. Bolsista CNPQ. E-mail: camila.rcastro@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais. E-mail: cleso.pacheco@embrapa.br; ⁽³⁾ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais. Bolsista CAPES. E-mail: cinthia-sr@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agronomia; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná. E-mail: rjbpinto@uem.br

RESUMO: A quantidade de genótipos a serem avaliados na fase inicial dos programas de melhoramento de milho é muito grande. Isto dificulta a seleção, especialmente se for praticada em um grande número de ambientes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade teórica de implantação de um sistema alternativo de seleção de genótipos promissores, buscando identificar genótipos eficientes em baixo nível de tecnologia e responsivos em alto nível de tecnologia, através da metodologia de avaliação do desempenho da eficiência no uso de nutrientes. Foram avaliadas 283 progênies resultantes dos cruzamentos do topcross 1 (TC1) e 381 dos cruzamentos do topcross 2 (TC2), avaliadas juntamente com 3 testemunhas, em dois experimentos (nível tecnológico alto e baixo). Os experimentos foram dispostos em blocos de Federer, no município de Nossa Senhora das Dores, (SE). Os resultados obtidos permitiram verificar que na seleção de progênies um genótipo classificado como eficiente e responsivo selecionado em dois ambientes contrastantes, terá maior probabilidade de adaptação em outros ambientes, onde será depois lançado do que se tivesse sido selecionado em um desses ambientes específicos.

Termos de indexação: eficiência de utilização, híbridos, estabilidade de produção.

INTRODUÇÃO

O estudo da interação genótipos x ambientes é uma etapa onerosa, ainda mais nas fases iniciais dos programas de melhoramento, onde a quantidade de genótipos a serem avaliados é grande, dificultando a seleção, especialmente se esta for praticada em um grande número de ambientes. Deste modo, a construção e

manutenção de ambientes contrastantes quanto ao nível de tecnologia pode constituir uma ferramenta de interesse para a seleção de genótipos superiores.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura classificando linhagens e cultivares quanto à sua eficiência de produção em baixos níveis de um elemento específico, como N, P ou K, e sua capacidade de responder em níveis elevados, em ambientes contrastantes, construídos para essa finalidade. (Fidélis et al., 2008; Guedes et al., 2009)

No entanto é pouco comum trabalhos que utilizam áreas contrastantes extensas o suficiente para o desenvolvimento de cultivares, e mais raro ainda, a utilização de áreas contrastantes para os três elementos, N, P e K, concomitantemente, representando os extremos ambientais em que as cultivares poderão ser submetidas. (Rodrigues et al., 2013; Castro et al., 2013; Pacheco et al., 2012)

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar genótipos eficientes em baixo nível de tecnologia e responsivos em alto nível de tecnologia, através da metodologia de avaliação do desempenho da eficiência no uso de nutrientes desenvolvida por Fageria e Kluthcouski (1980), sendo os experimentos implantados em ambientes contrastantes quanto ao nível de adubação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área experimental do programa de melhoramento de milho da Embrapa na região Nordeste é representativa do bioma Tabuleiros Costeiros, referenciada pelas coordenadas UTM: 697.454 m N e 8.842.614 m E (24L), com 209 m de altitude. A área faz parte do Campo Experimental Jorge Sobral, localizado no município de Nossa Senhora das Dores, estado de Sergipe, em Latossolo

Amarelo Distrocóeso típico, de classificação textural franco-argiloarenosa. A média anual de precipitação nos últimos 10 anos foi de 1.163 mm.

Com base na análise química do solo, na calagem, na adubação de base e na rotação com a cultura da soja, duas áreas contíguas estão sendo monitoradas para manutenção de dois ambientes contrastantes quanto ao nível de tecnologia empregada, conforme descrito por Pacheco et al (2012). Os ensaios da faixa de alta tecnologia receberam 180,00 kg de N ha⁻¹, 149,80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 85,60 kg de K₂O ha⁻¹ e os ensaios da faixa de baixa tecnologia receberam 45,00 kg de N ha⁻¹, 37,8 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 21,60 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de 535 e 135 kg de 8-28-16+Zn ha⁻¹ na semeadura, e o restante do nitrogênio em cobertura, na forma de uréia, 21 dias após a emergência, respectivamente. Os demais tratamentos culturais, como o controle de ervas daninhas e de pragas, foram idênticos para as duas condições ambientais.

Para esse trabalho, foram considerados os dados resultantes de cruzamentos topcrosses. As 283 progênies que compõe o topcross 1, e as 381 que compõe o topcross 2 foram avaliadas em esquema de blocos aumentados de Federer, em 7 blocos no topcross 1, sendo que 6 possuíam quarenta e nove tratamentos, dos quais três eram as testemunhas intercalares, e 1 bloco com apenas treze tratamento. Já no topcross 2 havia 8 blocos, sendo 7 com 49 tratamentos, incluindo as testemunhas e 1 bloco com 26 tratamentos. As parcelas foram constituídas de uma fileira de 6 m de comprimento com estande final de 21 plantas. Ambos foram instalados nas condições ambientais descritas acima, que permitiram a aplicação da metodologia proposta por Fageria & Kluthcouski (1980). As análises individuais e conjuntas dos dados considerando como efeitos aleatórios: bloco, ambientes, interação tratamentos x ambientes e erro; e como efeito fixo: tratamentos. Foram feitas com o auxílio dos softwares SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises individuais e conjunta de ambos os topcrosses refletiram a qualidade dos dados obtidos nos dois ambientes onde as progênies foram avaliadas. A relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo foi de 2,12 para o topcross 1, e 1,29 no topcross 2. Foram encontradas diferenças significativas entre progênie somente no topcross 1 no nível tecnológico alto (Tabela 1). Nas análises

conjuntas para peso de espigas despalhadas, em ambos os topcrosses, o efeito da interação tratamentos x níveis tecnológicos e seu desdobramento "progênies x níveis tecnológicos" foi não foi significativo (P>0,05). (Tabela 2).

A calibragem das áreas é a parte mais complexa para ajustar a metodologia das áreas contrastantes, mas estas se fazem importantes, porque os materiais selecionados em baixa ou em alta são diferentes dos materiais selecionados na média dos ambientes (Tabela 3).

Os 281 e 384 genótipos do topcross 1 e 2, respectivamente, foram dispostos em quatro classes, resultantes da combinação de dois fatores, segundo sua eficiência na utilização dos nutrientes em baixa disponibilidade e sua capacidade de responder em alta disponibilidade de nutrientes. Como a quantidade de genótipos resultantes nesse trabalho foi muito alta, a identificação de todos os tratamentos em estudo, seria impraticável dada à sobreposição de dados e de difícil visualização. Assim foram selecionados 10% dos materiais que apresentaram melhor desempenho na média dos dois locais, e como as progênies selecionadas posteriormente vão ser usadas "per se" como genitoras de um híbrido, foram destacadas aquelas que além de serem classificadas como eficientes e responsivas reuniam boas características agrônômicas, como baixa porcentagem de plantas acamadas e quebradas, e espigas doentes (Tabela 3). De tal modo entre as 28 progênies selecionadas no topcross 1, destacaram-se: 410292, 410348, 410299, 410104, 410293 e 410229, e entre as 38 progênies do topcross: 420074, 420341, 420206 e 420063 (Figura 1 e 2). Tornando-se excelentes alternativas de linhagens potenciais na produção de híbridos produtivos e com boas características agrônômicas, quando cruzadas com os testadores dos respectivos topcrosses.

Em um estudo comparativo com os resultados de classificação proposta por Fageria & Kluthcouski (1980), com uma análise de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russel (1966), Castro et al. (2013) analisaram esses dois ambientes contrastantes. Entre as 17 cultivares classificadas como eficientes e responsivas apenas duas não se manifestaram como de adaptabilidade geral ou ampla. Pacheco et al. (2012) avaliaram cultivares nesses mesmos ambientes contrastantes quanto ao nível de tecnologia e constataram que a utilização desses ambientes é uma ferramenta útil para

a identificação de cultivares superiores e são condizentes com os resultados obtidos numa série ambiental representativa das principais condições de cultivo de milho da região Nordeste.

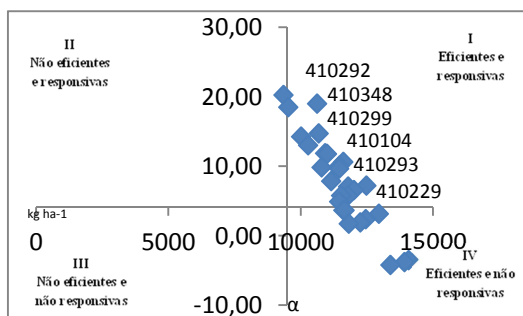


Figura 1 Classificação das progênes (TC1) pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

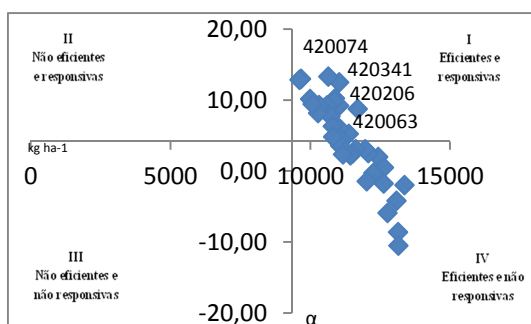


Figura 2. Classificação das progênes (TC2) pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

A classificação desses materiais em função de sua eficiência em produzir em um ambiente com baixo nível de insumos e de responder aos estímulos dados pelo alto nível de insumos, segundo os critérios indica que essa metodologia pode ser especialmente útil na fase inicial dos programas de melhoramento, em que um grande número de genótipos tem que ser avaliado.

CONCLUSÃO

Na seleção de progênes um genótipo classificado como eficiente e responsivo selecionado em pelo menos dois ambientes, terá maior garantia de êxito em outros ambientes, onde será depois lançado do que se tivesse sido selecionado em um ambiente específico.

REFERÊNCIAS

CASTRO, C. R., PACHECO C.A.P., CARVALHO, H. W. L., SANTOS, M.L., CARDOSO, M. J., SILVA, A. R., PINTO, R. J.

B. Seleção de cultivares de milho eficientes e responsivas em dois níveis de tecnologia. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS. Uberlândia-MG, 2013. **Resumo expandidos...** Uberlândia-MG: UFU, 2013, p.2106-2110.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.

FAGERIA, NK and . KLUTHCOUSKI, J. (1980) Metodologia para avaliação das cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo. Brasília: **Circular Técnica nº8, EMBRAPA/CNPAF**, 22p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Screening crop genotypes for minera stresses. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESSES. Lincoln, 1993, **Proceeding**, Lincoln: University of Nebraska, 1993. p.142-159.

FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R.; LEMUS, E. A. E. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo em solos naturais de cerrado. **Bioscience Journal**, 24:39-45, 2008.

GUEDES, F. L. **Evaluation of maize topcrosses under two nitrogen levels.** **Ciência e Agrotecnologia**. 35:1115-1121, 2011.

PACHECO C.A.P., CARVALHO, H. W. L., RESENDE, A. V., PARENTONI, S.N., GUIMARÃES, P. E. O. G., MOREIRA, L. J. G., CARDOSO, M. J. Seleção de Híbridos de Milho em Ambientes Contrastantes Quanto ao Nível de Tecnologia. In: XXIX CONGRESSO DE MILHO E SORGO. Águas de Lindoia-SP, 2012. **Resumos Expandidos...** Viçosa , UFV. 3148p.

RODRIGUES, C. S, PACHECO C.A.P., CARVALHO, H. W. L., SANTOS, M.L., CARDOSO, M. J., SILVA, A. R., PINHO, R. G. V. Metodologia para Seleção de Cultivares de Milho Eficientes e Responsivas em Dois Níveis de Tecnologia.In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Uberlândia-MG, 2013. **Resumo expandidos...**Uberlândia-MG: UFU p. 2125-2129.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT software: changes and enhancements, release 6.07.

Cary: Statistical Analysis System Institute, Technical Report P-229).
1992. chapter 16: The GLM procedure. (SAS).

Tabela 1. Análise de variância individual do topcross 1 e topcross 2, avaliados na safra agrícola 2010/11 no nível de tecnologia baixo e alto

Análises Individuais	Quadrados médios					
	PESP					
FV	GL TC1	TC1 Baixo	TC1 Alto	GL TC2	TC2 Baixo	TC2 Alto
Blocos	6	268051,7 ^{ns}	1502042 ^{ns}	8	639847,8 ^{ns}	1150669,2 ^{ns}
Tratamento	286	2517796,1 ^{ns}	4208626,3*	383	2010974,9 ^{ns}	2304656,2*
Testemunhas	2	6699994 ^{ns}	7065474*	2	16289976	10031037*
Progênes	283	2488733 ^{ns}	4127231*	380	1929548 ^{ns}	2100404 ^{ns}
Test. vs Prog.	1	2378342 ^{ns}	21529947*	1	4395084,5 ^{ns}	64467567,5*
Erro	12	2684424,7	1269159	16	1822577,2	1415444,2
Médias						
Geral		9483	10751		9339	10637
Test.		9854	11840		9764	12268
Progênie		9480	10740		9335	10624

PESP: peso de espigas despalhada; *,^{ns} Significativo e não significativo respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Análise conjunta do topcross 1 (TC1) e topcross 2 (TC2) avaliados na safra agrícola 2010/11 em dois níveis de tecnologia (baixo e alto)

Análise Conjunta	Quadrados médios			
	PESP			
FV	GL TC1	Conjunta TC1	GL TC2	Conjunta TC2
Níveis Tecnológicos (NT)	1	230598495*	1	323777081*
Tratamentos	286	5107694,9*	383	3412058,2*
Progênes	283	5141880,8*	380	3419735,3*
Testemunhas	2	1228151 ^{ns}	2	2071012,5 ^{ns}
Prog. vs Test.	1	3192187 ^{ns}	1	3176847 ^{ns}
Trat x NT	286	2278207,7 ^{ns}	383	1308184,5 ^{ns}
Progênes x NT	283	2294305,8 ^{ns}	380	1308252,3 ^{ns}
Tests x NT	2	738465,5 ^{ns}	2	852878 ^{ns}
(Prog. vs Test) x NT	1	801920,5 ^{ns}	1	2193033,7 ^{ns}
Erro Efetivo	24	1976791,6	32	1619010,7
Médias				
Geral		10117		9997
Test.		10842		10702
Progênie		10110		9971

PESP: peso de espigas despalhada; *,^{ns} Significativo e não significativo respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Ranque na conjunta e nos ambientes individualmente dos híbridos topcrosses com melhores médias e baixas porcentagem de acamamento e quebramento, e de espiga doente.

	Média Conjunta	Peso de espiga - Nível Tecnológico baixo (kg ha ⁻¹)	Peso de espiga- Nível Tecnológico alto (kg ha ⁻¹)	Classificação	%AC +PQ	%NED
Progênes TC1		Topcross 1				
410292	1º 13575	5º 10622	1º 16528	ER	1	0
410348	2º 13034	2º 11471	4º 14596	ER	0	0
410299	3º 12975	4º 10688	3º 15262	ER	3	5
410104	4º 12776	3º 10934	5º 14617	ER	3	3
410293	5º 12511	6º 9360	2º 15662	ER	1	3
410229	6º 12231	1º 11666	6º 12795	ER	1	5
2B707	10306	8755	11856	NER	12	2
AG7088	11590	10342	12837	ER	12	5
BRS1040	10481	10134	10828	ENR	4	3
Progênes TC2		Topcross 2				
420074	1º 12720	3º 10653	1º 14787	ER	3	2
420341	2º 12200	1º 11386	3º 13014	ER	12	9
420063	3º 11797	2º 10813	4º 12781	ER	2	7
420206	4º 11580	4º 10000	2º 13160	ER	10	2
2B707	10007	8213	11800	NER	16	3
AG7088	12042	10607	13476	ER	17	3
BRS1040	11000	10473	11526	ENR	15	1

ER-Eficiente e Responsivo; ENR- Eficiente e não responsivo.