

Adaptabilidade e estabilidade de híbridos convencionais e transgênicos comerciais de milho no Meio-Norte brasileiro

Milton José Cardoso⁽¹⁾; Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁽²⁾; Leonardo Melo Pereira Rocha⁽³⁾; Cleso Antônio Patto Pacheco⁽⁴⁾; Paulo Evaristo Oliveira Guimarães⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Eng. Agrôn., D.Sc., pesquisador Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. E-mail: milton.cardoso@embrapa.br; ⁽²⁾ Eng. Agrôn., M.Sc., pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe; ⁽³⁾ Eng. Agrôn., Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Eng. Agrôn., D.Sc., pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Na safra 2012/2013, 38 híbridos (oito convencionais-HC e 30 transgênicos-HT) comerciais de milho foram submetidos a oito ambientes do Meio-Norte do Brasil, visando identificar a adaptabilidade e a estabilidade para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com duas repetições. Constataram-se, na análise de variância conjunta, diferenças entre os híbridos e os ambientes e um comportamento inconsistente desses ante as variações ambientais, no tocante ao caráter rendimento de grãos (RG), destacando-se com melhor adaptação os materiais com RG superior à média geral (6.609 kg ha^{-1}). Os HT AS 1580 PRO, 2 B 810 PW, AS 1581 PRO, DKB 370 PRO, 2 B 707 PW, 2 B 339 HX, AS 1598 PRO, 2 B 587 PW, 2 B 433 HR, DKB 390 PRO, 2 B 604 HX, AS 1596 RR2 e os HC 2 M 70 e 2 M 77 evidenciaram adaptabilidade ampla ($b=1$ e $b_0 > \text{média geral}$) e alta estabilidade nos ambientes estudados ($R^2 > 80\%$), constituindo-se em excelentes alternativas para a agricultura regional.

Termos para indexação: *Zea mays*, interação genótipo x ambiente, estabilidade

INTRODUÇÃO

O milho no Meio-Norte brasileiro vem apresentando, nos últimos anos, um cenário bastante diferente no que se refere à adoção de novas tecnologias, quanto à taxa de utilização de sementes de milho de cultivares de alto potencial genético (híbridos simples e triplos) e de cultivares transgênicos com tolerância a lagartas e a herbicidas. Nessa região, a utilização dessas cultivares tem elevado o rendimento de grãos (RG) superior a $10,0 \text{ t ha}^{-1}$, tanto no âmbito experimental, quanto em plantios comerciais, conforme Cardoso et al. (2012) e Carvalho et al. (2011).

A integração da estabilidade com o RG é importante quanto à finalidade de selecionar cultivares de melhor adaptabilidade e estabilidade de produção (Aremu et al., 2008). O planejamento e as estratégias de melhoramento são em grande parte dependentes da avaliação da magnitude das interações genótipos x ambientes, podendo ainda serem fatores determinantes na recomendação de cultivares (Vencovsky & Barriga, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade do RG de cultivares convencionais e transgênicos de milho submetidas a diferentes condições ambientais do Meio-Norte brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Trinta e oito híbridos (oito convencionais e 30 transgênicos) comerciais de milho, com origem de empresas privadas, foram avaliados nos municípios de Colinas, Brejo, Balsas, São Raimundo das Mangabeiras e Mata Roma, no Maranhão e Nova Santa Rosa, Uruçuí e Teresina, no Piauí, na safra 2012/2013.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m e com 0,20 m entre covas, dentro das fileiras. As duas fileiras centrais foram colhidas para determinação do RG. As adubações realizadas seguiram as orientações dos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os dados de RG foram submetidos à análise de variância, considerando-se o efeito de tratamentos como fixo e os demais como aleatórios. Em seguida, foi realizada a análise conjunta dos experimentos. Para isso, verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (Gomes, 1990).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partição dos quadrados médios da análise de adaptabilidade mostrou que ocorreram diferenças ($p < 0,01$) para todos os efeitos, evidenciando diferenças entre os ambientes e as cultivares, além de mostrar que as cultivares apresentaram comportamento diferenciado diante da variação ambiental, revelando a necessidade de se realizar um estudo para identificar os materiais de maior adaptabilidade e estabilidade de produção. Constatou-se também que houve significância

($p < 0,01$) para o componente linear de ambiente, indicando a presença de variação significativa que proporcionam alterações nas médias dos genótipos. A interação cultivar x ambiente linear foi também significativa ($p < 0,01$) o que sugere que a variação dos ambientes é explicada pela regressão linear. A significância dessa interação revela também a existência de diferenças entre as 38 cultivares, quanto aos seus componentes lineares frente aos ambientes estudados.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na Tabela 1. Verifica-se que as médias (b_0) de RG nos híbridos oscilaram de 5.967 kg ha⁻¹ a 7.468 kg ha⁻¹, com média geral de 6.609 kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação os materiais com RG superiores à média geral (Vencovsky & Barriga, 1992), sobressaindo os híbridos AS 1580 PRO, 2 B 810 PW, 2 B 710 PW e AS 1581 PRO.

Os coeficientes de regressão linear variaram de 0,53 a 1,45, respectivamente, nos híbridos AS 3421 YG e 2 A 525 HX, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Considerando os dezoito híbridos que mostraram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), cinco apresentaram os coeficientes de regressão diferentes da unidade e os treze restantes apresentaram esses desvios semelhantes à unidade, revelando que o conjunto estudado mostrou comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis. Os híbridos 2 B 710 HX, BM 840 e 2 A 525 HX mostraram-se exigentes nas condições desfavoráveis ($b > 1$), justificando suas recomendações para as condições favoráveis de ambiente. Os híbridos AS 3421 YG e AS 1575 mostraram-se pouco exigentes nas condições desfavoráveis, sugerindo suas recomendações para essa classe de ambientes. Quanto à estabilidade, grande parte dos materiais, apresentou as estimativas dos desvios de regressão estatisticamente diferentes de zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes considerados. Outros cultivares apresentaram esses desvios semelhantes à unidade evidenciando alta estabilidade nos ambientes estudados. No entanto, Cruz et al. (1989) consideraram que aqueles materiais que apresentaram estimativas de $R^2 > 80\%$ não devem ter seus graus de previsibilidade prejudicados.

Considerando os resultados apresentados, infere-se, então, que os híbridos AS 1580 PRO, 2 B 810 PW, AS 1581 PRO, DKB 370 PRO, 2 B 707 PW, 2 B 339 HX, AS 1598 PRO, 2 B 587 PW, 2 B 433 HR, 2 M 70, DKB 390 PRO, 2 B 604 HX, 2 M 77 e AS 1596 RR2 evidenciaram adaptabilidade ampla ($b = 1$ e $b_0 > \text{média geral}$) e alta estabilidade nos ambientes estudados ($R^2 > 80\%$), constituindo-se em excelentes alternativas para a agricultura regional.

Os híbridos apresentam desempenho diferenciado nos ambientes desfavoráveis.

Os híbridos que expressam adaptabilidade ampla tais como os AG 7088, DAS 8480, 2 B 710, P 30 P 70, 2 B 688, DKB 177, tornam-se de grande interesse para exploração nos diferentes sistemas de produção do Meio-Norte do Brasil.

Os híbridos transgênicos comerciais AS 1580 PRO, 2 B 810 PW, AS 1581 PRO, DKB 370 PRO, 2 B 707 PW, 2 B 339 HX, AS 1598 PRO, 2 B 587 PW, 2 B 433 HR, DKB 390 PRO, 2 B 604 HX, AS 1596 RR2, e os híbridos convencionais comerciais 2 M 70 e 2 M 77 evidenciam adaptabilidade ampla e alta estabilidade nos ambientes estudados, constituindo-se em excelentes alternativas para a agricultura do Meio-Norte brasileiro.

REFERÊNCIAS

AREMU, C. O.; ADEBAYO, M. A.; ADENIJI, O, T. Seasonal performance of cowpea (*Vigna unguiculata*) in humid tropics using GGE biplot. **Analysis. World Journal of Biological Research**, v. 1, p. 8-13, 2008.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; ROCHA, L. M. P.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PARENTONY, S. N.; OLIVEIRA, I. R. Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio Norte brasileiro. **Revista Ciência Rural**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 346-353 2012.

CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, I. R.; PACHECO, C. A. P.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; RIBEIRO, S. S. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, URCAMP, Bagé, v. 13, n. 1, p. 15-29, 2011.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 567 a 580, 1989.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª Ed. São Paulo. Nobel, 1990. 450p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

CONCLUSÃO

Tabela 1 - Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 38 cultivares (oito convencionais e 30 transgênicos) comerciais de milho em oito ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safra 2012/2013.

Cultivares	RG (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
AS 1580 PRO	7468a	6594	8342	0,84 ns	-0,25 ns	0,59 ns	3891452,94 *	75
2B 810 PW	7253a	6068	8439	1,20 ns	0,99 **	2,19 **	619635,89 ns	96
2B 710 HX	7082a	5689	8476	1,25 *	-0,20 ns	1,06 ns	-1511820,69 ns	98
AS 1581 PRO	7052a	5583	8522	1,15 ns	0,38 ns	1,54 *	3579931,72 *	89
BM 840 PRO	6913b	5576	8250	1,25 *	0,22 ns	1,47 *	3574079,83 *	89
DKB 370 PRO	6911b	5760	8063	1,00 ns	-0,17 ns	0,83 ns	3484510,99 *	82
2B 707 PW	6875b	5812	7939	1,02 ns	-0,01 ns	1,02 ns	-6865,48 ns	93
2A 525 HX	6853b	5185	8523	1,45 **	-1,48 **	-0,03 **	6237691,70 **	85
2B 339 HX	6851b	6023	7678	0,90 ns	0,38 ns	1,28 ns	304692,36 ns	92
AS 1598 PRO	6817b	5902	7733	0,99 ns	0,32 ns	1,30 ns	12500159,68 **	70
2B 587 PW	6785b	5716	7855	0,98 ns	0,88 **	1,86 **	623466,30 ns	94
2B 433 HR	6775b	5737	7813	0,97 ns	0,02 ns	0,99 ns	-1242740,84 ns	96
2M70 ^C	6764b	5546	7982	1,12 ns	0,07 ns	1,20 ns	2565200,54 *	89
AS 3421 YG	6731b	6272	7190	0,53 **	-0,12 ns	0,41 **	10001812,97 **	38
DKB 390 PRO	6715b	5532	7899	0,96 ns	0,62 *	1,58 **	2189515,32 ns	89
2B 604 HX	6701b	5776	7626	0,96 ns	-0,09 ns	0,87 ns	2554099,71 *	84
2 M 77 ^C	6698b	5315	8082	1,19 ns	-0,33 ns	0,86 ns	685740,89 ns	92
AS 1596 RR2	6696b	5902	7491	0,82 ns	-0,36 ns	0,46 *	3427342,08 *	74
AS 1575 ^C	6643b	5710	7576	0,75 *	0,21 ns	0,96 ns	1595803,40 ns	83
30 A 91 HX	6542c	5476	7608	0,98 ns	0,42 ns	1,41 ns	310186,20 ns	93
BM 820 ^C	6534c	5043	8024	1,37 **	0,11 ns	1,48 *	3630392,82 *	91
DKB 175 PRO	6524c	5863	7187	0,91 ns	-0,32 ns	0,59 ns	6571067,05 **	70
20 A 55 HX	6499c	5243	7756	1,11 ns	0,21 ns	1,32 ns	1287818,46 ns	92
DKB 177 PRO	6499c	5327	7671	1,08 ns	0,24 ns	1,32 ns	8217610,79 **	79
AS 1555 YG	6480c	5681	7279	0,68 *	-0,47 ns	0,21 **	-1449426,27 ns	92
2 M 90 ^C	6458c	5160	7756	1,18 ns	0,33 ns	1,51 *	666686,26 ns	94
30 A 16 HX	6446c	5346	7547	0,97 ns	-0,13 ns	0,84 ns	872685,38 ns	89
BM 709 ^C	6437c	5432	7444	1,01 ns	0,10 ns	1,11 ns	125960,42 ns	93
2B 688 HX	6403c	5543	7264	0,98 ns	0,19 ns	1,17 ns	2424130,84 ns	87
30 A 95 HX	6396c	5393	7399	0,97 ns	-0,18 ns	0,79 ns	671122,30 ns	89
DKB 799 ^C	6296c	5652	6941	0,85 ns	-1,46 **	-0,62 **	6129005,79 **	69
2B 655 HX	6293c	5365	7221	1,03 ns	-0,08 ns	0,95 ns	5407000,79 **	80
2B 512 HX	6262c	5352	7173	0,89 ns	0,04 ns	0,93 ns	1383896,60 ns	86
DKB 330 YG	6203c	5015	7392	1,13 ns	-0,34 ns	0,79 ns	4918600,24 **	82
DKB 350 PRO	6202c	5131	7274	0,89 ns	0,17 ns	1,06 ns	3555606,91 *	81
20 A 78 HX	6166c	5614	6719	0,72 *	0,41 ns	1,13 ns	2067340,57 ns	82
AS 1660 PRO	5967c	4863	7070	0,99 ns	0,00 ns	0,98 ns	-364791,64 ns	93
SHX 790 ^C	5957c	5085	6830	0,92 ns	-0,35 ns	0,58 ns	662857,33 ns	88

^C Híbridos convencionais, os demais são híbridos transgênicos. ** e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁+ b₂. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s²_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%)=10,4 e RG= 6.609 kg ha⁻¹.