

Adaptabilidade e estabilidade de grãos de cultivares comerciais de milho no Meio-Norte Brasileiro na safra 2011/2012*

Milton José Cardoso¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Leonardo Melo Pereira Rocha³, Cleso Antônio Patto Pacheco⁴, Paulo Evaristo Oliveira Guimarães⁴

*Trabalho financiado com recursos do MacroPrograma 02/Embrapa 02.

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento. Caixa Postal 01 CEP 64006-220 Teresina, PI, Brasil. E-mail: milton.cardoso@embrapa.br; ² Eng. Agrônomo. M.Sc., Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Setor de Pesquisa e Desenvolvimento. Caixa Postal 44, CEP 49025-040, Aracaju, SE, Brasil. E-mail: helio.carvalho@embrapa.br; ³ Eng. Agrônomo, Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Setor de Transferência de Tecnologia. Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG, Brasil. E-mail: leonardo.rocha@embrapa.br; ⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: cleso.pacheco@embrapa.br; paulo.guimaraes@embrapa.br

RESUMO – Em razão das distintas condições ambientais existentes na região Meio-Norte do Brasil, há necessidade de se conhecer o comportamento das variedades e híbridos de milho lançadas anualmente no mercado regional, tanto por empresas públicas quanto particulares. O objetivo deste trabalho foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de milho comercial, quando submetido a diferentes condições ambientais do Meio-Norte do Brasil. Para isso, procedeu-se à avaliação de 45 cultivares em dez ambientes, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Detectaram-se diferenças entre os híbridos e os ambientes e comportamento inconsistente desses híbridos na média dos ambientes. Os que mostraram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$) tornam-se de importância para a agricultura regional, tais como: BI 9076 PRO, P 3862 H, 30 K 64 H, 8 K 90007 HX, entre outros.

Palavras-chave: *Zea mays*, híbridos, variedades, interação genótipo x ambiente.

Adaptability and stability of commercial corn cultivars in Mid-North Brazilian crop in 2011/2012

Abstract - Because of the different environmental conditions in the Mid-North region of Brazil, it is necessary to know the behavior of varieties and corn cultivars released annually in the regional market, both public and private companies. The objective of this work was to know the grain yield of commercial corn cultivars when submitted to different environmental conditions of the Mid-North of Brazil. Were evaluated 45 cultivars in ten environments, being used the blocks randomized design with three replications. Differences were detected between the hybrids and the environments and inconsistent behavior of those hybrids from the environments. Those that showed wide adaptability ($b_0 >$ general average and $b_1 = 1$) become of importance for the regional agriculture, such as: BI 9076 PRO, P 3862 H, 30 K 50 H, 8 K 90007 HX, among others.

Keywords: *Zea mays*, hybrids, varieties, genotype x environment interaction.

INTRODUÇÃO

A seleção de cultivares com alto potencial para a produtividade de grãos, elevada estabilidade de produção e alta capacidade de adaptação às condições ambientais para as quais será indicada, aliada às características agronômicas superiores, é o principal objetivo dos programas de melhoramento genético vegetal (ALLARD, 1999). Para que o genótipo ideal possa ser identificado, é necessária a realização de experimentos em diferentes locais contrastantes, em que vários genótipos são avaliados (CARGNIN et al., 2006). Entretanto, para determinados caracteres de interesse, a exemplo de produtividade de grãos, ocorre a interação genótipos x ambientes, que é uma resposta diferencial dos genótipos frente à modificação ambiental (ALLARD, 1999).

A interação genótipos x ambientes não interfere apenas na recomendação de cultivares, mas também dificulta o trabalho do melhorista, que precisa adotar critérios diferenciados para selecionar genótipos superiores e usar métodos alternativos de identificação de material de alto potencial genético (CRUZ & REGAZZI, 1997). Sendo assim, o componente da interação genótipos x ambientes está altamente relacionado com a cultura do milho cultivada em ambientes distintos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares comercial de milho, na região Meio-Norte do Brasil, quanto a produtividade de grãos, na safra 2011/2012, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios, compostos por 45 cultivares comercial de milho, foram instalados no Meio-Norte brasileiro na safra 2011/2012. Os municípios foram Mata Roma, Colinas, São Raimundo das Mangabeiras, Brejo, Paraibano e Balsas, no Maranhão e Teresina, Uruçuí, Bom Princípio e Nova Santa Rosa, no Piauí. Esses municípios estão localizados entre as latitudes 3° 11', em Bom Princípio e 8° 24', em Nova Santa Rosa (Tabela 1). Os dados pluviométricos registrados no período experimental estão na Tabela 2.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios onde foram instalados os ensaios de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Meio-Norte do Brasil. Safra 201/2012.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Colinas/MA*	06°05'	44°05'	431
Mata Roma/MA*	03°42'	43°11'	127
São Rdo. Mangabeiras/MA*	06°49'	45°24'	475
Brejo/MA*	03°41'	42°55'	104
Paraibano/MA*	06°18'	43°57'	196
Balsas/MA	07°32'	46°02'	247
Uruçuí/PI*	07°30'	44°12'	445
Teresina /PI*	05°02'	42°47'	80
Bom Princípio/PI	03°11'	41°37'	70
Nova Santa Rosa/PI*	08°24'	45°55'	469

Fonte: *Dados determinados nas áreas experimentais com GPS. IBGE, cadastro de cidades e vilas do Brasil 1999 e malha municipal digital do Brasil.

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) mensais ocorridos durante o período experimental para avaliação da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Meio-Norte do Brasil. Safra 2011/2012.

	2011	2012						Total
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
Piauí								
Teresina	(-)	-	317,1	254,0	121,0	31,3	25,4	748,80
Bom Princípio			170,2	212,4	55,4	30,3	125,3	593,60
Urucuí	79,7	222,3	78,8	140,5	49,7	-	-	571,00
Nova Santa Rosa	83,4	232,5	80,3	137,2	45,6	-	-	579,00
Maranhão								
Balsas	80,2	205,8	90,5	150,2	43,2	-	-	569,90
São Raimundo das Mangabeiras	73,3	218,4	80,3	141,9	46,4	-	-	560,30
Paraibano	-	198,5	100,4	132,6	50,7	20,4	-	502,6
Colinas	-	225,5	92,3	148,5	48,7	22,4	-	537,4
Mata Roma			184,5	148,5	46,5	9,5	46,0	435,0
Brejo	-		161,2	140,4	49,6	12,5	32,3	396,0

Dados obtidos com pluviômetro instalados próximos as áreas experimentais em cada localidade. (-) dados não coletados fora do período de condução dos ensaios.

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 da produtividade de grãos corrigida para 13 % de umidade. As adubações realizadas nesses ensaios seguiram as orientações dos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os dados de produtividade de grãos 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, 1985). Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectada a presença da interação cultivares x ambientes, mostrando o comportamento diferenciado das cultivares frente ao ambiente. A amplitude de variação na produtividade média de grãos (b_0) foi de 7206 kg ha⁻¹ a 10484 kg ha⁻¹, com média geral de 8871 kg ha⁻¹ (Tabela 3), evidenciando o alto potencial para a produtividade de grãos do conjunto avaliado, destacando-se com melhor adaptação, os materiais com produtividades médias de grãos superiores à média geral (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

A análise de variância conjunta possibilita a verificação do efeito significativo de genótipos, ambientes e também da interação genótipos x ambientes, quanto ao caráter produtividade de grãos, o que é evidência de que as classificações dos genótipos não foram coincidentes nos ambientes de avaliação. Interações significativas entre genótipos e ambientes, quanto a produtividade de grãos em milho, vêm sendo relatadas com frequência

em trabalhos de avaliação de cultivares no Nordeste Brasileiro (CARVALHO et al., 2011 e CARDOSO et al., 2012).

Tabela 3. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 45 cultivares de milho em dez ambientes, no Meio-Norte do Brasil na safra 2011/2012.

Cultivares	Produtividade de grãos média (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BI 9435 PRO	10484a	7910	11587	1,78**	3,15**	4,92**	1593980**	72
8 K 90007 HX	9862b	7965	10675	1,35ns	-0,32ns	1,03ns	-223252ns	94
30 R 50 H	9802b	8349	10425	1,06ns	-4,17**	-3,10**	1554471**	50
BG 9619 PRO	9795b	7437	10806	1,68**	0,52ns	2,20ns	-196258ns	95
30 K 64 H	9737b	8042	10463	1,24ns	-1,30ns	-0,05ns	-203499ns	92
DKB 399	9677b	7655	10544	1,40ns	0,30ns	1,70ns	1287042**	62
BI 9076 PRO	9585b	8087	10227	1,12ns	0,67ns	1,79ns	148057ns	77
P 3696 H	9563b	7610	10401	1,39ns	-1,01ns	0,38ns	245701ns	80
2 B 710 HX	9397c	7213	10333	1,54**	0,28ns	1,83ns	-164606ns	94
BH 9727 PRO	9384c	7047	10386	1,60**	-1,42ns	0,18ns	246897ns	84
7 B 7366 HX	9369c	8822	9604	0,39**	0,68ns	1,07ns	75661ns	35
P 3862 H	9368c	6691	10516	1,84**	-1,66ns	0,19ns	165990ns	89
1 F 640	9364c	7939	9974	0,99ns	-1,21ns	-0,22ns	470027*	60
DKB 330 YG	9277c	7823	9900	1,10ns	3,25**	4,35**	-111423ns	90
AS 1590 YG	9274c	8231	9721	0,78ns	2,71*	3,50*	-192042ns	88
SYB 7 B 28 VIP	9255c	7690	9925	1,05ns	-2,09ns	-1,05ns	558785*	61
BRS 1055	9184c	8329	9551	0,61ns	0,49ns	1,11ns	15515ns	58
BH 9546	9172c	7564	9861	1,10ns	0,46ns	1,56ns	476890*	66
3 H 842	9136c	7808	9705	0,97ns	-0,28ns	0,70ns	581625*	56
30 F 53 HR	9128c	7374	9880	1,26ns	-2,58*	-1,32*	523996*	70
2B 678	9100c	7353	9849	1,24ns	-0,18ns	1,06ns	-167159ns	91
BH 8547	9059c	7258	9831	1,25ns	-0,23ns	1,02ns	568783*	69
AS 1596 RR2	9035c	7700	9607	0,94ns	0,95ns	1,89ns	383957ns	63
P 4285 H	8947c	7822	9430	0,85ns	-0,27ns	0,58ns	539142*	51
BRS 1060	8920c	7235	9642	1,18ns	1,67ns	2,85ns	-319861ns	97
BRS 1040	8908c	8318	9161	0,49*	-0,52ns	-0,02ns	-191295ns	63

30 K 73 H	8894c	7935	9306	0,65ns	0,72ns	1,37ns	933208**	33
AS 1596	8862c	7445	9469	1,09ns	-1,15ns	-0,06ns	254569ns	71
DKB 117 RR2	8831c	7608	9356	0,87ns	0,29ns	1,16ns	-232426ns	88
IMPACTO TL	8629d	6718	9448	1,29ns	0,63ns	1,92ns	-66180ns	88
DKB 245	8563d	7236	9133	0,92ns	-1,13ns	-0,21ns	192210ns	66
STATUS VIP	8547d	7421	9029	0,76ns	0,45ns	1,21ns	492507*	48
AS 1555 YG	8475d	8149	8615	0,38**	0,21ns	0,59ns	359260ns	22
BRS 1030	8437d	6936	9080	1,02ns	0,61ns	1,63ns	-265932ns	93
IMPACTO	8254d	7215	8699	0,70ns	0,46ns	1,15ns	548342*	43
3 H 813	8247d	6906	8822	0,99ns	-0,67ns	0,32ns	116217ns	72
BRS 2022	8044e	7321	8354	0,58*	2,17ns	2,75ns	-145332ns	77
2 E 530	7959e	6672	8511	0,91ns	1,04ns	1,95ns	-287567ns	93
AS 1565	7946e	7567	8108	0,25**	1,60ns	1,86ns	1065411**	14
SHS 5550	7869e	6267	8556	1,11ns	-1,04ns	0,07ns	641725**	61
1 G 748	7834e	6821	8269	0,75ns	-1,28ns	-0,53ns	1093338**	33
BRS 2020	7832e	6920	8223	0,65ns	-0,90ns	-0,26ns	-55592ns	63
SHS 7090	7683e	7036	7961	0,44**	-2,65*	-2,21**	-114264ns	64
PRE 12 S 12	7291f	5614	8010	1,10ns	0,66ns	1,76ns	701661**	61
BRS 4103	7206f	6890	7342	0,29**	2,08ns	2,38ns	-138695ns	60

** e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b_1 , b_2 e $b_1 + b_2$. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s^2_d . As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV(%) = 10 e produtividade de grãos média 8.871 kg ha⁻¹.

Em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade doze cultivares mostraram os coeficientes de regressão diferentes da unidade e trinta e três apresentaram esses desvios semelhantes à unidade, revelando que o conjunto avaliado mostra comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis. Verificando-se o comportamento das vinte e sete cultivares de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), observa-se que as estimativas do coeficiente de regressão (b_1) oscilaram de 0,39 a 1,84, respectivamente, nas cultivares 7 B 7366 HX e P 3862 H, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Nesse grupo de melhor adaptação, sete cultivares mostraram ser exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), sugerindo suas recomendações para as condições favoráveis, duas cultivares mostraram ser poucas exigentes nessas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$), sugerindo suas recomendações para as condições desfavoráveis de ambiente e, vinte cultivares, desse grupo, apresentaram seus coeficientes de regressão semelhantes a unidade, evidenciando adaptabilidade ampla, consolidando-se em alternativas importantes para a agricultura regional. No que se refere à estabilidade de produção, vinte e duas cultivares mostraram os desvios da regressão diferentes de zero, mostrando baixa estabilidade nos ambientes considerados. No entanto, Cruz et

al.(1989) consideram que aqueles materiais com valores de $R^2 > 80\%$ não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos.

CONCLUSÕES

1. Cultivares de milho mostram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$).
2. As cultivares BI 9435 PR, 8 K 90007 H, BG 9619 PR, P 3862 H, BH 9727 PRO destacam-se para as condições favoráveis de ambientes, enquanto que, as 7 B 7366 HX e AS 1555 YG justificam suas recomendações para as condições desfavoráveis de ambientes.
3. As cultivares que evidenciam adaptabilidade ampla ($b_1 = 1$) consubstanciam-se em excelentes alternativas para exploração comercial nos diferentes ambientes, a exemplo das cultivares BI 9076 PRO, P 3862 H, 30 K 64 H, 8 K 90007 HX.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 2nded. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254p.
- CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicação em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.987-993, 2006.
- 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**, 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, v.13, n.1, p.15-29, 2011.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** . 2.ed. VIÇOSA: ufv, 1997. 390P.
- 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.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1992. 496p.