

Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro¹

Maize-cultivar identification based on phenotype-stability analysis in the Mid-Northern region of Brazil

Milton José Cardoso^{2*}, Hélio Wilson Lemos de Carvalho³, Leonardo Melo Pereira Rocha⁴, Cleso Antônio Patto Pacheco⁵, Lauro José Moreira Guimarães⁵, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁵, Sidney Netto Parentony⁵ e Ivênio Rubens de Oliveira⁶

Resumo - O objetivo deste trabalho foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais do Meio-Norte brasileiro. Para isso, procedeu-se à avaliação de 22 híbridos, em uma rede experimental, e de 20 cultivares (variedades e híbridos) em outra rede, em diferentes ambientes, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Os híbridos mostraram melhor adaptação que as variedades. Em ambas as redes detectaram-se diferenças entre os genótipos e os ambientes e comportamento inconsistente desses genótipos na média dos ambientes. As cultivares diferiram quanto a adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis. Entre as cultivares de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), os híbridos PL 1335 e SHS 5050 e a variedade SHS 500 mostraram-se exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e o híbrido SHS 5070 e a variedade AL 34 mostraram ser pouco exigentes nessas mesmas condições ($b_1 < 1$). Os híbridos que mostraram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$) tornam-se de importância para a agricultura da região, tais como: DKB 390, DAS 8480, DKB 455, BRS 1010, BRS 1030, dentre outros.

Palavras-chave - *Zea mays*. Variedade. Híbrido. Interação genótipo x ambiente.

Abstract - The objective of this study was to determine the adaptability and stability of varieties and hybrids of corn, when subjected to different environmental conditions in the Mid-Northern region of Brazil. For this, we proceeded to the assessment of 22 hybrids in an experimental grid, and 20 cultivars (varieties and hybrids) in another grid, in different environments, using an experimental design of randomized blocks with three replications. The hybrids showed better adaptation than did the varieties. In both grids differences were detected among genotypes and environments, and inconsistent behavior of these genotypes was detected across the average of the environments. The cultivars differed in their adaptability in unfavorable environments. Among those cultivars which best adapted ($b_0 >$ overall average), the hybrids PL 1335 and SHS 5050, and the variety SHS 500, showed to be demanding under unfavorable conditions ($b_1 > 1$) and the hybrid SHS 5070 and variety AL 34, proved to be undemanding under these same conditions ($b_1 < 1$). The hybrids which demonstrated wide adaptability ($b_0 >$ overall average and $b_1 = 1$) such as: DKB 390, DAS 8480, DKB 455, BRS 1010 and BRS 1030, among others, become important for agriculture in the region.

Key words - *Zea mays*. Variety. Hybrid. Genotype x environment interaction.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 08/10/2010; aprovado para 07/11/2011

Trabalho financiado pela Embrapa MacroPrograma 03, Projeto 0303145000

²Embrapa Meio-Norte, Área Fitotecnia, Caixa Postal 01, Teresina-PI, Brasil, 64.006-220, miltoncardoso@cpamn.embrapa.br

³Embrapa Tabuleiros Costeiros, Área Genética e Melhoramento de Plantas, Caixa Postal 44, Aracaju-SE, Brasil, 49.025-040, helio@cpatc.embrapa.br

⁴Embrapa Milho e Sorgo, Área Transferência da Informação, Caixa Postal 151, Sete Lagoas-MG, Brasil, 35.701-970, leonardo@cnpms.embrapa.br

⁵Embrapa Milho e Sorgo, Área Genética e Melhoramento de Plantas, Caixa Postal 151, Sete Lagoas-MG, Brasil, 35.701-970, cleso@cnpms.embrapa.br, lauro@cnpms.embrapa.br, evaristo@cnpms.embrapa.br, sidney@cnpms.embrapa.br

⁶Embrapa Tabuleiros Costeiros, Área Fitotecnia, Caixa Postal 44, Aracaju-SE, Brasil, 49.025-040, ivenio@cpatc.embrapa.br

Introdução

O Meio-Norte brasileiro apresenta uma extensa fronteira agrícola favorável à expansão da área cultivada e ao aumento da produtividade, caso seja ampliada a adoção de inovações tecnológicas (EMBRAPA, 2000). As áreas de cerrados localizadas nos estados do Maranhão e do Piauí vêm sendo exploradas também por produtores de outras regiões do país, os quais vêm desenvolvendo sistemas de produção bastante tecnificados, com uso maciço de sementes de milho híbrido.

Em razão de essa região apresentar uma larga diversificação de ecossistemas, o que resulta em condições ambientais diversas onde o milho é cultivado, espera-se que a interação genótipos x ambientes assuma papel de destaque no processo de recomendação de novas cultivares. Os trabalhos de pesquisa realizados nessa região (CARDOSO *et al.*, 2003, 2004, 2007, 2009) têm sido decisivos para dar suporte tecnológico ao desenvolvimento do milho, garantindo melhores produtividades e retornos econômicos competitivos. Entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção do milho, a escolha adequada de cultivares constitui um dos principais componentes do sistema de produção da cultura. Diante da existência da interação cultivar x ambiente são necessárias avaliações contínuas, em redes de ensaios, a fim de determinar o comportamento agrônomo dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições de locais (RAMALHO *et al.*, 1993).

Atualmente, a avaliação e a recomendação de variedades e híbridos de milho de empresas oficiais e particulares estão sendo realizadas por meio de Redes de Avaliação de Cultivares de Milho para o Meio-Norte do Brasil, coordenada pela Embrapa Meio-Norte.

A ocorrência significativa da interação genótipos x ambientes tem sido constatada em vários experimentos com a cultura do milho (CARDOSO *et al.*, 2007 e 2009; CARVALHO *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2004), evidenciando, assim, a necessidade de identificar, dentre os genótipos, aqueles com melhor adaptabilidade e estabilidade, com vistas à recomendação de cultivares.

O objetivo deste trabalho foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho, quando submetidos a diferentes ambientes do Meio-Norte do Brasil, nas safras 2006/2007 e 2007/2008, para fins de recomendação.

Material e métodos

Os dados analisados provieram de dois tipos de experimentos de avaliação de milho conduzidos no Meio-Norte brasileiro, nas safras 2006/2007 e 2007/2008. Um desses tipos contemplou a avaliação de vinte cultivares de milho (doze variedades e oito híbridos), sendo os ensaios conduzidos nos estados do Maranhão (oito ambientes) e Piauí (sete ambientes). O outro tipo de experimento, constituído por vinte e dois híbridos, teve os ensaios conduzidos em oito ambientes do estado do Maranhão e seis ambientes, no Piauí.

Os ambientes estão localizados entre as latitudes 03°11' S, 41°37' W, 37 m e 09°16' S, 44°44' W, 628 m, respectivamente, nos municípios de Bom Princípio e Bom Jesus, no estado do Piauí (TAB 1). Os regimes pluviométricos registrados no decorrer dos períodos experimentais estão nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 1 - Informações geográficas dos ambientes onde foram instalados os ensaios. Meio-Norte do Brasil, safras 2006/2007 e 2007/2008

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Colinas/MA*	06°01'	44°14'	141
Mata Roma/MA*	03°42'	43°11'	127
Paraibano/MA*	06°18'	43°57'	196
São R Mangabeiras/MA*	06°49'	45°24'	513
Balsas/MA**	07°32'	46°02'	247
Bom Princípio/PI**	03°11'	41°37'	70
Teresina /PI*	05°02'	42°47'	80
Uruçui/PI*	07°30'	44°12'	445
Bom Jesus/PI*	09°16'	44°44'	628

*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) ocorridos durante o período experimental. Região Meio-Norte do Brasil, safra 2006/2007

Ambiente	2006			2007		
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Total
Colinas/MA	-(1)	165*	198	210	50	623
Mata Roma/MA	-	89*	199	321	271	880
Paraibano/MA	-	177*	220	245	80	722
S R. Mangabeiras/MA	201*	198	215	265	55	934
Bom Princípio/PI	-	52*	170	240	122	584
Teresina/PI	-	150*	240	301	189	880
Uruçui/PI	92*	110	188	230	30	650

*Mês de plantio; ⁽¹⁾ Fora do período experimental ou dados não registrados

Tabela 3 - Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Meio-Norte do Brasil, safra 2007/2008

Ambiente	2007			2008		
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Total
Colinas/MA	-	189*	253	221	126	789
Mata Roma/MA	-	131*	256	371	251	1.009
Paraibano/MA	-	191*	242	258	116	807
S R. Mangabeiras/MA	312*	207	238	377	198	1.332
Balsas/MA	298*	199	246	334	158	1.235
Bom Princípio/PI	-	78*	149	290	100	617
Teresina/PI	-	295*	221	298	507	1.321
Uruçui/PI	123*	168	221	399	-	911
Bom Jesus	156*	184	197	414	-	951

*Mês de plantio. Dados obtidos através de pluviômetro instalados próximos às áreas dos ensaios

Em ambos os tipos de ensaios utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi formada por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,8 m e 0,20 m entre covas na fileira, com uma planta por cova após o desbaste, correspondendo a 62.500 plantas ha⁻¹. As adubações realizadas em cada experimento foram feitas de acordo com os resultados das análises de solo de cada área experimental.

Depois das análises de variância individual, quanto ao peso de grãos, dentro de cada rede experimental, foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais, considerando que as variâncias residuais são homogêneas quando a relação entre os quadrados médios residuais não ultrapassa o valor 7 (BARBIN, 2003). Constatada a homogeneidade das variâncias residuais, realizou-se a análise de variância conjunta, considerando-se o efeito

de ambientes aleatório e o de genótipo, fixo, conforme Vencovsky e Barriga (1992).

Para a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade utilizou-se o método de Cruz *et al.* (1989), que baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade a média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). A estabilidade das cultivares foi avaliada pelos desvios da regressão (s_d^2) de cada material, de acordo com as variações ambientais.

Foi utilizado o seguinte modelo (Eq. 1):

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

onde,

Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_+$ se $I_j > 0$, sendo I_+ a média

dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ji} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

Resultados e discussão

No que se refere à rede formada por híbridos, ocorreram diferenças significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), o que mostra comportamento diferenciado entre os híbridos, dentro de cada ambiente (TAB. 4). Os coeficientes de variação foram baixos, o que indica boa precisão dos ensaios (LÚCIO *et al.*, 1999; SCAPIM *et al.*, 1995). A produtividade média de grãos nos ensaios variou de 4.313 kg ha⁻¹, no ambiente Uruçuí, em 2007, a 10.434 kg ha⁻¹, em Bom Jesus, no ano agrícola de 2008, sobressaindo como ambientes mais favoráveis ao desenvolvimento do milho os municípios de Bom Jesus/PI/2008, Uruçuí/PI/2008, Teresina/PI/2008, São Raimundo das Mangabeiras/MA/2008, São Raimundo das Mangabeiras/MA/2007 e Paraibano/MA/2008, Colinas/MA/2008 e Paraibano/MA/2007, com produtividades médias de grãos variando entre 7.177 e 10.434 kg ha⁻¹. As elevadas produtividades médias de grãos de milho registradas nessas áreas fazem do Meio-Norte do Brasil importante celeiro para a produção desse cereal.

Houve efeitos significativos ($p < 0,01$) quanto aos ambientes, híbridos e interação híbridos x ambientes, na análise de variância conjunta, indicando comportamento diferenciado entre os ambientes e os materiais avaliados e comportamento inconsistente desses materiais diante das variações ambientais. Interações significativas têm sido detectadas em trabalhos de competição de cultivares, conforme ressaltam Carvalho *et al.* (2005, 2008), Cardoso *et al.* (2007) e Oliveira *et al.* (2007).

Verificando-se as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (TAB 5), nota-se que a produtividade média de grãos (b_0) variou de 6.255 kg ha⁻¹, no híbrido Agromen 25 A 23, a 8.854 kg ha⁻¹, no híbrido P 30 F 35, com média geral de 7.362 kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação aqueles híbridos com produtividades médias de grãos acima dessa média (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992), tais como os P 30 F 35, 2 B 710, DAS 8480, 2 C 520 e 2 B 688, além de outros.

Quanto ao coeficiente de regressão b_1 , que corresponde à resposta da cultivar a variação nos ambientes desfavoráveis e favoráveis, as estimativas variaram de 0,55 a 1,43, respectivamente, em relação aos híbridos AG 6020 e P 30 F 35, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (TAB. 5). Considerando os dez híbridos que apresentaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), quatro apresentaram

Tabela 4 - Produtividades médias de grãos e coeficientes de variação obtidos nos ensaios formados por híbridos, em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safras 2006/2007 e 2007/2008

Ambiente	Quadrados Médios		Média	C.V. (%)
	Cultivares	Resíduo		
Uruçuí/PI/2007	714687,6 ^{ns}	954515,9	4.313 i	22
Mata Roma/MA/2007	1222249,4 ^{**}	416074,2	5.547 h	12
Teresina/PI/2007	1437734,5 ^{**}	362024,2	5.793 h	10
Bom Princípio/PI/2008	933906,6 ^{ns}	480913,2	6.156 g	11
Mata Roma/MA/2008	2103796,5 ^{**}	339117,2	6.533 f	9
Colinas/MA/2007	1187795 ^{ns}	809619,2	6.894 e	13
Paraibano/MA/2007	1159628,9 ^{**}	344950,8	7.177 d	8
Colinas/MA/2008	2264823,9 ^{**}	400744,0	7.448 d	8
Paraibano/MA/2008	3712606,6 ^{**}	916636,2	7.603 d	13
SRdasMangab/MA/2007	1384709,1 [*]	610559,2	8.073 c	10
SRdasMangab/MA/2008	3315612,4 ^{**}	1141127,2	8.108 c	13
Teresina/PI/08	1758685,2 ^{ns}	907386,6	9.470 b	10
Uruçuí/PI/08	2684914,3 ^{**}	674133,8	9.512 b	9
Bom Jesus/PI/2008	3294545,2 ^{**}	1139475,3	10.434 a	10

¹graus de liberdade: blocos = 1, híbridos = 21. resíduo = 21. ** e * significativos a 1% e 5%, pelo teste F, respectivamente

Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 22 híbridos de milho em 14 ambientes do Meio - Norte brasileiro. Safras 2006/2007 e 2007/2008

Híbridos	Produtividade média de grãos (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
P 30 F 35	8.854 a	6.834	10.873	1,43**	-0,01 ^{ns}	1,42**	1638241**	89
2 B 710	8.240 b	6.888	9.593	1,10 ^{ns}	-0,53*	0,57*	1465007*	82
Das 8480	8.223 b	6.504	9.942	1,28**	-0,35 ^{ns}	0,93*	1584040**	86
2 B 688	8.085 b	6.463	9.708	1,25*	-0,12 ^{ns}	1,13**	821483 ^{ns}	92
2 C 520	8.079 b	7.093	9.065	0,94 ^{ns}	-0,46*	0,48*	2090397**	70
AG 7000	7.650 c	6.306	8.995	1,03 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,37*	906854 ^{ns}	90
2 B 587	7.568 c	6.576	8.560	0,82 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,70**	676735 ^{ns}	86
Agrom30A06	7.442 c	5.876	9.007	1,29**	-0,75**	0,54*	2212439**	81
AG 8060	7.420 c	6.042	8.799	1,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,10**	870292 ^{ns}	90
30 S 40	7.391 c	5.994	8.787	0,98 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,34*	672864 ^{ns}	92
P 30 K 73	7.345 c	6.007	8.684	0,98 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,22*	807946 ^{ns}	90
DKB 455	7.315 c	5.793	8.838	1,14 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	0,73*	893581 ^{ns}	90
P 30 F 87	7.296 c	5.968	8.623	0,96 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,38*	863230 ^{ns}	90
SHS 5080	7.263 c	6.084	8.443	0,87 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,99**	688082 ^{ns}	89
DKB 499	7.085 c	6.354	7.815	0,62**	0,20 ^{ns}	0,82**	577056 ^{ns}	84
SHS 4070	7.033 c	5.504	8.563	1,06 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,23**	624863 ^{ns}	93
SHS 5050	6.895 d	5.714	8.075	0,94 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,95**	719674 ^{ns}	89
DKB 350	6.799 d	5.648	7.951	0,87 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,68**	191431 ^{ns}	96
AG 2060	6.670 d	5.398	7.941	0,95 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,91**	480263 ^{ns}	93
SHS 5070	6.546 d	5.426	7.666	0,82 ^{ns}	0,63**	1,45*	1074463 ^{ns}	86
AG 6020	6.513 d	5.864	7.161	0,55**	0,51*	1,06*	1174404 ^{ns}	73
Agrom25A23	6.255 d	4.976	7.534	1,05 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	1,01**	1096079 ^{ns}	87

*e** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s²_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%. Produtividade de grãos média geral: 7.362 kg ha⁻¹

as estimativas de b₁ diferentes da unidade e seis mostraram essas estimativas semelhantes à unidade, o que evidenciou comportamento diferenciado desses híbridos nas diferentes classes de ambientes. Os híbridos P 30 F 35, DAS 8480, 2 B 688 e Agromen 30 A 06 mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis (b₁>1). Ainda nesse grupo de materiais de melhor adaptação, os híbridos P 30 F 35, 2 B 688 e AG 8060 responderam à melhoria ambiental (b₁+b₂>1).

No que se refere à estabilidade, os híbridos P 30 F 35, 2 B 710, DAS 8480, 2 C 520 e Agromen 30 A 06 mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes considerados (TAB. 5). Apesar disso, Cruz *et al.* (1989) consideram que aqueles materiais que apresentam valores de R² > 80% não devem ter os

seus graus de previsibilidade comprometidos. Assim, os híbridos que mostraram estimativas de R² > 80% apresentaram bom ajustamento às retas de regressão.

Verificando-se os resultados apresentados (TAB. 5), infere-se que os híbridos P 30 F 35 e 2 B 688, de alta produtividade, devem ser recomendados para os ambientes favoráveis por serem exigentes nas condições desfavoráveis (b₁> 1) e responderem à melhoria ambiental (b₁+b₂> 1). Também os híbridos DAS 8480 e Agromen 30 A 06, de alta adaptação (b₀> média geral) e exigentes nas condições desfavoráveis (b₁> 1), e o AG 8060, de alta adaptação e responsivo à melhoria ambiental (b₁+b₂> 1), devem ser sugeridos para essas condições favoráveis de ambientes. Ressalta-se que os materiais do grupo de melhor adaptação que apresentaram estimativas de b₁ semelhantes à unidade evidenciaram adaptabilidade ampla

($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$), constituindo-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

No tocante à rede formada por variedades e híbridos (TAB. 6), observaram-se também diferenças entre as cultivares em doze dos quinze ambientes, denotando diferenças genéticas entre elas, quanto a produtividade de grãos. Os coeficientes de variação oscilaram de 7 a 13 %, conferindo boa precisão aos ensaios (LÚCIO *et al.*, 1999; SCAPIM, 1995). As produtividades médias de grãos oscilaram de 3.929 kg ha⁻¹, em Uruçuí/PI, no ano de 2007 a 8.429 kg ha⁻¹, em Bom Jesus/PI, em 2008, destacando-se os municípios de Bom Jesus e Teresina, no estado do Piauí, e São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão, como mais favoráveis ao desenvolvimento do cultivo do milho no Meio-Norte do Brasil.

As fontes de variação: cultivares, ambientes interação cultivares versus ambientes foram significativas ($p < 0,01$), o que evidencia diferenças entre as cultivares e os ambientes, além de mostrar que o comportamento das cultivares foi inconsistente nos diferentes ambientes, justificando-se, assim, estudo mais detalhado dessa interação e recomendação da cultivar adequada para cada ambiente.

Além do preconizado pelo método de Cruz *et al.* (1989), considerou-se como cultivar melhor adaptada

aquela que expressou produtividade média de grãos acima da média geral (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). As produtividades médias de grãos (b_0) nas cultivares variaram de 5.002 kg ha⁻¹ (Caatingueiro) a 7.061 kg ha⁻¹ (Agromen 32 A 31), com média geral de 5.936 kg ha⁻¹ (TAB. 7), sobressaindo com melhor adaptação as cultivares que apresentaram produtividades médias de grãos acima da média geral, destacando-se, entre elas, o híbrido Agromen 31 A 31, seguido dos híbridos BRS 1035, Agromen 2012, Agromen 3150, BM 1120, Agromen 35 A 42 e SHS 4050. Os híbridos mostraram melhor adaptação que as variedades, fato esse já constatado em trabalhos anteriores de avaliação de cultivares conduzidos no Nordeste brasileiro (CARDOSO *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

As demais estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade constam na Tabela 7, verificando-se que as estimativas de b_1 , que avalia os desempenhos dos materiais nos ambientes desfavoráveis, mostraram que, entre os materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), o híbrido BM 1120 e as variedades São Francisco e Asa Branca foram muito exigentes nas condições desfavoráveis. A estimativa de b_1+b_2 , que avalia o desempenho dos materiais nas condições favoráveis, mostrou que, no grupo de materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), apenas as variedades São Francisco e

Tabela 6 - Produtividades médias de grãos (kg ha⁻¹) e coeficientes de variação obtidos nos ensaios formados por variedades e híbridos, em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safras 2006/2007 e 2007/2008

Ambiente	Quadrados Médios		Média	C.V. (%)
	Cultivares	Resíduo		
Uruçuí/PI/2007	152315,3 ^{ns}	99878,3	3.929 g	8
Bom Princípio/PI/2007	1455543,4 ^{**}	283976,0	4.369 f	12
Mata Roma/MA/2007	665057,2 ^{**}	100179,8	4.625 f	7
Colinas/MA/2007	1448861,7 ^{**}	190527,6	4.990 e	9
Paraibano/MA/2007	1502226,9 ^{**}	242131,1	5.098 e	10
Bom Princípio/PI/2008	1170436,6 ^{**}	354377,4	5.265 e	11
Mata Roma/MA/2008	1408215,2 [*]	548277,8	5.520 d	13
Teresina/PI/2007	2380030,2 ^{**}	544449,3	5.656 d	13
Paraibano/MA/2008	1964469,8 ^{**}	573021,2	5.779 d	13
Colinas/MA/2008	2281869,2 [*]	672581,0	6.182 c	17
SRdasMangab./MA/2007	2592024,2 ^{**}	604047,3	6.553 b	12
SRdasMangab/MA/2008	1528794,8 ^{ns}	601941,2	6.637 b	15
Uruçuí/PI/2008	1486616,2 ^{ns}	632869,1	8.084 a	12
Teresina/PI/2008	1973756,3 [*]	688672,3	8.210 a	11
Bom Jesus/PI/2008	2864617,5 ^{**}	650774,3	8.429 a	13

¹ graus de liberdade: blocos = 1, cultivares = 19. ^{ns} = 19. ^{**} e ^{*} significativos a 1% e 5%, pelo teste F, respectivamente

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 20 cultivares de milho em 16 ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safras 2006/2007 e 2007/2008

Cultivares ¹	Produtividade média de grãos (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ¹ +b ²	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Agromen 31 A 31	7.060 a	6.218	8.465	1,06 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,86 ^{ns}	920584 ^{ns}	83
BRS 1035	6.684 b	5.732	8.271	1,09 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,74 ^{ns}	976786 ^{ns}	82
Agromen 2012	6.662 b	5.871	7.981	1,00 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,63 ^{ns}	752720 ^{ns}	83
Agromen 3150	6.625 b	5.684	8.195	1,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,22 ^{ns}	254809 ^{ns}	96
BM 1120	6.570 b	5.514	8.330	1,23*	-0,74**	0,49*	1708596**	76
Agromen 35 A 42	6.544 b	5.693	7.961	1,01 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1008439*	79
SHS 4050	6.490 b	5.447	8.230	1,19 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,27 ^{ns}	174184 ^{ns}	97
São FranciscoV	6.298 c	5.063	8.357	1,44**	0,13 ^{ns}	1,57*	1329809**	87
SHS 4080	6.207 c	5.242	7.817	1,04 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,99 ^{ns}	995156*	82
Asa BrancaV	6.172 c	4.935	8.234	1,44**	0,15 ^{ns}	1,59*	1778829**	84
Sintético PrecoceV	5.823 d	5.051	7.111	0,93 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,00 ^{ns}	238207 ^{ns}	94
SHS 3035V	5.750 d	4.926	7.123	0,90 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,21 ^{ns}	329364 ^{ns}	92
CPATC 3V	5.574 d	4.891	6.715	0,79 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,27 ^{ns}	258877 ^{ns}	93
CPATC 7V	5.406 e	4.701	6.580	0,87 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,96 ^{ns}	367337 ^{ns}	90
CPATC 4V	5.234 e	4.367	6.680	1,01 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,47*	442430 ^{ns}	92
CPATC 5V	5.191 e	4.521	6.308	0,76*	0,01 ^{ns}	0,78 ^{ns}	455125 ^{ns}	85
BR 106V	5.164 e	4.562	6.168	0,70**	0,87**	1,57*	615535 ^{ns}	85
CPATC 6V	5.137 e	4.390	6.382	0,85 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,65 ^{ns}	416537 ^{ns}	87
SertanejoV	5.126 e	4.500	6.170	0,80 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,60 ^{ns}	339110 ^{ns}	88
CaatingueiroV	5.002 e	4.455	5.914	0,69**	-0,25 ^{ns}	0,43*	433628 ^{ns}	81

¹As c cultivares cujos nomes são seguidos da letra V são variedades e as demais são híbridos. *e** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s²_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%. Produtividade de grãos média geral: 5.936 kg ha⁻¹

Asa Branca responderam à melhoria ambiental. No que se refere a estabilidade, as cultivares que apresentaram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero evidenciaram baixa estabilidade nos ambientes considerados. No entanto, CRUZ *et al.* (1989) ressaltam que aqueles materiais com valores de R² > 80% apresentam bom ajustamento às retas de regressão.

Os resultados apresentados na Tabela 7 mostraram que o híbrido BM 1120 e as variedades São Francisco e Asa Branca, de boa adaptação (b₀ > média geral) e exigentes nas condições desfavoráveis (b₁ > 1), justificaram suas recomendações para os ambientes favoráveis. De grande interesse para a região foram os materiais que expressaram adaptabilidade ampla (b₀ > média geral e b₁ = 1), a exemplo dos híbridos Agromen 31 A 31, BRS 1035, Agromen 2012, Agromen 3150, Agromen 35 A 42, SHS 4050 e SHS 4080, os quais devem ser largamente utilizados nos diferentes sistemas de produção prevaletentes na região.

Conclusões

- Os híbridos apresentam melhor adaptação que as variedades e aqueles com adaptabilidade ampla (b₀ > média geral e b₁ = 1) têm larga importância para a agricultura regional, a exemplo dos Agromen 31 A 31, BRS 1035, 2 B 710, 2 C 520, AG 7000, dentre outros;
- Os híbridos P 30 F 35, DAS 8480, 2 B 688 e Agromen 30 A 06, de alta adaptação e exigentes nas condições desfavoráveis, destacam-se para os ambientes favoráveis.

Referências

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agronômicos**. Araponga: Midas, 2003. 208 p.

- CARDOSO, M. J. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 01, p. 68-75, 2004.
- CARDOSO, M. J. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na região Meio-Norte do Brasil na safra 2006/2007. **Agrotrópica**, v. 21, n. 01, p. 173-180, 2009.
- CARDOSO, M. J. *et al.* Desempenho de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 02, n. 01, p. 43-52, 2003.
- CARDOSO, M. J. *et al.* Performance de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro. **Agrotrópica**, v. 19, p. 43-48, 2007.
- CARVALHO, H. W. L. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2006. **Agrotrópica**, v. 21, n. 01, p. 25-32, 2008.
- CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos.; LEAL, M. de L da S. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho CPATC-3 no nordeste brasileiro. **Agrotrópica**, v. 17, p. 47-52, 2005.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. A alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, n. 02, p. 567-580, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **II Plano Diretor da Embrapa meio-Norte 2000-2003**. Teresina, 2000. 35 p.
- LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto à sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 05, p. 99-103, 1999.
- OLIVEIRA, V. D. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste brasileiro na safra de 2006. **Agrotrópica**, v. 19, p. 63-68, 2007.
- RAMALHO, M A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora UFG, 1993. cap. 6, p. 131-169. (Publicação, 120).
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 05, p. 683-686, 1995.
- SOUZA, E. M.; CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no estado de Sergipe no ano agrícola de 2002. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 01, p. 52-60, 2004.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.