

Comportamento fenotípico de cultivares de milho na Região Meio-Norte Brasileira¹

Behavior phenotype of corn cultivars in the Brazilian Middle-North

Milton José Cardoso², Hélio Wilson Lemos de Carvalho³, Manoel Xavier dos Santos⁴ e
Evanildes Menezes de Souza⁵

RESUMO

No ano agrícola de 2002/2003, foram conduzidos dois tipos de experimentos com a cultura do milho, um dos quais envolvendo 43 cultivares (16 híbridos e 27 variedades) e outro, 45 híbridos, em diversos ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, visando a conhecer a adaptabilidade e a estabilidade para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e os experimentos foram distribuídos nos Estados do Piauí (cinco ambientes) e Maranhão (quatro ambientes). Foram observadas variações genéticas entre as cultivares avaliadas, em ambos os experimentos e inconsistência no comportamento produtivo desses materiais, em face das oscilações ambientais. Os híbridos mostraram melhor adaptação que as variedades. Dentre esses, os que apresentaram melhor adaptação e evidenciaram adaptabilidade ampla constituem-se em alternativas importantes para a agricultura regional. As variedades de melhor adaptação e que também evidenciaram adaptabilidade ampla justificaram suas recomendações para os diferentes sistemas de produção prevalentes na Região.

Termos para indexação: *Zea mays*, previsibilidade, interação genótipos x ambientes, híbridos.

ABSTRACT

Two experiments aiming to study corn plant stability focusing on recommendations propose were conducted in the years of 2002 and 2003. One of the experiments equaled a total of 43 cultivars (16 hybrids and 27 varieties) while the second totaled 45 hybrids grown in a variety of environments of the Middle-North Region of Brazil. The experiments were conducted in Piauí and Maranhão States in 5 and 4 environments, respectively; the experimental design was random blocs, with three replications. The material studied presented genetic variation among the cultivars on either experiments; an inconsistency on plant yield behavior, due to environmental discrepancies, was also observed. Hybrid material presented greater adaptability in comparison to the varieties, while plants that presented greater adaptability within varieties constitute an important alternative for the local agriculture. Varieties that presented greater adaptation power and wider adaptability justified recommendation for the different production system in existence in the studied region.

Index terms: *Zea mays*, certainty, genotypic x environmental interaction, varieties, hybrids.

¹ Recebido para publicação em: 30/09/2004.

Aprovado em: 06/01/2005.

² Eng. Agrônomo, D.Sc., Embrapa Meio-Norte, PI, milton@cpamn.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, M.Sc., Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE, helio@cpatc.embrapa.br

⁴ Eng. Agrônomo, D.Sc., Embrapa Milho e Sorgo, MG, xavier@cpnms.embrapa.br

Introdução

A recomendação de variedades e híbridos de milho de melhor adaptação e maior estabilidade de produção na Região Meio-Norte do Brasil poderá provocar melhorias substanciais na agricultura regional. Diversas áreas produtoras de milho dessa ampla região, especialmente aquelas localizadas nos cerrados do Sul do Maranhão e do Sudoeste Piauiense, vêm demandando híbridos de milho, por responderem melhor nos sistemas de produção de melhor tecnificação. A boa performance produtiva de diversos híbridos de milho vem sendo destacada em vários trabalhos realizados nessa região, conforme enfatizaram Cardoso et al. (2000, 2001 e 2003). Nesses trabalhos ficou também demonstrada a superioridade dos híbridos em relação às variedades comerciais.

Por se tratar de uma ampla região, onde existem diferentes condições ambientais (Silva et al., 1993), o processo de recomendação de cultivares não deve ser facultado apenas no desempenho produtivo médio observado nos diferentes ambientes, uma vez que algumas delas apresentam melhores rendimentos em ambientes específicos, tornando ineficiente o processo de recomendação (Ribeiro et al., 2000). A presença da interação cultivares x ambientes assume papel fundamental nos processos de recomendação de cultivares e é necessário minimizar o seu efeito. Isto é possível através da seleção de cultivares de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993). Diversos trabalhos ressaltaram a importância e a influência da interação cultivares x ambientes, em diversas regiões do Brasil, conforme enfatizaram Arias (1996), no Estado do Mato Grosso; Carneiro (1998), no Paraná; Gama et al. (2000), em diferentes regiões do Brasil; Ribeiro et al. (2000), em diferentes localidades do Estado de Minas Gerais; Vendruscolo et al. (2001), na Região Centro-Sul do Brasil; Carvalho et al. (2002), em diversos ambientes do Nordeste brasileiro e Cardoso et al. (2003), na Região Meio-Norte do Brasil.

Dentre os vários métodos de estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, podem ser citados os de Eberhart e Russell (1966) e de Cruz et al. (1989) que são baseados na interação cultivares x ambientes e se distinguem nos conceitos de estabilidade adotados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho submetidos a diferentes condições ambientais na Região Meio-Norte do Brasil.

Material e Métodos

No ano agrícola de 2002/2003, foram executados dois tipos de experimentos nos municípios de Teresina (três ambientes), Bom Princípio e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí e São Raimundo das Mangabeiras, Colinas, Paraibano e Brejo, no Maranhão. Em um dos experimentos utilizaram-se 43 cultivares de milho (27 variedades e 16 híbridos) e no outro, 45 híbridos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições.

As parcelas foram constituídas por 4 fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m entre si, com espaçamento de 0,25 m entre covas, nas fileiras. Foram semeadas duas sementes por cova e foi mantida uma planta após o desbaste. Foram realizadas adubações de acordo com as análises de solos e as exigências da cultura. Como área útil foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância por ambiente, segundo o modelo em blocos ao acaso e a uma análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990), considerando aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e fixo o efeito de cultivares, conforme Vencovsky e BARRIGA (1992). As referidas análises foram processadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1996) para dados balanceados (PROCANOVA).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989), o qual baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade à média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). Utilizou-se o seguinte modelo:

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

onde Y_{ij} é a média da cultivar i no ambiente j ; I_j , o índice ambiental; $T(I_j)=0$ se $I_j<0$ e $T(I_j)=I_j-I_+$ se $I_j>0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} , a média geral da cultivar i ; b_{1i} , o coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} , o coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} o desvio da regressão linear e e_{ij} , o erro médio experimental.

Resultados e Discussão

Constataram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as cultivares avaliadas nos ensaios formados por variedades e híbridos (Tabela 1), evidenciando a presença de variabilidade genética entre elas, em se tratando de ambientes.

As produtividades médias por ambiente oscilaram de 4.567 kg.ha⁻¹ no Município de Brejo-MA a 7.031 kg ha⁻¹ no Município de Baixa Grande-PI.

Destacaram-se como mais propícios ao cultivo do milho, os Municípios de Teresina e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí e São Raimundo das Mangabeiras e Colinas, no Maranhão; equiparando-se às médias encontradas nos Estados do Mato Grosso e Goiás e evidenciando a alta potencialidade das áreas estudadas para a produção do milho. Nesses ensaios, os coeficientes de variação obtidos variaram de 8 a 16%, conferindo boa precisão experimental, conforme critérios adotados por Scapim et al. (1995).

Tabela 1 - Resumo das análises de variância da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de cada ensaio formados por variedades e híbridos de milho. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2002/2003.

| Ambiente | Quadrado médio | | Média | C.V. (%) |
|---------------------------------|----------------|----------|-------|-------------|
| | Cultivares | Resíduo | | |
| Teresina Irrigado 1/PI | 2992160,9** | 390902,2 | 6.137 | 10 |
| Teresina irrigado 2/PI | 156512,3** | 471079,1 | 5.874 | 12 |
| Teresina sequeiro/PI | 2250139,4** | 530105,8 | 5.725 | 13 |
| Bom Princípio/PI | 1878343,9** | 250515,8 | 5.469 | 9 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 2391251,9** | 374929,0 | 7.031 | 9 |
| São Raimundo das Mangabeiras/MA | 1203968,7** | 505102,7 | 6.616 | 11 |
| Colinas/MA | 1363785,1** | 702033,6 | 6.646 | 13 |
| Paraibano/MA | 1518880,0** | 208107,8 | 5.525 | 8 |
| Brejo/MA | 1433483,0** | 503948,1 | 4.567 | 16 |

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Nos ensaios de híbridos, constatou-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os materiais avaliados em relação a ambientes (Tabela 2), registrando-se uma variação de 4.924 kg.ha⁻¹, no ambiente Teresina sob irrigação a 8.110 kg.ha⁻¹ em Baixa Grande do Ribeiro. Destacaram-se como mais favoráveis ao cultivo de híbridos os ambientes

piauienses Teresina em sequeiro e Baixa Grande do Ribeiro e os maranhenses Barra do Corda, São Raimundo das Mangabeiras e Paraibano. Esses resultados colocam também essas áreas em condições de competir com áreas tradicionais de cultivo de híbridos no Brasil. Os coeficientes de variação obtidos variaram de 7 a 14%, expressando boa precisão experimental.

Tabela 2 - Resumos das análises de variância da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de cada ensaio formados por híbridos de milho. Região Meio-Norte, ano agrícola 2002/2003.

| Ambiente | Quadrado médio | | Média | C.V. (%) |
|---------------------------------|----------------|----------|-------|-------------|
| | Híbridos | Resíduo | | |
| Teresina irrigado 1/PI | 1156365,1** | 355475,1 | 5.818 | 10 |
| Teresina irrigado 2/PI | 1202942,9** | 413255,5 | 4.924 | 13 |
| Teresina sequeiro /PI | 2562047,3** | 490738,5 | 7.419 | 9 |
| Bom Princípio/PI | 2215543,8** | 420271,9 | 6.167 | 11 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 2638425,5** | 350423,1 | 8.110 | 7 |
| Barra do Corda/MA | 1794815,3** | 733844,1 | 6.190 | 14 |
| São Raimundo das Mangabeiras/MA | 2673111,0** | 700200,2 | 7.193 | 12 |
| Brejo/MA | 2471575,1** | 375809,7 | 5.581 | 11 |
| Paraibano/MA | 1191061,6** | 471376,6 | 6.456 | 11 |

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

A análise de variância conjunta, tanto de ensaios envolvendo variedades e híbridos (Tabela 3), quanto dos ensaios com híbridos (Tabela 4), evidenciou efeitos significativos ($p < 0,01$) para ambientes, tratamentos e interação tratamentos x ambientes, revelando diferenças entre os ambientes e os tratamentos e inconsistência no comportamento produtivo dos tratamentos ante as oscilações ambientais.

Tabela 3 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de 43 cultivares de milho (variedades e híbridos) em nove ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2002/2003.

| Fonte de variação | Grau de liberdade | Quadrado médio |
|-------------------|-------------------|----------------|
| Ambientes (A) | 8 | 73181905,4** |
| Cultivares (C) | 42 | 11934393,7** |
| Interação (C x A) | 336 | 905535,2** |
| Resíduo | 756 | 439781,2 |

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. C.V. (%) = 11 e produtividade média de grãos = 5.956 kg ha^{-1}

Constatada a presença da interação genótipo x ambientes, foram estimados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Aliado ao modelo proposto, considerou-se como cultivar melhor adaptada aquela que mostrou produtividade média de grãos acima da média geral (Vencovsky e Barriga, 1992).

Tabela 4 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de 45 híbridos de milho em nove ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2002/2003.

| Fonte de variação | Grau de liberdade | Quadrado médio |
|-------------------|-------------------|----------------|
| Ambiente (A) | 8 | 134083918,4** |
| Híbrido (H) | 4 | 8785556,7** |
| Interação (A x H) | 352 | 1096780,8** |
| Resíduo | 792 | 445454,4 |

C. V. (%) = 10, produtividade média de grãos = $6.434 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

A produtividade média de grãos (b_0) dos ensaios envolvendo variedades e híbridos (Tabela 5) oscilou de $3.882 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $7.330 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com média geral de $5.956 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, expressando o alto potencial de produtividade do conjunto avaliado. Apresentaram melhor adaptação, os materiais com produtividades médias de grãos acima da média geral ($b_0 >$ média geral (Vencovsky e Barriga, 1992). Os híbridos, com média de $6.538 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foram mais produtivos que as variedades, as quais produziram, em média, $5.611 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Analisando-se o compor-

tamento das cultivares dotadas de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), a estimativa de b_1 que avalia seus desempenhos nas condições desfavoráveis indicou que apenas o híbrido Pioneer 30 F 90 mostrou-se pouco exigente nessas condições ($b_1 < 1$) e que o híbrido SHS 4060 mostrou-se muito exigente nessa mesma condição ($b_1 > 1$). Verifica-se também que nesse grupo de melhor adaptação, onze materiais mostraram os desvios da regressão (s^2_d) estatisticamente diferentes de zero, conferindo a eles uma baixa estabilidade nos ambientes considerados. Entretanto, a estimativa de R^2 obtida para o híbrido AS 3575 foi superior a 80%, o que não compromete seu grau de previsibilidade (Cruz et al., 1989).

Em se tratando da estabilidade, ressalte-se que inúmeros trabalhos na literatura têm mostrado não haver uma relação fixa entre a homogeneidade ou heterogeneidade e sua estabilidade, sendo possível selecionar cultivares mais estáveis em qualquer grupo, quer sejam híbridos simples, híbridos triplos, híbridos duplos ou variedades (Carneiro, 1998; Gama et al., 2000; Ribeiro et al., 2000; Carvalho et al., 2001 e 2002; Cardoso et al., 2003). Isto também foi constatado no presente trabalho.

No conjunto de materiais (Tabela 5) não foi encontrado o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e desvios da regressão igual a zero). Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendessem a todos os requisitos necessários para adaptação aos ambientes desfavoráveis ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 < 1$ e desvios da regressão igual a zero) e favoráveis ($b_0 >$ média geral, $b_1 > 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e desvios da regressão igual a zero). Mesmo assim, infere-se que o híbrido Pioneer 30 F 90 apresentou o maior número de requisitos para adaptação nas condições desfavoráveis ($b_0 >$ média geral e $b_1 < 1$).

Apesar de não se encontrar qualquer material com adaptação específica para as condições favoráveis, nota-se que o híbrido SHS 4050 reuniu alguns requisitos para recomendação nesse tipo de ambiente ($b_0 >$ média geral e $b_1 > 1$). Todos os outros materiais, com estimativas de $b_0 >$ média geral e de b_1 semelhantes à unidade, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para os diferentes sistemas de produção prevalentes na região.

Em relação aos ensaios formados por híbridos (Tabela 6), as produtividades médias de grãos (b_0) variaram de 5.203 a $7.697 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com média geral de $6.434 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, aparecendo com melhor

Tabela 5 - Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 43 cultivares (híbridos e variedades) de milho em nove ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, segundo o modelo de Cruz et al. (1989). Ano agrícola de 2002/2003.

| Cultivares | Produtividade (kg.ha ⁻¹) | | | b ₁ | b ₂ | b ₁ +b ₂ | s ² _d | R ² (%) |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------|------|----------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Geral | Desfav. | Fav. | | | | | |
| Pioneer 30 F 90 ^h | 7330 | 7136 | 7573 | 0,46** | 0,11ns | 0,58ns | 329421,47ns | 60 |
| BRS 3003 ^h | 6914 | 6219 | 7783 | 1,36ns | -0,16ns | 1,20ns | 348542,95ns | 92 |
| Agromen 3050 ^h | 6894 | 6431 | 7474 | 1,07ns | -1,41* | -0,33* | 923479,29ns | 71 |
| SHS 5050 ^h | 6819 | 6456 | 7272 | 0,86ns | 0,93ns | 1,80ns | 400057,04ns | 84 |
| Pioneer 30 K 75 ^h | 6801 | 6259 | 7478 | 0,97ns | 0,21ns | 1,19ns | 1349359,54** | 61 |
| SHS 4080 ^h | 6768 | 6180 | 7503 | 1,29ns | -0,72ns | 0,57ns | 1760800,89** | 66 |
| BRS 3150 ^h | 6655 | 6144 | 7293 | 1,12ns | 0,83ns | 1,96ns | 667829,99ns | 83 |
| BRS 3101 ^h | 6519 | 5810 | 7405 | 1,23ns | 0,34ns | 1,57ns | 969887,46* | 78 |
| SHS 4050 ^h | 6364 | 5589 | 7350 | 1,37* | -1,25ns | 0,11ns | 1250004,91** | 75 |
| SHS 4040 ^h | 6345 | 5740 | 7101 | 1,16ns | -0,45ns | 0,70ns | 190737,00ns | 93 |
| AS 1533 ^h | 6343 | 5758 | 7073 | 0,97ns | -0,08ns | 0,88ns | 1735457,19** | 54 |
| A 4646 ^h | 6326 | 5881 | 6882 | 1,03ns | -1,25ns | -0,22* | 903199,81* | 70 |
| CPATC-3 ^v | 6325 | 5856 | 6910 | 1,05ns | -0,41ns | 0,64ns | 1046807,38* | 69 |
| SHS 4060 ^h | 6291 | 5783 | 6925 | 0,85ns | 0,37ns | 1,22ns | 303272,00ns | 85 |
| Sertanejo ^v | 6289 | 5777 | 6930 | 1,23ns | -0,43ns | 0,80ns | 780227,20ns | 80 |
| AL Bandeirante ^v | 6215 | 5826 | 6702 | 0,89ns | 0,09ns | 0,98ns | 722996,15ns | 71 |
| BR 201 ^h | 6203 | 5558 | 7009 | 1,18ns | 0,68ns | 1,87ns | 305644,14ns | 91 |
| Asa Branca ^v | 6183 | 5612 | 6896 | 1,16ns | -0,75ns | 0,40ns | 608266,16ns | 82 |
| AS 3575 ^h | 6115 | 5222 | 4231 | 1,56ns | -0,57ns | 0,99ns | 1159689,01* | 81 |
| CPATC-4 ^v | 6080 | 5621 | 6673 | 1,01ns | 0,73ns | 1,75ns | 448956,16ns | 85 |
| AL Ipiranga ^v | 6007 | 5230 | 6977 | 1,14ns | -0,27ns | 0,87ns | 1306495,88** | 68 |
| AL 34 ^v | 5999 | 5543 | 6569 | 0,93ns | -1,00ns | -0,07ns | 856072,33* | 67 |
| AL 25 ^v | 5967 | 5493 | 6557 | 1,05ns | -0,18ns | 0,86ns | 987483,16* | 70 |
| SHS 3031 ^v | 5950 | 5356 | 6693 | 1,18ns | -0,19ns | 0,27ns | 3249743,06** | 46 |
| AL 30 ^v | 5946 | 5601 | 6377 | 0,74ns | 0,14ns | 0,89ns | 1099263,10* | 53 |
| BR 205 ^h | 5920 | 5523 | 6413 | 0,66ns | -0,10ns | 0,56ns | 1313977,90** | 42 |
| São Francisco ^v | 5823 | 5483 | 6246 | 0,82ns | 0,12ns | 0,94ns | 313616,02ns | 83 |
| Sintético Dentado ^v | 5780 | 5146 | 6574 | 1,11ns | -0,92ns | 0,19ns | 461512,77ns | 84 |
| Cruzeta ^v | 5733 | 5592 | 5909 | 0,51* | 0,33ns | 0,84ns | 670637,01ns | 49 |
| São Vicente ^v | 5727 | 5241 | 6332 | 0,93ns | -0,19ns | 0,73ns | 805121,58ns | 70 |
| Sintético Elite ^v | 5690 | 5096 | 6413 | 1,07ns | 0,15ns | 1,23ns | 666037,05ns | 80 |
| Bozm Amarello ^v | 5677 | 5247 | 6214 | 0,82ns | 1,70** | 2,52** | 181682,24ns | 93 |
| AL Alvorada ^v | 5636 | 5195 | 6188 | 0,69ns | 0,58ns | 1,27ns | 854680,16ns | 59 |
| Sintético Duro ^v | 5435 | 4950 | 6040 | 0,71ns | 2,45** | 3,16** | 465715,50ns | 86 |
| BRS 4150 ^v | 5408 | 4620 | 6393 | 1,13ns | 1,91** | 3,04** | 1406944,15** | 75 |
| Bozm Blanco ^v | 5300 | 4679 | 6076 | 0,94ns | 1,59* | 2,53** | 2014931,72** | 60 |
| BA 183 ^v | 5280 | 4680 | 6030 | 1,04ns | -0,98ns | 0,06ns | 1365490,92** | 61 |
| Assum Preto ^v | 5265 | 4892 | 5739 | 0,86ns | 0,93ns | 1,80ns | 7315599,37ns | 74 |
| Sintético E. Flint ^v | 5196 | 4686 | 5834 | 1,15ns | -0,09ns | 1,05ns | 561623,51ns | 83 |
| BR 473 ^v | 5104 | 4515 | 5838 | 0,99ns | 0,86ns | 1,86ns | 1933333,33** | 57 |
| BR 106 ^v | 5069 | 4571 | 5691 | 1,09ns | -1,16* | -0,51ns | 2491768,15** | 50 |
| Caatingueiro ^v | 4532 | 3916 | 4512 | 0,70ns | -2,29** | -1,59ns | 854096,00ns | 63 |
| CMS 47 ^v | 3882 | 3486 | 4375 | 0,74ns | 0,93ns | 1,70ns | 643765,00ns | 71 |

* e ** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂ a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente. ** significativamente diferente de zero, pelo teste F, Q.M. do desvio. Produtividade média de grãos = 5.956 kg.ha⁻¹ e C.V. = 11%. h = híbrido e v = variedade.

adaptação os materiais com produtividades médias de grãos acima da média geral. Verifica-se que, dentre os mais produtivos ($b_0 >$ média geral), os híbridos DAS 766 e BA 8517 foram os mais exi-

gentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), enquanto o DAS 8480 mostrou-se menos exigente nessas mesmas condições. Os híbridos DAS 8460, A 3430, BA 8517 e DAS 8550 foram mais responsivos à

Tabela 6 - Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 45 híbridos de milho em nove ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, segundo o modelo de Cruz et al. (1989). Ano agrícola de 2002/2003.

| Cultivares | Produtividade (kg.ha ⁻¹) | | | b ₁ | b ₂ | b ₁ + b ₂ | s ² _d | R ² (%) |
|-----------------|--------------------------------------|---------|------|----------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | Geral | Desfav. | Fav. | | | | | |
| DAS 8480 | 7697 | 7476 | 8050 | 0,58** | 0,92** | 1,50ns | 5368256,2** | 33 |
| 2 C 577 | 7563 | 6637 | 8721 | 1,23ns | -0,29ns | 0,93ns | 809401,0ns | 87 |
| DAS 8420 | 7411 | 6578 | 8452 | 1,19ns | 0,17ns | 1,36ns | 984975,1** | 74 |
| A 2345 | 7278 | 6545 | 8194 | 1,03ns | -0,10ns | 0,93ns | 331857,0ns | 92 |
| DKB 350 | 7197 | 6469 | 8205 | 1,09ns | -0,25ns | 0,84ns | 301127,5ns | 93 |
| DAS 657 | 7174 | 6420 | 8114 | 1,13ns | -0,33ns | 0,79ns | 802080,2ns | 85 |
| Pioneer 30 F 88 | 7053 | 6216 | 8091 | 1,23ns | -0,54ns | 0,69ns | 647272,2ns | 89 |
| DAS 8460 | 7034 | 6287 | 7967 | 1,01ns | 0,55ns | 1,65* | 888492,2ns | 86 |
| A 3430 | 7033 | 6393 | 7863 | 1,04ns | 0,97** | 2,01** | 944021,0* | 87 |
| 2 C 599 | 6974 | 6360 | 7741 | 0,89ns | -0,20ns | 0,68ns | 338533,3ns | 89 |
| DAS 766 | 6786 | 5711 | 8130 | 1,48** | -0,52ns | 0,95ns | 1793738,7** | 81 |
| BRS 1001 | 6785 | 6386 | 7282 | 0,78ns | 0,08ns | 0,86ns | 950799,0* | 72 |
| BA 8517 | 6701 | 5755 | 7898 | 1,30* | 0,45ns | 1,75* | 1691550,0** | 81 |
| Agromen 31 A 31 | 6650 | 6062 | 7384 | 0,79ns | 0,02ns | 0,82ns | 572747,0ns | 81 |
| AS 523 | 6625 | 5818 | 7632 | 1,14ns | 0,06ns | 1,20ns | 270358,0ns | 95 |
| AS 32 | 6621 | 5885 | 7539 | 1,15ns | -0,52ns | 0,63ns | 1299508,3** | 78 |
| A 2525 | 6605 | 5762 | 7658 | 1,12ns | -0,56ns | 0,56ns | 665425,7ns | 86 |
| Agromen 2012 | 6557 | 5865 | 7420 | 1,04ns | -0,08ns | 0,96ns | 1055282,0* | 79 |
| BRS 1010 | 6551 | 5786 | 7601 | 1,01ns | -0,19ns | 0,81ns | 877045,0ns | 81 |
| SHS 5060 | 6530 | 5790 | 7454 | 1,10ns | -0,44ns | 0,65ns | 1222227,0ns | 97 |
| A 2484 | 6505 | 5787 | 7402 | 1,13ns | -0,27ns | 0,85ns | 2068238,8** | 69 |
| DAS 8550 | 6460 | 5507 | 7650 | 1,15ns | 0,73* | 1,89** | 3131000,0** | 68 |
| SHSA 5070 | 6411 | 5786 | 7191 | 0,88ns | 0,23ns | 1,11ns | 1855784,9** | 64 |
| Agromen 35 M 42 | 6396 | 5628 | 7355 | 1,19ns | 0,30ns | 1,50ns | 1482496,0** | 80 |
| Colorado 32 | 6361 | 5647 | 7253 | 0,98ns | 0,19ns | 1,17ns | 1037492,0* | 79 |
| DAS 8330 | 6359 | 5953 | 6866 | 0,48** | 1,34** | 1,82* | 2843859,7** | 52 |
| Agromen 3150 | 6264 | 5353 | 6889 | 0,86ns | 0,09ns | 1,50ns | 3768859,7** | 45 |
| Pioneer 3021 | 6251 | 5498 | 7191 | 1,12ns | 0,37ns | 1,50ns | 2017175,4** | 73 |
| A 2288 | 6215 | 5722 | 6483 | 0,66* | 0,33ns | 0,99ns | 1319911,6** | 61 |
| BRS 3060 | 6214 | 5582 | 7004 | 0,94ns | -0,44ns | 0,49ns | 776162,2ns | 79 |
| Agromen 3100 | 6208 | 5426 | 7035 | 0,96ns | -0,22ns | 0,94ns | 1067046,2* | 77 |
| PL 6880 | 6095 | 5443 | 6909 | 0,76ns | -0,70ns | 0,05** | 1908770,6** | 50 |
| AS 3466 | 6078 | 5391 | 6938 | 0,96ns | 0,14ns | 1,11ns | 277385,0ns | 93 |
| Agromen 25 M 23 | 6028 | 5343 | 6883 | 0,84ns | 0,18ns | 1,03ns | 791678,0ns | 79 |
| Agromen 3180 | 6021 | 5298 | 6924 | 1,01ns | 0,14ns | 1,15ns | 519,0ns185 | 95 |
| BRS 2223 | 5837 | 5345 | 6452 | 0,85ns | -0,35ns | 0,49ns | 920750,0ns | 73 |
| BRS 2114 | 5835 | 5058 | 6806 | 1,10ns | -0,72* | 0,38ns | 732329,0ns | 84 |
| Agromen 30 A 00 | 5806 | 4984 | 6832 | 1,11ns | 0,20ns | 1,32ns | 392693,9ns | 93 |
| 97 HT 129 | 5745 | 5168 | 6466 | 0,89ns | -0,11ns | 0,77ns | 262599,0ns | 91 |
| BRS 2110 | 5738 | 4894 | 6793 | 1,21ns | 0,10ns | 1,31ns | 2060004,0** | 74 |
| A 3680 | 5699 | 4969 | 6612 | 0,96ns | 0,58ns | 1,54ns | 349150,0ns | 93 |
| Agromen 32 M 31 | 5673 | 5001 | 6511 | 1,01ns | -0,02ns | 0,98ns | 254031,0ns | 93 |
| BR 206 | 5660 | 5067 | 6402 | 0,87ns | -0,58ns | 0,29* | 1272139,0* | 66 |
| Agromen 22 M 22 | 5631 | 5207 | 6160 | 0,73ns | -0,50ns | 0,23ns | 2020831,0** | 46 |
| Agromen 32 M43 | 5203 | 4698 | 5833 | 0,76ns | -0,40ns | 0,36* | 255731,8ns | 88 |

* e ** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂ a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente. ** significativamente diferente de zero, pelo teste F, Q.M. do desvio. Produtividade média de grãos = 6.434 kg.ha⁻¹, C. V. (%) = 10.

melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), no grupo de melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$).

No que se refere à estabilidade, nota-se que, no grupo de melhor adaptação (Tabela 6), diversos híbridos mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, expressando baixa estabilidade nos ambientes estudados. Entretanto, seguindo o critério de Cruz et al. (1989), os híbridos DAS 766 e BA 8517 mostraram estimativas de $R^2 > 80\%$, revelando boa estabilidade nos ambientes considerados.

Nessa rede de ensaios (Tabela 6), não foram encontrados híbridos com adaptação específica a ambientes desfavoráveis. No entanto, o híbrido DAS 8480 mostrou-se de alta produtividade de grãos nessa classe de ambiente e com estimativa de $b_1 < 1$, evidenciando baixa exigência nos ambientes desfavoráveis, podendo ser recomendado para esse tipo de ambiente. Com adaptação específica a ambientes favoráveis, destacou-se o híbrido BA 8517, o qual expressou alta produtividade de grãos, exigência na condição desfavorável e resposta favorável à melhoria ambiental ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 > 1$ e $b_1 + b_2 > 1$). O híbrido DAS 766, exigente nas condições desfavoráveis e os híbridos DAS 8460, A 3430 e DAS 8550, responsivos à melhoria ambiental, também podem ser sugeridos para os ambientes favoráveis. Os demais híbridos pertencentes ao grupo de melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e com estimativas de b_1 próximos à unidade revelaram adaptabilidade ampla, consubstanciando-se em excelentes alternativas para a agricultura regional.

Conclusões

1. Os híbridos mostram melhor adaptação que as variedades e consubstanciam-se em excelentes alternativas para a agricultura regional.

2. As variedades de melhor adaptação e que evidenciam adaptabilidade ampla justificam suas recomendações para os diferentes sistemas de produção prevalentes na região.

Referências Bibliográficas

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. 1996. 118f. Tese (Doutorado em

Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos. Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.146-153, 2000.

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos; OLIVEIRA, A. C. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na Região Meio-Norte do Brasil no ano agrícola de 1999/2000. **Agrotropica**, Itabuna, v.13, n.3, p.1001-108, 2001.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M X. dos; LEAL, M. de L da S.; OLIVEIRA, A. C. Desempenho de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.1, p.43-52, 2003.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado em Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, M.S. dos; CARVALHO, B.C.L. de; TABOSA, J.N.; LIRA, M.A. e ALBUQUERQUE, M.M.. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.637-644, abri. 2001.

CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, M.X. dos; TABOSA, J.N.; CARVALHO, B.C.L. de; LIRA, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.11, p.1581-1588, nov. 2002.

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

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability

parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n.1, p. 36-40, 1966.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de.; GUIMARÃES, P. E. de O. de; SANTOS, M. X dos. Estabilidade de produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, jun. Brasília, v.36, n.6, p.1143-1149, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 8. Ed. São Paulo: Nobel, 1990. 450p.

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).

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M, A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28^o, 2000, Sete Lagoas, M. G. **Memórias...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo/CIMMYT, 2000. p.251-260.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT**

user's Guide : version 6. 4. Ed. Cary, 1996. V.1.

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**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, maio 1995.

SILVA, F.B.R. de; RICHE, G.R.; TORNGAU, J.P.; SOUSANETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.D. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LEITE, A.P. **Zoneamento ecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA/ Embrapa-CNPS, 1993. v.1.

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

VENDRUSCOLO, E. C. G.; SCAPIM, C. A.; Pacheco, C. A. P.; OLIVEIRA, V.R. de; BRACCINI, A de L. E.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.123-130, jan. 2001.