

PERFORMANCE FENOTÍPICA DE CULTIVARES DE MILHO NO MEIO-NORTE BRASILEIRO

Milton José Cardoso¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Maria de Lourdes da Silva Leal², Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães³, Evanildes Menezes de Souza²

¹Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Caixa Postal 01, 64.006-220, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br. ²Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. ³Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 65, Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

No ano agrícola de 2003/2004, foram conduzidos dois tipos de experimentos, em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições, envolvendo a avaliação de 46 híbridos de milho em um dos experimentos e, 22 variedades e 24 híbridos em outro, em nove e oito ambientes, respectivamente, do Meio-Norte brasileiro. O objetivo foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade das cultivares para fins de recomendação. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados conforme método proposto por Cruz et al. (1989). Detectaram-se, nas análises de variância conjunta, diferenças entre as cultivares e comportamento inconsistente em face das oscilações ambientais. Em ambos os experimentos, as variedades e híbridos avaliados diferiram quanto a adaptabilidade e estabilidade de produção. Os híbridos mostraram melhor adaptação que as variedades, consolidando-se em alternativas importante para exploração comercial na Região. Entre aqueles de melhor adaptação, os Pioneer 30 F 44, BRS 1001, AG 6690, DKB 350 destacaram-se para os ambientes favoráveis. Os híbridos que expressaram adaptabilidade ampla, a exemplo dos AG 7000, BRS 1010, DKB 390, Pioneer 30 F 90, dentre outros, consubstanciam-se em alternativas importantes para a agricultura regional. Também, as variedades que apresentaram adaptabilidade ampla, a exemplo das Sertanejo, São Francisco, Asa Branca, AL Alvorada, AL Ipiranga, dentre outras, tornam-se de importância para os diferentes sistemas de produção dos agricultores familiares.

Palavras-chave: *Zea mays*, interação genótipo x ambiente, rendimento de grãos, híbridos, variedades

Corn cultivars phenotype performance in the Brazilian Middle-Norte region. In the agricultural year of 2003/2004, two types of experiments were evaluated, in experimental complete randomized design with three replications involving 46 corn hybrids in one of the experiments and, 22 varieties and 24 hybrids in other, in nine and eight environments, respectively, in the Brazilian Middle-North. The objective was to study the adaptability and the stability of those hybrids and varieties for recommendation purposes. The adaptability and stability parameters were measured as proposed by Cruz et al. (1989). The combined analysis of variance showed variations among the cultivars and inconsistent behaviour to of those cultivar in relation to environmental oscillations. In both experiments, the varieties and hybrids differed as to adaptability and production stability. The hybrids showed better adaptation than varieties, in important alternatives for commercial exploration in the Area. Among those of better adaptation, Pioneer 30 F 44, BRS 1001, AG 6690, DKB 350 stood out in favorable environments. The hybrids that expressed wide adaptability, as AG 7000, BRS 1010, DKB 390, Pioneer 30 F 90, use an important alternatives for the regional agriculture. Also, the varieties that presented wide adaptability, as the example the Sertanejo, São Francisco, Asa Branca, AL Alvorada, AL Ipiranga, are important alternatives for became small producers.

Key word: *Zea mays*, genotype x environment interaction, grain yield, hybrid, variety.

Introdução

Em razão das distintas condições ambientais existentes na região Meio-Norte do Brasil (Silva et al., 1993), há necessidade de se conhecer o comportamento das variedades e híbridos de milho lançadas anualmente no mercado regional, tanto por empresas públicas quanto particulares. A avaliação é de extrema importância para o conhecimento da adaptação desses materiais aos diferentes ambientes dessa região. Estudos têm demonstrado a significância da interação cultivares x ambientes e, conseqüentemente, o comportamento diferencial desses materiais nos anos e ambientes estudados (Ramalho et al., 1993). Os ambientes de instalação dos experimentos são importantes no comportamento fenotípico dos genótipos, dada as distintas condições ambientais, que possibilitam a definição de pontos estratégicos para a execução dos ensaios com vistas a recomendação de cultivares (Duarte & Zimmermann, 1994). Fundamentado nesses conceitos de avaliação de cultivares em locais estratégicos e nos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, foi possível, realizar a recomendação de cultivares de milho para diferentes ambientes dos estados do Paraná (Carneiro, 1998), de Minas Gerais (Ribeiro et al., 2000), do Nordeste brasileiro (Carvalho et al., 2002 e 2005; Souza et al., 2004) e do Meio-Norte do Brasil (Cardoso et al., 2003, 2004 e 2005).

Diversos trabalhos realizados com a cultura do milho, segundo Ribeiro et al. (2000), permitem inferir não haver uma relação fixa quanto à homogeneidade ou heterogeneidade do material e sua estabilidade, pois, é possível selecionar materiais mais estáveis em qualquer grupo (variedades, híbridos simples, híbridos triplos e híbridos duplos). Allard & Bradshaw (1964) ressaltam que os híbridos simples, por serem materiais mais homogêneos e por terem na heterozigosidade na maioria dos locos, possuem maior capacidade de processar as trocas ambientais de forma mais eficiente que a mistura de genótipos nos materiais heterogêneos. A ocorrência desses resultados sugere a importância do estudo da interação cultivares x ambientes, visando fornecer subsídios e maior compreensão do comportamento de diferentes cultivares de milho quando submetidas a diferentes condições ambientais (Arias, 1996).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de produção de variedades e híbridos de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais do Meio-Norte do Brasil.

Material e Métodos

Os experimentos de avaliação de híbridos e os que envolveram a avaliação de variedades e híbridos foram conduzidos, respectivamente, em nove e oito ambientes do Meio-Norte brasileiro, no ano agrícola de 2003/2004, distribuídos nos estados do Maranhão e do Piauí, em diferentes tipos de solo, entre as latitudes 03° 11' S a 09° 04' S (Tabela 1). As precipitações pluviométricas registradas no decorrer do período experimental encontram-se na Tabela 2.

Os experimentos com híbridos envolveram 46 materiais e aqueles que avaliaram variedades e híbridos foram formados por 22 variedades e 24 híbridos. Em ambos, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m e 0,25 m, entre covas, dentro das fileiras. Foi mantida uma planta por cova, após o desbaste. A área útil da parcela foi de 8,0 m² (duas fileiras centrais). As adubações foram realizadas de acordo com os resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os pesos de grãos corrigidos para 13% de umidade foram transformados para produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e submetidos à análise de variância, pelo modelo em blocos ao acaso. A análise de variância conjunta obedeceu ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Gomes, 1990), e foram realizadas conforme Vencovsky & Barriga (1992), considerando-se como aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de cultivares. As referidas análises foram efetuadas, utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS, Institute, 1996), para dados balanceados (PROC/ANOVA).

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 a média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). Foi utilizado o seguinte modelo:

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

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_{ij} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios onde foram executados os experimentos de milho ano agrícola 2003/2004. Região Meio-Norte do Brasil.

| Município | Latitude (S) | Longitude (W) | Altitude (m) | Tipo de solo (1) |
|-----------------------------|--------------|---------------|--------------|------------------|
| Raimundo das Mangabeiras/MA | 06° 49' | 45° 24' | 545 | AVA |
| Paraibano/MA | 06° 18' | 43° 57' | 196 | CE |
| Barra do Corda/MA | 05° 43' | 45° 18' | 84 | LA |
| Anapurus/MA | 03° 44' | 43° 21' | 10 | LA |
| Teresina/PI | 05° 02' | 42° 47' | 80 | NF |
| Bom Princípio/PI | 03° 11' | 41° 37' | 70 | LA |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 08° 23' | 45° 26' | 590 | AVA |
| Bom Jesus/PI | 09° 04' | 44° 21' | 277 | AVA |

(1) AVA: Argissolo Vermelho Amarelo, CE: Chernossolo Escuro, LA: Latossolo Amarelo e NF: Neossolo Flúvico.

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2003/2004.

| Municípios | 2003 | | 2004 | | | Total |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | |
| S. Raimundo das Mangabeiras/MA | 74* | 480 | 333 | 179 | - | 906 |
| Paraibano/MA | - | 121* | 292 | 301 | 231 | 945 |
| Barra do Corda/MA | - | 392* | 275 | 164 | 164 | 995 |
| Anapurus/MA | - | 89* | 120 | 341 | 380 | 930 |
| Teresina/PI | - | 351* | 172 | 316 | 222 | 1061 |
| Bom Princípio/PI | - | 89* | 215 | 210 | 240 | 754 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 177* | 636 | 425 | 211 | - | 1449 |
| Bom Jesus/PI | 315* | 202 | 189 | 288- | 994 | 994 |

* Mês de plantio.

Resultados e Discussão

Nos ensaios de híbridos detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os materiais avaliados, em todos os ambientes (Tabela 3). Os coeficientes de variação obtidos variaram de 7% a 11%, conferindo boa precisão aos ensaios (Scapim et al., 1995). As produtividades médias de grãos oscilaram de 6.025 kg ha⁻¹, em Teresina, PI, em ambiente irrigado a 7.124 kg ha⁻¹, em Paraibano, MA, evidenciando a alta potencialidade dessas áreas para cultivo do milho em escala comercial. Ressalta-se que os rendimentos médios obtidos nesses ambientes são equivalentes àqueles registrados em áreas tradicionais de cultivo de milho nos estados do Paraná e Mato Grosso.

Nos ensaios formados por variedades e híbridos detectaram-se variações genéticas entre os materiais avaliados (Tabela 4). A oscilação observada no rendimento de grão foi de 5.420 kg ha⁻¹, em Anapurus, MA, a 6.196 kg ha⁻¹, em Barra do Corda, MA. Estes resultados são equivalentes aqueles registrados em áreas produtoras de milho nos estados do Paraná e Mato Grosso e, confirmam a potencialidade dessas áreas para o cultivo do milho. Os coeficientes de variação obtidos variaram de 6% a 12%, conferindo boa precisão aos ensaios.

A análise de variância conjunta, tanto dos ensaios constituídos por híbridos (Tabela 5), quanto dos formados por variedades e híbridos (Tabela 6), evidenciou efeito

significativo ($p < 0,01$), para ambientes, tratamentos e interação tratamentos x ambientes, revelando diferenças entre os ambientes e os tratamentos e comportamento diferenciado dos tratamentos em face das oscilações ambientais.

Constatada a presença da interação cultivar x ambiente, procurou-se verificar as respostas de cada cultivar nos ambientes considerados, pelo método de Cruz et al. (1989), que descreve como material ideal, aquela que expressa alta produtividade média de grãos ($b_0 >$ média geral), adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis (b_1 o menor possível), responsividade à melhoria ambiental ($b_1 + b_2$ o maior possível) e, finalmente, variância dos desvios da regressão igual a zero (alta estabilidade nos ambientes considerados). Além do preconizado pelo modelo proposto, considerou-se como cultivar melhor adaptada, aquela com produtividade média de grãos acima da média geral (Vencovsky & BARRIGA, 1992).

Nota-se, na Tabela 7, uma variação na produtividade média de grãos (b_0) de 5.960 kg ha⁻¹ a 7.372 kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação os híbridos com produtividade média de grãos superior à média geral ($b_0 >$ média geral). Verificando os resultados de análise de adaptabilidade e estabilidade desses materiais, nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado não existe entre os avaliados ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e variância dos desvios da regressão próximas ou igual a zero). De forma semelhante, não foi encontrado

Tabela 3. Resumo das análises de variância de rendimento de grãos (kg ha⁻¹), por ambiente, dos experimentos com híbridos de milho. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2003/2004.

| Local | Quadrados médios | | Médias | C. V. (%) |
|--------------------------|------------------|----------|--------|-----------|
| | Cultivares | Resíduo | | |
| Anapurus/MA | 1204988,6** | 325883,1 | 6376 | 10 |
| Barra do Corda/MA | 944034,6** | 309901,6 | 6585 | 8 |
| S. R. das Mangabeiras/MA | 573586,2** | 237011,8 | 6484 | 8 |
| Paraibano/MA | 1086449,6** | 547041,7 | 7124 | 10 |
| Teresina sequeiro/PI | 1006086,4** | 252592 | 6692 | 7 |
| Teresina irrigado/PI | 1220338,9** | 467858,8 | 6025 | 11 |
| Bom Jesus/PI | 667184,0** | 235650,4 | 6116 | 8 |
| Baixa G. do Ribeiro/PI | 2172294,6** | 360722,5 | 6949 | 9 |
| Bom Príncipe/PI | 1148382,2** | 347873,1 | 6505 | 9 |

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

Tabela 4. Resumo das análises de variância da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) dos experimentos de avaliação de cultivares de milho. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2003/2004.

| Local | Quadrados médios | | Médias | C.V.(%) |
|--------------------------|------------------|----------|--------|---------|
| | Cultivares | Resíduo | | |
| Anapurus/MA | 716063,1** | 117605 | 5420 | 6 |
| Barra do Corda/MA | 2722310,1** | 328013,7 | 6196 | 9 |
| S. R. das Mangabeiras/MA | 1051367,7** | 356886,9 | 5960 | 10 |
| Paraibano/MA | 2697417,0** | 258458,6 | 6028 | 8 |
| Teresina/PI | 1789746,0** | 241480,2 | 6016 | 8 |
| Teresina irrigado /PI | 2089097,5** | 364064,1 | 5209 | 12 |
| Bom Jesus/PI | 2315927,0** | 378381,1 | 5891 | 10 |
| Baixa G. do Ribeiro/PI | 3460926,5** | 390563 | 6111 | 10 |

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

Tabela 5. Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 46 híbridos de milho em oito ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2003/2004.

| Fontes de variação | Graus de liberdade | Quadrados médios |
|--------------------|--------------------|------------------|
| Ambientes (A) | 8 | 17400851,8** |
| Híbridos (H) | 45 | 2477820,2** |
| Interação (A x H) | 360 | 943191,9** |
| Erro | 810 | 342726,1 |
| Média: | | 6540 |
| C. V. (%): | | 9 |

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

Tabela 6. Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 46 cultivares de milho em sete ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 2003/2004.

| Fontes de variação | Graus de liberdade | Quadrados médios |
|--------------------|--------------------|------------------|
| Locais (L) | 7 | 20198477,7** |
| Cultivares (C) | 45 | 11892365,7** |
| Interação (CxL) | 315 | 712867,2** |
| Erro | 720 | 302858,2 |
| Média | | 5839 |
| C. V. (%) | | 9 |

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

qualquer material que atendesse a todos os requisitos para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Nesse caso, o híbrido teria que mostrar uma produção média alta ($b_0 >$ média geral), os $b_1 < 1$ e $b_1 + b_2 < 1$. Apesar disso, observa-se que o híbrido SHS 4060 se aproxima bastante dessa situação (b_0 alto e $b_1 < 1$ e estabilidade nos ambientes considerados (variância dos desvios da regressão igual a zero), podendo ser recomendado para essa classe de ambiente. Para as condições favoráveis, os híbridos devem apresentar média alta ($b_0 >$ média geral), estimativas de b_1 e de $b_1 + b_2$ estatisticamente maiores que a unidade e variâncias dos desvios da regressão próximas ou igual a zero. Não foi encontrado qualquer híbrido que atendesse a todos esses requisitos. No entanto, os híbridos DAS 8420 e A 2345, de rendimentos médios superiores à média geral e em razão de serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), justificam suas recomendações para essas condições de ambiente. Da mesma forma, os híbridos Pioneer 30 F 44, Pioneer 30 F 98 e SHS 4060, de produtividades médias de grãos acima da média geral e responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$) devem também ser recomendados para essa classe de ambiente. Os demais híbridos que expressaram médias superiores à média geral e estimativas de b_1 semelhantes à unidade, evidenciaram adaptabilidade ampla, consolidando-se em alternativas importantes para os diferentes sistemas de produção prevaescentes na região, destacando-se, entre eles, os Pioneer 30 F 44, Pioneer 30 F 90, DAS 8480, DAS 8460 e 2 C 577.

Entre os híbridos de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), apenas os Pioneer 30 F 44, DAS 657, Pioneer 3021, Pioneer 30 F 98, 2 C 599 e DAS 766 mostraram os desvios da regressão semelhantes a zero, o que evidencia comportamento altamente previsível nos ambientes considerados.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estimados nos experimentos envolvendo variedades e híbridos constam na Tabela 8. Verifica-se que a produtividade média de grãos oscilou de 4.421 kg ha⁻¹ a 7.246 kg ha⁻¹, considerando-se que os materiais melhor adaptados ao Meio-Norte brasileiro expressaram produtividade médias de grãos acima da média geral (5.839 kg ha⁻¹), destacando-se os híbridos AG 7000 e BRS 1001. Entre os materiais de menor adaptação, podem ser citados as variedades CMS 47, Sintético Elite Flint, Sintético Flint e Caatingueiro. Observou-se que, dentre os de melhor adaptação, os híbridos BRS 1001, AG 6690, DKB 350, BRS 2223 e BRS 2114 foram exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), enquanto o híbrido PL 6880, mostrou-se menos exigente nessas condições ($b_1 < 1$). Os híbridos AG 6690, DKB 350, AG 7575, AG 2060, e Colorado 32 foram os mais responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

Dentre os híbridos de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), os que mostraram os desvios da regressão

estatisticamente semelhantes a zero, expressaram boa estabilidade nos ambientes considerados, a exemplo dos BRS 1001, BRS 1010, BRS 3123, AG 1051, DKB 466, AG 2060, PL 6880, DKB 950 e BRS 2114.

Relacionando-se a estabilidade das cultivares avaliadas, com suas respectivas bases genéticas (Tabela 8), nota-se que 18 dessas cultivares mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, independentemente de suas bases genéticas (híbridos simples, híbridos triplos, híbridos duplos e variedades). As demais cultivares apresentaram alta estabilidade nos ambientes considerados, independentemente, também, de suas bases genéticas. Em trabalhos de competição de cultivares, onde se avaliam materiais de diferentes bases genéticas, surge o questionamento sobre a maior ou menor estabilidade das cultivares em relação ao grupo a que pertencem (Ribeiro et al., 2000). Resultados de inúmeros trabalhos com cultivares de milho permitem inferir não haver relação fixa entre a homogeneidade ou heterogeneidade de determinado genótipo e sua estabilidade, sendo possível selecionar cultivares mais estáveis em qualquer grupo, quer sejam variedades ou híbridos (Carneiro, 1998; Ribeiro et al., 2000; Carvalho et al., 2002 e 2005; Cardoso et al., 2001, 2004 e 2005), o que também foi constatado no presente trabalho.

O material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado não foi encontrado no conjunto avaliado. Também não foi identificado qualquer material com adaptação específica a ambientes desfavoráveis. Entretanto, cultivares com médias altas nesses ambientes, tornam-se de importância para a agricultura regional, a exemplo dos híbridos AG 7000, BRS 1010, DKB 747, BRS 3123, BRS 3060, DKB 466 e, principalmente, o PL 6880, que se mostrou pouco exigente nas condições desfavoráveis. Com adaptação específica a ambientes favoráveis, destacaram-se os híbridos AG 6690 e DKB 350, os quais expressaram altas produtividades médias de grãos, exigência nas condições desfavoráveis e resposta favorável à melhoria ambiental ($b_0 >$ média geral, $b_1 > 1$ e $b_1 + b_2 > 1$). Esses dois híbridos mostraram baixa estabilidade de produção nos ambientes considerados. Os híbridos BRS 1001, AG 6690, BRS 350, BRS 2223, BRS 2114, exigentes nas condições desfavoráveis e, os AG 7575, AG 2060 e Colorado 32, responsivos à melhoria ambiental, justificam também suas recomendações para as condições favoráveis. Os híbridos que mostraram adaptabilidade geral ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$), consolidaram-se em alternativas importantes para a região.

Considerando a média das variedades (5.245 kg ha⁻¹), nota-se que apenas a AL Piratininga mostrou-se exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), sugerindo sua utilização nessa classe de ambientes. As demais variedades

Tabela 7. Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 46 híbridos de milho em nove ambientes do Meio-Norte brasileiro no ano agrícola de 2003/2004.

| Híbridos | Produtividade média de grãos ⁺ | | | b ₁ | b ₂ | b ₁ +b ₂ | s ² d | R |
|-----------------|---|--------------|-----------|----------------|----------------|--------------------------------|------------------|----|
| | Geral | Desfavorável | Favorável | | | | | |
| Pioneer 30 F 44 | 7372a | 6922 | 7932 | 1,29 | 2,35** | 3,64** | 687640 | 73 |
| DAS 8420 | 7320a | 6695 | 8100 | 2,40** | -0,34 | 2,05 | 3198038,9** | 46 |
| Pioneer 30 F 90 | 7084b | 6955 | 7244 | 0,74 | -0,57 | 0,17 | 1753292,2** | 11 |
| DAS 8480 | 7042b | 6599 | 7647 | 1,06 | -1,2 | -0,13 | 1881653,4** | 19 |
| DAS 8460 | 6928b | 6681 | 7259 | 0,94 | 0,66 | 1,61 | 1243468,4** | 32 |
| A 2345 | 6925b | 6351 | 7640 | 2,13** | -0,81 | 1,32 | 1319382,6** | 60 |
| Strike | 6904b | 6778 | 7061 | 0,29 | -0,13 | 0,15 | 2013618,6** | 2 |
| 2 C 577 | 6876b | 6617 | 7194 | 0,85 | 1,31 | 2,16 | 800630,8* | 47 |
| A 2560 | 6856b | 6708 | 7040 | 1,11 | -2,31** | -1,20** | 1989523,0** | 24 |
| Pioneer 30 F 33 | 6824b | 6529 | 7190 | 0,78 | -0,35 | 1,14 | 560630,4 | 40 |
| DAS 657 | 6773b | 6555 | 7045 | 1,26 | -0,29 | 0,97 | 1724031,0** | 30 |
| Fort | 6769b | 6534 | 7057 | 1,06 | -0,47 | 0,59 | 2226710,6** | 18 |
| Pioneer 30 K 75 | 6652c | 6510 | 6829 | 0,58 | -0,81 | 1,4 | 146852,6 | 68 |
| Pioneer 3021 | 6592c | 6428 | 6785 | 0,45 | -0,95 | 1,4 | 464123,6 | 36 |
| Pioneer 30 F 98 | 6590c | 6362 | 6866 | 0,92 | 2,02* | 2,94** | 201759,7 | 85 |
| 2 C 599 | 6553c | 6380 | 6769 | 0,67 | -2,85** | -2,17** | 710665,2 | 47 |
| DAS 766 | 6552c | 6489 | 6655 | 0,01** | 0,3 | -0,29 | 725694,6* | 1 |
| SHS 4060 | 6543c | 6346 | 6789 | 0,92 | 2,47** | 3,39** | 681089,1 | 67 |
| Pioneer 30 F 80 | 6522 c | 6057 | 7028 | 1,87* | -1,51 | 0,36 | 659384,9 | 68 |
| Valent | 6516c | 6075 | 7068 | 1,91* | -1,09 | 0,82 | 248961,7 | 86 |
| SHS 4080 | 6470c | 6451 | 6482 | 0,14* | 0,24 | 0,39 | 996961,1** | 2 |
| A 3663 | 6458c | 6137 | 6848 | 1,05 | -1,47 | -0,41 | 463962 | 50 |
| SHS 4040 | 6443c | 6179 | 6771 | 1,18 | -1,34 | -0,15 | 409452,2 | 58 |
| DAS 9560 | 6440c | 6273 | 6648 | 1,03 | -0,22 | 0,8 | 1163441,0** | 30 |
| Agromen 3050 | 6430c | 6122 | 6815 | 1,23 | 0,41 | 1,65 | 578110,3 | 60 |
| AS 32 | 6410c | 6405 | 6417 | 0,62 | -0,2 | 0,42 | 1956680,5** | 8 |
| AS 3466 | 6408c | 6357 | 6396 | 0,82 | 0,05 | 0,87 | 1218029,5** | 22 |
| SHSA 5050 | 6402c | 6054 | 6836 | 1,90* | -2,48** | -0,58* | 860444,8* | 63 |
| Agromen 2012 | 6399c | 6112 | 6757 | 1,12 | -0,37 | 0,74 | 761346,4* | 42 |
| Agromen 35 A 42 | 6398c | 6360 | 6427 | 0,33 | 0,46 | 0,79 | 272581,4 | 27 |
| A 4450 | 6367c | 6152 | 6635 | 0,82 | -0,22 | 0,6 | 758293,4* | 29 |
| AS 3477 | 6357c | 6165 | 6565 | 0,86 | 0,15 | 1,01 | 443606,3 | 47 |
| Balu 178 | 6355c | 5940 | 6873 | 1,67 | -0,11 | 1,56 | 450058 | 55 |
| A 4454 | 6353c | 6022 | 6767 | 1,73* | -1,82* | -0,87 | 692522,1 | 63 |
| A 4646 | 6352c | 6380 | 6309 | 0,14* | 1,41 | 1,59 | 1646720,2** | 12 |
| Agromen 30 A 00 | 6342c | 6165 | 6556 | 0,86 | -0,29 | 0,57 | 457602,9 | 42 |
| Agromen 2011 | 6327c | 5942 | 6805 | 1,22 | 2,02* | 3,25** | 473476,4 | 77 |
| A 2555 | 6308c | 5974 | 6686 | 1,1 | 1,96* | 3,07** | 1285027,6 | 51 |
| Agromen 3180 | 6293c | 6061 | 6559 | 1,02 | -0,87 | 0,15 | 169720,9 | 71 |
| AS 1533 | 6260c | 5920 | 6678 | 1,83* | -0,67 | 1,21 | 482463,2 | 75 |
| Agromen 3150 | 6257c | 6112 | 6438 | 0,55 | 0,96 | 1,51 | 329483,2 | 50 |
| A 4545 | 6249c | 6268 | 6226 | 0,3 | -0,65 | -0,35 | 401230,3 | 11 |
| SHS 5070 | 6208c | 6136 | 6284 | 0,54 | 0,7 | 1,25 | 2676842,2** | 9 |
| SHS 4050 | 6199c | 5815 | 6677 | 1,36 | -0,88 | 0,48 | 1560200,2** | 33 |
| Agromen 25 A 23 | 6193c | 5984 | 6437 | 0,29 | 2,39* | 2,69* | 675035,2 | 51 |
| Agromen 3100 | 5960c | 5811 | 6145 | 0,85 | 1,11 | 1,96 | 626756,6 | 51 |

*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.
⁺ Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 46 cultivares de milho em oito ambientes do Meio-Norte brasileiro no ano agrícola de 2003/2004.

| Híbridos | Produtividade média de grãos ⁺ | | | b ₁ | b ₂ | b ₁ +b ₂ | s _d | R |
|--------------------------|---|--------------|-----------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|----|
| | Geral | Desfavorável | Favorável | | | | | |
| AG 7000 ^H | 7246a | 6444 | 7514 | 1,19 | 0,92 | 2,11 | 1072318,86** | 47 |
| BRS 1001 ^H | 7026a | 5998 | 7368 | 1,72* | 0,24 | 1,96 | 659582,56 | 73 |
| BRS 1010 ^H | 7015a | 6066 | 7332 | 1,53 | 0,1 | 1,64 | 345757,33 | 80 |
| DKB 390 ^H | 6849 ^a | 5840 | 6885 | 1,08 | -0,28 | 0,8 | 1559527,77** | 30 |
| AG 6690 ^H | 6746b | 5711 | 7090 | 1,68* | 2,64 | 4,33* | 1135493,66** | 66 |
| DKB 747 ^H | 6660b | 6010 | 6876 | 0,91 | 0,47 | 1,39 | 1024886,72** | 34 |
| BRS 3123 ^H | 6634b | 6201 | 6779 | 0,68 | -0,34 | 0,33 | 407225,68 | 39 |
| DKB 350 ^H | 6577b | 5362 | 6982 | 2,08** | 2,23 | 4,31* | 1075365,94** | 73 |
| BRS 3060 ^H | 6557b | 6095 | 6711 | 0,86 | -0,6 | 0,25 | 1159959,62** | 26 |
| AG 1051 ^H | 6470b | 5977 | 6634 | 0,82 | -1,02 | -0,2 | 272740,36 | 58 |
| DKB 466 ^H | 6436b | 6080 | 6559 | 0,54 | 1,68 | 2,22 | 149001,5 | 68 |
| AG 4051 ^H | 6417b | 5749 | 6640 | 1,07 | -0,79 | 0,28 | 973543,50** | 40 |
| AG 7575 ^H | 6366b | 5579 | 6629 | 1,22 | 3,41* | 4,64** | 1337300,13** | 53 |
| AG 405 ^H | 6159c | 5441 | 6398 | 1,1 | 2,01 | 3,12 | 1005745,70** | 49 |
| AG 2060 ^H | 6154c | 5257 | 6453 | 1,51 | 4,22** | 5,73** | 554485,08 | 80 |
| PL 6880 ^H | 6143c | 5887 | 6288 | 0,31* | 0,47 | 0,78 | 411532,24 | 15 |
| AG 9010 ^H | 6133c | 5642 | 6296 | 0,75 | -3,00* | -2,25* | 796486,08* | 37 |
| BRS 2223 ^H | 6064c | 5107 | 6383 | 1,79* | -1,54 | 0,25 | 751297,60* | 71 |
| BRS 3150 ^H | 6022c | 5611 | 6159 | 0,83 | 3,29* | 4,12* | 2798193,17** | 24 |
| DKB 950 ^H | 6020c | 5575 | 6168 | 0,61 | -2,17 | -1,56* | 474680,61 | 37 |
| BRS 2114 ^H | 5950d | 4928 | 6291 | 1,79* | -1,02 | 0,76 | 480226,18 | 79 |
| Colorado 32 ^H | 5901d | 4868 | 6245 | 1,53 | 2,38 | 3,91* | 1549808,58** | 54 |
| BRS 2110 ^H | 5862d | 5661 | 5930 | 0,44 | -0,35 | 0,09 | 439858,09 | 20 |
| CPATC-4 | 5850d | 5440 | 5987 | 0,7 | 0,03 | 0,74 | 240429,15 | 55 |
| CPATC-5 | 5812d | 5270 | 5992 | 0,94 | -0,95 | -0,01 | 238349,22 | 68 |
| AL Piratininga | 5789d | 4559 | 6166 | 2,08** | 3,57* | -1,48 | 915321,20** | 73 |
| DKB 900 ^H | 5786d | 5662 | 5828 | 0,22* | -0,31 | -0,09 | 330924,91 | 8 |
| Sertanejo | 5658e | 5319 | 5770 | 0,67 | 0,41 | 1,08 | 241857,69 | 55 |
| São Francisco | 5557e | 5086 | 5714 | 0,84 | 0,28 | 1,12 | 73659,2 | 85 |
| Asa Branca | 5548e | 5311 | 5620 | 0,39 | 0,41 | 0,8 | 202642,02 | 34 |
| AL Alvorada | 5493e | 4766 | 5736 | 1,22 | -0,57 | 0,64 | 1834715,58** | 32 |
| AL Ipiranga | 5444e | 4799 | 5659 | 1,14 | 0,9 | 2,05 | 414444,42 | 68 |
| São Vicente | 5395e | 4868 | 5570 | 0,93 | -0,16 | -0,12 | 255952,02 | 66 |
| Sintético Dentado | 5361e | 4898 | 5516 | 0,72 | 2,56 | 3,28 | 974699,93** | 39 |
| AL 25 | 5328e | 4666 | 5649 | 1,33 | 0,22 | 1,55 | 239557,19 | 81 |
| AL 30 | 5315e | 4814 | 5482 | 1,04 | -0,4 | 0,63 | 642092,89 | 49 |
| AL 34 | 5284e | 4846 | 5429 | 0,86 | 0,4 | 1,27 | 891416,45* | 35 |
| SHS 3031 | 5273e | 5024 | 5355 | 0,59 | 1,61 | 2,2 | 473973,9 | 42 |
| AL Bandeirante | 5238e | 4751 | 6401 | 0,92 | -0,54 | 0,38 | 375211,4 | 57 |
| Cruzeta | 5005f | 4316 | 5235 | 1,38 | -2,08 | -0,7 | 469101,65 | 70 |
| BR 106 | 4917f | 4645 | 5008 | 0,57 | 0,01 | 0,5 | 500198,89 | 28 |
| BRS 4150 | 4818f | 4232 | 5013 | 1,1 | -2,49 | -1,38 | 328019,84 | 69 |
| Caatingueiro | 4661g | 3969 | 4891 | 1,39 | -1,59 | -0,19 | 566290,1 | 66 |
| Sintético Flint | 4628g | 4538 | 4658 | 0,13** | -0,62 | -0,48 | 272662,56 | 6 |
| Sintético Elite Flint | 4592g | 4480 | 4630 | 0,41 | -3,57** | -3,16* | 771595,94* | 34 |
| CMS 47 | 4421g | 4323 | 4453 | 0,16** | -2,01 | -1,85 | 310843,02 | 27 |

As cultivares cujos nomes são seguidos das letras H são híbridos e os demais são variedades. *** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s_d². + Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Scott Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

como a Sertanejo, São Francisco, Asa Branca, AL Alvorada, AL Ipiranga, dentre outras que apresentaram produtividades médias de grãos superiores à média das variedades, expressaram adaptabilidade ampla (b_1 =unidade), constituindo-se em opções importantes para os diferentes sistemas de produção em execução na região, especialmente, para aqueles sistemas de produção praticados por pequenos e médios produtores rurais.

Conclusões

1. Os híbridos mostram melhor adaptação que as variedades. Os que expressam adaptabilidade ampla, a exemplo dos Pioneer 30 F 44, Pioneer 30 F 90, DAS 8480, DAS 8460, AG 7000, BRS 1010, dentre outros, consubstanciam-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

2. As variedades que mostram adaptabilidade ampla como a Sertanejo, São Francisco, Asa Branca, AL Alvorada, AL Ipiranga, dentre outras, têm importância fundamental para os sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais.

Literatura Citada

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science* 4 (5):503-508.
- ARIAS, E. R. A. 1996. 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. Tese de Doutorado. Lavras, ESAL. 118p.
- CARDOSO, M. J. et al. 2001. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil no ano agrícola de 1999/2000. *Agrotropica (Brasil)* 13 (2): 59-66.
- CARDOSO, M. J. et al. 2005. Comportamento fenotípico de cultivares de milho na Região Meio-Norte Brasileira. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 36 (2): 181-188.
- CARDOSO, M. J. et al. 2003. Desempenho de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo (Brasil)* 2 (1): 43-52.
- CARDOSO, M. J. et al. 2004. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 35 (1): 68-75.
- CARNEIRO, P.C.S. 1998. Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado. Lavras, ESAL. 168p.
- CARVALHO, H.W.L. de. et al. 2002. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37 (11): 1581-1588.
- CARVALHO, H.W.L. de. et al. 2005. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40 (5): 471-477.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOSKY, R. 1989. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética* 12: 567- 580.
- DUARTE, J.P.; ZIMMERMANN, M. J. 1994. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29 (1): 25-32.
- GOMES, F. P. 1990. Curso de estatística experimental. 8 ed. São Paulo, Nobel. 450p.
- RAMALHO, M A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J de O. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora UFG. pp.131-169. (Publicação, 120).
- RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M, A. P.; FERREIRA, D. F. 2000. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: Reunion Latinoamericana del Maiz, 28, 2000, Sete Lagoas, MG. Memórias. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo; CIMMYT. pp.251-260.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos).1996. SAS/STAT user's Guide : version 6. 4. ed. Cary. v1.
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P de.; CRUZ, C. D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. . *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30 (5): 683-686.
- SILVA, F. B. R. de. et al. 1993. Zoneamento ecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/EMBRAPA-CNPS, v.1.
- SOUZA, E. M. de. et al. 2004. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho nos Estados de Sergipe e Alagoas. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 35 (1): 76-81.
- VENCOSKY, R.; BARRIGA, P. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.