

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; Milton José Cardoso²; Ivênio Rubens de Oliveira¹; Cleso Antônio Pato Pacheco³; José Nildo Tabosa⁴; Marcelo Abdon Lira⁵; Livia Freire Feitosa⁶; Kátia Estelina de Oliveira Melo⁶.

¹Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. e-mail: helio@cpatc.embrapa.br; ²Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI; ³Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁴Pesquisador da IPA, Recife, PE; ⁵Pesquisador da EMPARN, Natal, RN; ⁶

Bolsista PIBIC/CNPq/EmbrapaTabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

RESUMO: Quinze variedades e dois híbridos de milho foram avaliados em noventa e um ambientes do Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003, em blocos ao acaso, com três repetições, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Detectaram-se, na análise de variância conjunta, diferenças entre os ambientes e os materiais e inconsistência no comportamento desses materiais em face das oscilações ambientais. Os híbridos Pioneer 3021 e BRS 3123, utilizados como testemunhas, mostraram melhor adaptação que as variedades, com rendimentos superiores, tanto em ambientes desfavoráveis, quanto favoráveis. As variedades Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30 e Asa Branca, de melhor adaptação, mostraram-se exigentes nas condições desfavoráveis, justificando suas recomendações para as condições favoráveis. As variedades Assum Preto e Caatingueiro, de baixa adaptação e exigentes nas condições desfavoráveis, têm na sua superprecocidade forte justificativa para seus usos em áreas de sertão.

Palavras-chave: *Zea mays* L., interação genótipos x ambientes, previsibilidade, semi-árido.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF CORN IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: The adaptability and stability of fifteen varieties and two hybrids of corn were evaluated at ninety one environments of the Brazilian Northeast, during the period of 1999 to 2003 in a randomized block design, with three replications, aiming their recommendation to the prevalent agricultural systems. The aggregated variance analysis detected significant differences among environments and materials, but also detected an inconsistent behavior of the materials face the environmental oscillations. The Pioneer 3021 and BRS 3123 hybrids, used as controls, showed better adaptation than the varieties with superior grain yield either under favorable as unfavorable environment. The Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30, and Asa Branca varieties, which have better adaptation shown to be more demanding under unfavorable conditions, justifying their recommendation to favorable environments. The Assum Preto and Caatingueiro varieties, despite their low adaptation and demanding characteristics under unfavorable conditions, have in their high precocity strong reasons for their recom-

mendation to semiarid environments.

Keywords: *Zea mays* L., genotype x environment interaction, weight, environmental factors.

INTRODUÇÃO

Cerca de três milhões de hectares do Nordeste brasileiro, distribuídos nos ecossistemas dos tabuleiros costeiros, agreste, sertão e cerrados, destinam-se ao cultivo do milho. Nessas áreas, as médias de produtividade, em exploração comercial, oscilam de 800kg ha⁻¹, nos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais, predominantes em áreas do sertão nordestino, a níveis superiores a 6.000kg ha⁻¹, nos sistemas de produção de melhor tecnificação, constantes em áreas de cerrados. Nos últimos anos, a zona agreste vem despontando no cenário da agricultura regional, com rendimentos médios de grãos, em nível comercial, superiores a 6.000kg ha⁻¹. Esses altos níveis de produtividade têm sido registrados também em trabalhos e competição de variedades e híbridos de milho, em áreas do agreste sergipano, baiano e alagoano, confirmando a aptidão dessa faixa do Nordeste brasileiro para o bom desenvolvimento do cultivo do milho, conforme ressaltam Carvalho et al. (2000, 2002 e 2005) e, em áreas dos cerrados, localizados no Sul do Maranhão e no sudoeste piauiense, conforme assinalam Cardoso et al. (1997, 2000 e 2001). Os autores supracitados destacam a melhor adaptação dos híbridos em relação às variedades, apesar de mostrarem que algumas variedades expressaram rendimentos médios de grãos semelhantes aos híbridos de melhor adaptação.

No Nordeste brasileiro a interação genótipos x ambientes assume papel de destaque no processo de recomendação de cultivares (CARVALHO et al. 1999, 2000, 2002; CARDOSO et al. 2000, 2003; SOUZA et al. 2004). Em outras regiões do país, tem-se observado situações semelhantes, segundo relatos de Arias (1996), no estado do Mato Grosso, Carneiro (1998), no Paraná, Ribeiro et al. (2000), em Minas Gerais, Souza et al. (2000), no Pará. Duarte e Zimmermann (1991 e 1994) e Carbonell e Pompeu (2000) descreveram a importância dessa interação no processo de recomendação de variedades de feijoeiro comum em algumas localidades do Brasil.

Têm sido utilizadas várias metodologias para obtenção de estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Finlay e Wilkinson (1963), Eberhart e Russel (1966) e Lin e Binns (1988) empregaram métodos basea-

dos no coeficiente de regressão linear e na variância dos desvios da regressão estimados em relação a cada cultivar (ARIAS, 1966). Verma et al. (1978) e Cruz et al. (1989) utilizaram um modelo composto de dois segmentos de reta, a regressão bilinear.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades de milho em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Quinze variedades e dois híbridos (testemunhas) foram avaliados em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, distribuídos nos anos agrícolas de 1999 (13 ensaios), 2000 (21 ensaios), 2001 (21 ensaios), 2002 (18 ensaios) e 2003 (18 ensaios). As coordenadas geográficas de cada município variaram de 2°63', no município de Parnaíba, no Piauí, a 14°36', em Barra do Choça, na Bahia (Tabela 1).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constaram de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, a espaços de 0,80m e 0,40m, entre covas, dentro das fileiras. Foram mantidas duas plantas por cova, após o desbaste. As adubações realizadas nesses ensaios obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os pesos de grãos (15 % de umidade) foram submetidos à análise de variância pelo modelo em blocos ao acaso. Após isso, realizou-se a análise de variância conjunta, considerando 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 (PROCANOVA).

Para atenuar o efeito da interação cultivares x ambientes, usou-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^2d) de cada material, de acordo com as variações ambientais.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as cultivares, em 89 dos 91 ambientes, o que evidencia comportamento diferenciado entre elas (Tabela 2). Os coeficientes de variação encontrados oscilaram de 6% a 19%, o que revela boa precisão dos ensaios, conforme Scapim et al. (1995). As médias de produtividade nos ensaios variaram de 2.471 kg ha⁻¹, no município de Lapão, no estado da Bahia, no ano agrícola de 2003, a 7.957 kg ha⁻¹, em Simão Dias, no agreste sergipano, no ano de 2001, o que indica uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios. Os municípios de Parnaíba, Teresina e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí; São Raimundo das Mangabeiras e Colinas, no Maranhão e Simão Dias, em Sergipe, apresentaram as melhores potencialidades para o desenvolvimento do cultivo do milho. Vale ressaltar, que as produtividades médias encontradas nessas localidades colocam essas áreas em condições de competir com a exploração do milho em áreas tradicionais de produção de milho no país e que utilizam tecnologias modernas de produção. Os municípios de Anapurus, Barra do Corda, Brejo, no Maranhão; Barreiras, Barra do Choça e Paripiranga, na Bahia e Canguaretama, no Rio Grande do Norte, também mostraram potencialidades para o cultivo do milho.

Houve efeitos significativos ($p < 0,01$) quanto aos ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes (Tabela 3). A diferença significativa da interação cultivares x ambientes revela que a classificação das cultivares não foi coincidente nos diferentes ambientes.

Além do preconizado pelo método de Cruz et al. (1989), considerou-se como cultivar melhor adaptada aquela que expressou rendimento médio de grãos superior à média geral (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Os

rendimentos médios de grãos (b_0) oscilaram de 3.806kg ha⁻¹ a 6.230kg ha⁻¹, com média geral de 5.012kg ha⁻¹, o que expressa boa adaptação das cultivares avaliadas no Nordeste brasileiro (Tabela 4). As cultivares de rendimentos superiores à média geral mostraram melhor adaptação, destacando-se, entre elas, o híbrido Pioneer 3021, seguido do híbrido BRS 3123. Os híbridos expressaram melhor adaptação que as variedades, confirmando resultados encontrados em trabalhos anteriores, realizados na região (MONTEIRO et al. 1998; CARVALHO et al., 2000, 2002 e 2005 e CARDOSO et al. 1997 e 2000). Entre as variedades, a Sertanejo mostrou melhor adaptação, seguida das AL 25, AL 34 e AL 30. O bom desempenho da variedade Sertanejo tem sido destacado pelos autores supracitados.

As estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar a variação nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,58** a 1,14**, respectivamente, em relação a variedades CMS 47 e ao híbrido BRS 3123, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 4). Os dois híbridos utilizados como testemunhas mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

As variedades mostraram rendimento médio de grãos de 4.868kg ha⁻¹ e dentre aquelas oito que revelaram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), seis apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e duas mostraram estimativas de b_1 não significativas ($b_1 = 1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas variedades em ambientes desfavoráveis. As variedades Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, apenas as variedades AL 25 e Sintético Dentado responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

Todos os genótipos avaliados mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes considerados. Considerando que a estabilidade pode também ser avaliada pelas estimativas de R^2 (CRUZ et al., 1989), constatou-se que as menores estimativas de R^2 foram obtidas nos híbridos Pioneer 3021 e BRS 3123 e nas variedades Caatingueiro e CMS 47, sendo, portanto, tais materiais de menor estabilidade. Considerando-se, em termos percentuais, que a estimativa de R^2 pode variar de 0% a 100%, percebe-se que os materiais

avaliados apresentaram bom nível de estabilidade, uma vez que, 76% desses materiais tiveram valores de R^2 superiores a 80%.

Verificando-se os resultados apresentados, nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 >$ e desvios da regressão igual a zero) não foi encontrado no conjunto avaliado. Observando-se o grupo de materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$ e $b_1 + b_2 < 1$). No entanto, os híbridos testemunhas Pioneer 3021 e BRS 3123, apesar de serem exigentes nessas condições ($b_1 > 1$) e serem responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), mostraram altos rendimentos médios de grãos nas condições desfavoráveis, o que sugere suas recomendações para essa classe de ambientes. As variedades Sertanejo e AL 25, também exigentes nas condições desfavoráveis, apresentaram bons rendimentos de grãos nessas condições de ambiente, o que sugere suas recomendações para os ambientes desfavoráveis. Os resultados obtidos com a cultivar sertanejo estão em desacordo com os resultados relatados por Carvalho et al. (2000 e 2001), que detectaram ampla adaptabilidade dessa cultivar em 75 ambientes do Nordeste brasileiro, no triênio 1995/1996/1997. Cardoso et al. (1997) e Carvalho et al. (2002) também obtiveram adaptabilidade ampla e alta estabilidade de produção dessa variedade.

No grupo de variedades de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), a variedade AL 25 reuniu os atributos necessários para adaptação nessas condições de ambiente ($b_0 >$ média geral, b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e $R^2 > 80\%$). As variedades Sertanejo, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco atenderam a um número maior de requisitos para recomendação nessas condições (estimativas de $b_0 >$ média geral, de variedades, e de $b_1 > 1$ e valores de $R^2 > 80\%$). A variedade Sintético Dentado que apresentou estimativa de $b_0 >$ média geral de variedades e respondeu à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), com valor de $R^2 > 80\%$, pode, também, ser recomendada para os ambientes favoráveis. As variedades São Vicente e Sintético Duro, com estimativas de $b_0 >$ média geral de variedades e de $b_1 = 1$, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para os diferentes sistemas de produção em execução na região. As variedades Caatingueiro e Assum Preto, apesar de mostrarem baixa adaptação ($b_0 <$ média geral para variedades) e baixa exigência nas

condições desfavoráveis, têm na sua superprecocidade forte justificativa para seus usos em áreas do sertão, por reduzirem os riscos de frustração de safras nessa região. A variedade Assum Preto, por ser também, um material de alta qualidade protéica, pode ser utilizada em programas de combate à fome e à miséria.

CONCLUSÕES

1. Os híbridos mostram melhor adaptação que as variedades e se destacam para os sistemas de produção de melhor tecnificação.
2. Os materiais avaliados diferem quanto à adaptabilidade.
3. A cultivar ideal, preconizada pelo modelo bissegmentado, não faz parte do conjunto avaliado.
4. As variedades de melhor adaptação destacam-se nos ambientes favoráveis: Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30 e Asa Branca.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios.

| Municípios | Latitude (S) | Longitude (W) | Altitude (m) |
|---------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| Anapurus/MA | 3°35' | 43°30' | |
| Barra do Corda/MA | 5°43' | 45°18' | 84 |
| Brejo/MA | 3°41' | 42°45' | 55 |
| Sambaíba/MA | 7°08' | 45°45' | 212 |
| São Raimundo das Mangabeiras/MA | 7°22' | 45°36' | 225 |
| Paraibano/MA | 6°18' | 43°57' | 241 |
| Floriano/PI | 6°46' | 43°11' | 85 |
| Guadalupe/PI | 6°26' | 43°50' | 180 |
| Parnaíba/PI | 2°53' | 41°41' | 15 |
| Rio Grande do Piauí/PI | 7°36' | 43°31' | 270 |
| Teresina/PI | 5°05' | 42°49' | 72 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 7°32' | 45°14' | 325 |
| Bom Jesus/PI | 9°04' | 44°21' | 217 |
| Palmeiras do Piauí/PI | 8°43' | 44°14' | 270 |
| Canguaretama/RN | 6°22' | 35°07' | 5 |
| Ipanguassu/RN | 5°37' | 36°50' | 70 |

| Cont. Tab. 1 | | | |
|----------------------------|--------|--------|-----|
| Vitória Santo Antão/PE | 8°11' | 32°31' | 350 |
| Araripina/PE | 7°33' | 40°34' | 620 |
| Serra Talhada/PE | 8°17' | 38°20' | 365 |
| São Bento do Una/PE | 8°31' | 36°22' | 645 |
| Caruaru/PE | 8°34' | 38°00' | 537 |
| Teotônio Vilela/AL | 9°04' | 36°27' | 150 |
| Arapiraca/AL | 9°45' | 36°33' | 248 |
| Neópolis/SE | 10°16' | 36°05' | 15 |
| Nossa Senhora das Dores/SE | 10°30' | 37°13' | 200 |
| Simão Dias/SE | 10°44' | 37°48' | 283 |
| Lapão/BA | 11°21' | 41°41' | 785 |
| Ibititá/BA | 11°31' | 41°41' | 700 |
| Barreiras/BA | 12°09' | 44°59' | 800 |
| Barra do Choça/BA | 14°36' | 40°50' | 880 |
| Paripiranga/BA | 10°14' | 37°51' | 430 |
| Adustina/BA | 10°35' | 38°07' | 250 |

Tabela 2. Resumo das análises de variância de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cada ensaio. Região Nordeste do Brasil, 1999/2000/2001/2002/2003(1).

| Ambientes | Quadrados médios | | Média | C. V. (%) |
|---------------------------|------------------|----------|-------|-----------|
| | Cultivares | Resíduo | | |
| | 1999 | | | |
| Florianópolis/PI | 2351757,3** | 580371,3 | 4151 | 18 |
| Guadalupe/PI | 1689441,1** | 108567,2 | 3697 | 9 |
| Parnaíba /PI | 1776733,0** | 227622,0 | 4601 | 10 |
| Rio Grande do Piauí/PI | 1647548,0** | 586618,2 | 3894 | 19 |
| Teresina/PI | 2587790,6** | 117931,4 | 5574 | 6 |
| Neópolis/SE | 3521098,6** | 306951,1 | 4046 | 14 |
| N. Sra. das Dores/SE | 1647296,4** | 270844,4 | 4687 | 11 |
| Vitória de Santo Antão/PE | 1200683,3** | 236882,3 | 4064 | 12 |
| Araripina/PE | 1879669,2** | 631687,5 | 4734 | 17 |
| Lapão/BA | 1310049,0** | 269810,7 | 2991 | 17 |
| Ibititá/BA | 713877,6** | 269032,1 | 3068 | 17 |

| | | | | |
|--------------------------------|-------------|----------|------|----|
| Barreiras/BA | 1645555,6** | 350614,9 | 4309 | 14 |
| Cont. Tab. 2 | | | | |
| Barra do Choça/BA | 2371056,1** | 447582,5 | 4846 | 14 |
| | 2000 | | | |
| Anapurus/MA | 1958300,7** | 394452,6 | 5715 | 11 |
| Barra do Corda/MA | 2077392,4 | 173418,1 | 5075 | 8 |
| Guadalupe/PI | 969203,2** | 262907,8 | 4274 | 12 |
| Parnaíba/PI | 2661326,8** | 316558,2 | 6272 | 9 |
| Parnaíba irrigado/PI | 2048678,3** | 617452,2 | 7867 | 10 |
| Rio Grande do Piauí/PI | 3485330,3** | 363764,0 | 6689 | 9 |
| Teresina/irrigado/PI | 4658816,1** | 345150,2 | 6562 | 9 |
| Neópolis/SE | 1944939,3** | 116688,2 | 4909 | 7 |
| N. Sra. das Dores/SE | 3174284,7** | 154715,3 | 4376 | 8 |
| Canguaretama/RN | 534583,3** | 150188,1 | 3950 | 8 |
| Vitória de Santo Antão/PE | 1292611,6** | 115211,3 | 3771 | 8 |
| Serra Talhada/PE | 843922,5** | 133897,9 | 3803 | 10 |
| São Bento do Una/PE | 3499321,9** | 146211,8 | 3810 | 10 |
| Caruaru/PE | 1828621,3** | 256185,6 | 4228 | 12 |
| Araripina/PE | 1627168,2** | 417620,3 | 4775 | 13 |
| Paripiranga/BA | 1334701,2** | 212442,3 | 5152 | 9 |
| Lapão/BA | 5286759,6** | 584897,6 | 6113 | 12 |
| Ibititá/BA | 1514653,4** | 300390,9 | 4754 | 11 |
| Barreiras/BA | 4397510,9** | 392877,2 | 5846 | 11 |
| Barra do Choça/BA | 3565660,8** | 532033,0 | 5216 | 14 |
| Teotônio Vilela/AL | 564534,6** | 134102,2 | 4626 | 8 |
| | 2001 | | | |
| Barra do Corda/MA | 2701055,6** | 341361,1 | 5567 | 10 |
| Brejo/MA | 2702310,3** | 319320,9 | 4079 | 14 |
| Sambaíba/MA | 1572403,1** | 207630,6 | 4328 | 10 |
| S. Raimundo das Mangabeiras/MA | 1965608,0** | 463326,3 | 7173 | 9 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 3745616,8** | 302857,9 | 6784 | 8 |
| Bom Jesus/PI | 2176605,7** | 427820,3 | 5250 | 12 |
| Palmeiras do Piauí/PI | 1681236,1** | 298191,7 | 4619 | 12 |

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO
CARVALHO et al.

| | | | | |
|--------------------------------|-------------|----------|------|----|
| Parnaíba/PI | 2565900,6** | 318170,8 | 6949 | 8 |
| Cont. Tab. 2 | | | | |
| Parnaíba/PI | 1908728,3** | 426291,0 | 6232 | 10 |
| Teresina/PI | 4138599,4** | 621326,7 | 6592 | 12 |
| Teresina irrigado/PI | 2077271,9** | 400944,5 | 7107 | 9 |
| Simão Dias/SE | 3926388,6** | 313585,1 | 7957 | 7 |
| Neópolis/SE | 3726541,7** | 246656,2 | 4287 | 11 |
| N. Sra. Das Dores/SE | 2660446,4** | 392747,0 | 5886 | 10 |
| Canguaretama/RN | 2403936,1** | 314899,6 | 5852 | 9 |
| São Bento do Una/PE | 964457,1** | 234053,4 | 3080 | 16 |
| Caruaru/PE | 566357,3** | 146620,7 | 3490 | 11 |
| Araripina/PE | 1040844,2** | 208166,5 | 3243 | 14 |
| Lapão/BA | 186973,6ns | 161778,7 | 4042 | 10 |
| Barreiras/BA | 2163885,9** | 279679,3 | 4708 | 11 |
| Barra do Choça/BA | 4598371,0** | 586956,0 | 5388 | 14 |
| | 2002 | | | |
| Barra do Corda/MA | 1289666,4** | 293209,2 | 4550 | 12 |
| Brejo/MA | 2268441,6** | 186713,4 | 6489 | 7 |
| Colinas/MA | 6194217,8** | 202040,1 | 5676 | 8 |
| S. Raimundo das Mangabeiras/MA | 2099483,3** | 285536,0 | 5858 | 9 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 766581,2** | 178888,2 | 5906 | 7 |
| Bom Jesus/PI | 390811,2** | 127800,2 | 4803 | 7 |
| Palmeiras do Piauí/PI | 464656,6** | 146832,3 | 4302 | 9 |
| Parnaíba/PI | 2530043,9** | 252448,5 | 6900 | 7 |
| Teresina/PI | 2113303,5** | 366163,4 | 6857 | 9 |
| Simão Dias/SE | 1779802,5** | 366746,2 | 5026 | 12 |
| N. Sra. Das Dores/SE | 4096135,4** | 416088,1 | 5832 | 11 |
| Caruaru/PE | 1095183,0** | 134463,3 | 2873 | 12 |
| Araripina/PE | 1370481,6** | 232360,8 | 3038 | 16 |
| Ibititá/BA | 336318,7** | 140230,8 | 2863 | 12 |
| Barra do Choça/BA | 1342724,2** | 339725,3 | 3371 | 17 |
| Adustina/BA | 1103275,6** | 262238,1 | 3765 | 14 |
| Arapiraca/AL | 3253942,1** | 167972,0 | 4752 | 9 |
| Teotônio Vilela/AL | 1076935,6** | 143861,6 | 5457 | 7 |

Cont. Tab. 2

| | 2003 | | | |
|--------------------------------|-------------|----------|------|----|
| Brejo/MA | 1751528,1** | 279002,7 | 4307 | 12 |
| Colinas/MA | 2965004,1 | 306884,2 | 6204 | 9 |
| Paraibano/MA | 1972884,1** | 290269,1 | 5205 | 10 |
| S. Raimundo das Mangabeiras/MA | 1911930,9** | 443535,8 | 6463 | 10 |
| Baixa Grande do Ribeiro/PI | 3138433,0** | 219624,0 | 6672 | 7 |
| Parnaíba/PI | 2733772,4** | 117376,3 | 5321 | 6 |
| Teresina/PI | 1610245,1** | 410126,0 | 5497 | 12 |
| Teresina irrigado/PI | 1965468,1** | 328359,1 | 5614 | 10 |
| Parnaíba irrigado/PI | 3004692,8** | 501962,7 | 5483 | 13 |
| Simão Dias/SE | 3577119,1** | 452559,6 | 6918 | 10 |
| N. Sra.das Dores/SE | 1836141,4** | 471531,0 | 5705 | 12 |
| Ipanguassu/RN | 1848833,9** | 419276,0 | 5023 | 13 |
| Canguaretama/RN | 2318362,3** | 279200,5 | 4242 | 12 |
| Serra Talhada/PE | 1564950,9** | 430070,1 | 4345 | 15 |
| Lapão/BA | 565620,3** | 151430,7 | 2471 | 16 |
| Barra do Choça/BA | 1188967,6** | 173610,9 | 4693 | 9 |
| Arapiraca/AL | 419235,4ns | 302133,9 | 3462 | 16 |
| Teotônio Vilele/AL | 1533663,7** | 332965,1 | 5016 | 11 |

(¹) Graus de liberdade: 16 (cultivares);32 (resíduo) e ** significativo 1 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de 17 cultivares de milho em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003.

| Fonte de variação | Graus de liberdade | Quadrados médios |
|-------------------|--------------------|------------------|
| Ambientes (A) | 90 | 76089132,9** |
| Cultivares (C) | 16 | 88543503,9** |
| Interação (AxC) | 1440 | 1154047,0** |
| Resíduo | 2912 | 302892,6 |
| C. V. (%) | | 11 |
| Média | | 5012 |

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

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 17 cultivares de milho em 91 ambientes do nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003.

| Cultivares | Médias de grãos | | | b_1 | b_2 | b_1+b_2 | s^2_d | R^2 |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------|--------|---------|-----------|-------------|-------|
| | Geral | Desfavorável | Favorável | | | | | |
| Pioneer 3021 | 6230a | 5168 | 7365 | 1,07* | 0,16* | 1,23** | 2676847,0** | 67 |
| BRS 3123 | 5944b | 4823 | 7140 | 1,14** | 0,01ns | 1,15** | 1631646,5** | 78 |
| Sertanejo | 5430c | 4358 | 6576 | 1,11** | -0,07ns | 1,04ns | 905924,5** | 86 |
| AL 25 | 5316d | 4258 | 6447 | 1,11* | 0,05ns | 1,16** | 1105448,4** | 84 |
| AL 34 | 5244e | 4199 | 6361 | 1,09** | -0,08ns | 1,01ns | 942157,1** | 85 |
| AL 30 | 5232e | 4119 | 6422 | 1,13** | -0,04ns | 1,09ns | 901430,1** | 86 |
| Asa Branca | 5128f | 4074 | 6253 | 1,08* | -0,30** | 0,77** | 908776,1** | 84 |
| São Vicente | 5017g | 4027 | 6074 | 1,04ns | -0,06ns | 0,98ns | 950956,1** | 83 |
| Sintético Dentado | 5007g | 4013 | 6070 | 1,03ns | 0,09ns | 1,13* | 670406,7** | 88 |
| São Francisco | 5007g | 4002 | 6082 | 1,06* | -0,41** | 0,64** | 600338,3** | 88 |
| Sintético Duro | 4792h | 3937 | 5705 | 0,90** | 0,10ns | 1,00ns | 762457,3** | 83 |
| BRS 4150 | 4758h | 3793 | 5789 | 1,00ns | 0,21** | 1,21** | 945063,7** | 84 |
| Cruzeta | 4710h | 3825 | 5656 | 0,91** | -0,10ns | 0,81** | 691763,5** | 84 |
| BR 106 | 4699h | 3676 | 5791 | 1,03ns | -0,03ns | 0,99ns | 1157031,1** | 80 |
| Assum Preto | 4565i | 3665 | 5526 | 0,93* | 0,09ns | 1,02ns | 595603,1** | 87 |
| Caatingueiro | 4306j | 3611 | 5048 | 0,70** | 0,16* | 0,87* | 876799,5** | 73 |
| CMS 47 | 3806l | 3214 | 4439 | 0,58** | 0,22** | 0,80** | 809854,8** | 69 |

*e** significativamente diferente da unidade, para b_1 e b_1+b_2 , e de zero, para b_2 . Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s^2_d . As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- 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.** Lavras: ESAL, 1996. 118p. Tese de Doutorado.
- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí, no biênio 1993/1994. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.2, n.1, p. 35-44, 1997.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; et al. 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.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil no ano agrícola de 1999/2000. **Agrotropica**, Itabuna, v.13, n.2, p.59-66, 2001.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; SANTOS, M. X. dos.; et al. 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.

CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n.2, p.321-329, 2000.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. Selection of location for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germoplasm evaluation. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.14, n.3, p.765-770, 1991.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J.; Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n-1, p.25-32, 1994.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Lavras: ESAL, 1998. 168P. Tese de Doutorado.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; et al. 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, 2001.

- CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; et al. 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.
- CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos.; et al. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1773-1781, 2000.
- CARVALHO, H. W. L. de.; SANTOS, M. X. dos.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1581-1591, 1999.
- CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n 5, p.471-477,2005.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567 a 580, 1989.
- DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. Selection of location for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germoplasm evaluation. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.14, n.3, p.765-770, 1991.
- DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.; Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n-1, p.25-32, 1994.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n.1, p. 36-40, 1966.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant

breeding programme. **Crop Science**, Madinson, v. 7, p. 192-195, 1963.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

MONTEIRO, A. A. T.; CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 3, n.2, p.1-10,1998.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2213-2222, 2000.

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, v30, n.5, p.683-686, 1995.

SOUZA, E. M. de.; CARVALHO, H. W. L. de.; 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**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 52-60, 2004.

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

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTHY, B. R. Limitations of conventional regression analysis : a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, p,89-91, 1978.