

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 30

ISSN 1678-1961
Dezembro, 2007

Estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste Brasileiro





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-1961

Dezembro, 2007

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 30

Estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste Brasileiro

Vanice Dias de Oliveira
Hélio Wilson Lemos de Carvalho
Ivênio Rubens de Oliveira
Milton José Cardoso
Marcelo Abdon Lira
Manoel Henrique Bonfim Cavalcante
Sandra Santos Ribeiro
Kátia Estelina de Oliveira Melo
Lívia Freire Feitosa

Aracaju, SE
2007

Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=fixas&pagina=publicacoesonline>

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

Aracaju, SE

CEP: 49025-040

Fone: **79-4009-1300

Fax: **79-4009-1369

www.cpatc.embrapa.br

E-mail: sac@cpatc.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Edson Diogo Tavares

Secretária-Executiva: Maria Ester Gonçalves Moura

Membros: Emanuel Richard Carvalho Donald, Emanuel Richard Carvalho Donald, José Henrique de Albuquerque Rangel, Julio Roberto Araujo de Amorim, Ronaldo Souza Resende, Joana Maria Santos Ferreira

Normalização bibliográfica: Josete Cunha Melo

Supervisora Editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Tratamento de ilustrações: Diego Corrêa Alcântara Melo

Foto(s) da capa: Arquivo Embrapa Tabuleiros Costeiros

Editoração eletrônica: Sandra Helena dos Santos

1ª edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Tabuleiros Costeiros

Estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do nordeste brasileiro / Vanice Dias de Oliveira ... [et al.]. -- Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.
17 p. : il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN1678-1961; 30).

Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=fixas&pagina=publicacoesonline>

1. Milho. 2. Cultivar. 3. Agreste. 4. Brasil. I. Carvalho, Hélio Wilson Lemos de. II. Oliveira, Ivênio Rubens de. III. Cardoso, Milton José. IV. Lira, Marcelo Abdon. V. Cavalcante, Manoel Henrique Bonfim. VI. Ribeiro, Sandra Santos. VII. Melo, Kátia Estelina de Oliveira. VIII. Feitosa, Lívia Freire. IX. Título. X. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões	16
Referências Bibliográficas	16

Estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste Brasileiro

Vanice Dias de Oliveira¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Ivênio Rubens de Oliveira², Milton José Cardoso³, Marcelo Abdon Lira⁴, Manoel Henrique Bonfim Cavalcante⁵, Sandra Santos Ribeiro⁶, Kátia Estelina de Oliveira Melo⁶ e Lívia Freire Feitosa⁶

Resumo

Duas redes experimentais, envolvendo a avaliação de variedades e híbridos de milho, foram realizadas em diferentes ambientes da Zona Agreste do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2006, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Em ambas as redes, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Constataram-se, nas análises de variâncias conjuntas, diferenças entre cultivares e ambientes e comportamento diferenciado dessas cultivares diante das variações ambientais. As altas produtividades de grãos de milho alcançadas em ambientes do agreste nordestino, colocam essas áreas em condição de competir com áreas dos Estados do Paraná, Goiás e Mato Grosso, reduzindo os custos com a importação de milho de outras partes do país. Os híbridos mostraram melhor

¹ Bolsista DTI-G/CNPq/Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. E-mail: vanice_dias@yahoo.com.br.

² Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br, ivenio@cpatc.embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, Teresina, PI, CEP: 64006-220. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br.

⁴ Pesquisador da EMPARN, Av. Jaguarari, 2192, Lagoa Nova, Natal, RN, CEP: 59062-500. E-mail: marcelo-emparn@rn.gov.br.

⁵ Pesquisador da Secretaria de Estado da Agricultura de Alagoas, Rua Domingos Correa, 1150, São Luiz, Arapiraca, AL, CEP: 57301-070. ⁶

⁶ Estagiária Embrapa Tabuleiros Costeiros/UFS, Av. Beira Mar, 3250, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. E-mail: sandrinha_sr@yahoo.com.br, katia_bio1984@yahoo.com.br.

adaptação que as variedades, constituindo-se em alternativas importantes para os produtores que investem em tecnologias modernas de produção. Dentre os híbridos, sobressaíram-se Agromen 30 A 05, AG 8060, DKB 393, DAS 2 A 525, AG 5020, dentre outros.

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

Adaptability and stability of corn cultivars in the Brazilian Northeast agreste during 2006 agricultural year.

Abstract

The adaptability and stability of corn varieties and hybrids were evaluated on two network field trials in the Brazilian Northeast Agreste Region during the 2006 agricultural year in view to be recommended. The experiments were carried out on completely randomized block design with three replications. The grouped analysis of variance showed differences among cultivars x environment and cultivars x environmental variations. The high corn productivity obtained in those environmental conditions of the Brazilian Northeast Agreste Region, showed that such areas are in a competitive condition as a corn production region in relation to other Brazilian states as Paraná, Goiás and Mato Grosso do Sul, thus reducing the need and costs of corn importation. The hybrids behaved better than varieties representing an important alternative to farmers seeking modern technologies. Among the hybrids AGROMEN 30, A05, AG8060, DKB 393, DAS 2, A525 and AG 5020 were highlighted.

Key-words: *Zea mays* L., varieties, hybrids, predictability, genotype x environment interaction.

Introdução

No Nordeste brasileiro o milho é amplamente utilizado na indústria, na culinária e agropecuária, tendo nessa última atividade, crescimento expressivo na avicultura e suinocultura. Contudo, a produção regional é insuficiente para atender a demanda, sendo necessário recorrer à importação para suprir a necessidade desse mercado. Diante desse fato, infere-se que estimulando a produção de milho em áreas de agreste nordestino, a qual oferece condições de solo e clima propícias à produção de grãos em sequeiro, pode-se suprir o déficit gerado pelo consumo. De fato, produtividades elevadas na Zona Agreste do Nordeste brasileiro têm sido constatadas em ensaios de competição de cultivares de milho nos municípios de Teresina, PI, Arapiraca, AL, Simão Dias, SE, Nossa Senhora das Dores, SE, Frei Paulo, SE e Paripiranga, BA (Cardoso et al., 2003; Souza et al., 2004a e Carvalho et al. 2005a e 2005b).

Ressalta-se que em razão de grande parte dos híbridos nessa região expressarem adaptabilidade ampla (Cardoso et al., 2003; Souza et al., 2004b e Carvalho et al., 2005a), a recomendação desses materiais para os sistemas de produção pouco tecnificados têm ocorrido com sucesso, a exemplo dos sistemas de produção praticados pela maioria dos produtores de milho dessas áreas.

Fundamentados nesses resultados favoráveis, a exploração do milho tem se expandido de forma significativa nessa região, onde os rendimentos médios, no âmbito das propriedades rurais, vêm atingindo patamares superiores a 6 t/ha. Esses altos rendimentos registrados nesses ambientes equiparam-se às médias encontradas nos Estados do Paraná, Mato Grosso e São Paulo, o que evidencia a alta potencialidade dessas áreas para produção do milho.

O mercado para variedades de milho no agreste nordestino é crescente; também, o crescimento dos sistemas de produção de melhor tecnificação em áreas do agreste tem demandado largamente o uso de híbridos de milho de melhor adaptabilidade e estabilidade de produção. Diante desse fato, torna-se necessário promover a competição de materiais, através da implantação de redes de ensaios de variedades e híbridos, visando direcionar as recomendações para os diversos sistemas de produção existentes.

Estima-se que cerca de 60% da área brasileira plantada com milho utiliza mais de 160 híbridos diferentes (Pinazza & Alimandro, 1998). A indústria sementeira do milho é muito dinâmica, e a cada ano novas cultivares são postas no mercado, tanto pela iniciativa privada quanto pela pública (Santos et al., 2002). Segundo esses autores, a escolha certa sobre qual híbrido plantar é fundamental para que o produtor obtenha altas produtividades e níveis satisfatórios no desenvolvimento da atividade agrícola. Torna-se necessário verificar o desempenho dos principais materiais disponibilizados no mercado, o que poderá trazer ao produtor, informações valiosas sobre qual ou quais materiais ele deverá utilizar em sua lavoura.

A interação genótipos x ambientes exerce importância significativa no processo de recomendação de cultivares. Ramalho et al. (1993) admitem que quanto maior o número de ambientes e de cultivares, a presença da interação quase sempre revela a existência de cultivares com adaptação específica a ambientes específicos, bem como de cultivares com adaptação mais ampla, porém nem sempre com alto potencial para a produtividade em ambientes inferiores, o que impede que se faça uma recomendação segura para uma ampla região.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais da Zona Agreste do Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

Variedades e híbridos de milho foram avaliados em duas redes experimentais, em diversos ambientes da Zona Agreste no ano agrícola de 2006. Essa região apresenta clima ameno e período chuvoso de abril/maio a agosto/setembro. De modo geral, segundo Silva et al. (1993), a precipitação média anual, nessa zona, varia de 500 mm a 800 mm. Em uma das redes utilizadas, avaliaram-se 38 materiais (22 variedades e 16 híbridos) e os ensaios foram instalados nos municípios de Teresina, no Piauí; Apodi e Ipanguaçu, no Rio Grande do Norte; Arapiraca, em Alagoas; Nossa Senhora das Dores, Frei Paulo e Simão Dias, em Sergipe e Paripiranga e Sítio do Quinto, na Bahia. A outra rede, formada por 46

híbridos, teve os ensaios instalados nos municípios de Teresina, Arapiraca, Nossa Senhora das Dores, Frei Paulo, Simão Dias, Paripiranga e Adustina/BA. Esses municípios estão situados entre as latitudes 05° 05', em Teresina/PI e 10° 55', em Frei Paulo/SE (Tabela 1). Os índices pluviométricos registrados no decorrer do período experimental constam na Tabela 2. Todos esses ensaios foram instalados em regime de sequeiro.

Em ambas as redes utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e as parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, a espaços de 0,80 m, com 0,40 m entre covas, dentro das fileiras. Mantiveram-se, após o desbaste, duas plantas/cova. No plantio realizou-se uma adubação conforme indicação da análise de solo de cada área experimental. Os dados de peso de grãos obtidos foram submetidos à análise de variância pelo modelo de blocos ao acaso. A análise de variância conjunta obedeceu aos critérios de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Gomes, 1990), considerando aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, como fixo, o efeito de cultivares, e foi processada conforme Vencovsky & Barriga (1992), com auxílio do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2001).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se o método de Eberhart & Russel (1966). Segundo esses autores, a adaptabilidade é compreendida como a capacidade do genótipo em responder à melhoria ambiental, entendendo-se como adaptabilidade ampla os materiais com $b = 1$; adaptabilidade específica a ambientes favoráveis aqueles com $b > 1$ e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis aqueles com $b < 1$. A estabilidade refere-se a previsibilidade de comportamento do material em relação ao modelo linear de regressão que é dada pelos desvios de regressão ($s^2_{d_r}$). Materiais com desvios de regressão iguais a zero evidenciam alta estabilidade nos ambientes considerados.

Foram avaliados 38 materiais, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m e com 0,40 m entre covas, dentro das fileiras. Foram mantidas duas plantas por cova após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 8,0 m². As adubações de cada ensaio foram realizadas de acordo com as análises de solo de cada área experimental.

As produtividades médias de cada tratamento foram submetidas à análise de variância por ambiente e conjunta, considerando os efeitos de blocos e ambientes, como aleatórios e, o efeito de cultivares, como fixo e foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2001).

A detecção da interação cultivares com ambientes possibilitou a discriminação das cultivares, quanto à adaptabilidade e à estabilidade fenotípica, pelo método de Cruz et al. (1989), o qual baseia-se no seguinte modelo:

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

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 $T(I_j)$; s_{ij} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios onde foram instalados os ensaios, no Nordeste brasileiro, 2006.

<i>Município</i>	<i>Latitude (S)</i>	<i>Longitude (W)</i>	<i>Altitude (m)</i>
Teresina /PI	05°05'	42°49'	72
Ipanguaçu/RN	05°37'	36°50'	70
Apodi/RN	-	-	-
Arapiraca/AL	09°45'	36°33'	248
N. Sra. das Dores/SE	10°30'	37°13'	200
Frei Paulo/SE	10°55'	37°53'	272
Simão Dias/SE	10°44'	37°48'	283
Paripiranga/BA	10°14'	37°51'	430
A dustina/BA	10°32'	38°07'	250
Sítio do Quinto/BA	10°21'	38°13'	332

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Nordeste do Brasil, 2006.

<i>Locais</i>	<i>2005</i>			<i>2006</i>				<i>Total</i>		
	<i>Dez.</i>	<i>Jan.</i>	<i>Fev.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Jun.</i>	<i>Ago.</i>				
Teresina/PI	-	198*	222	-	295	172	-	-	-	888
Apodi/RN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ipanguaçu/RN	-	-	72*	-	150	70	-	-	-	-
Arapiraca/AL	-	-	-	-	-	128*	-	-	-	-
N. Sra. das Dores/SE	-	-	-	-	-	208*	253	245	96	802
Frei Paulo/SE	-	-	-	-	-	113	262	168	85	628
Simão Dias/SE	-	-	-	-	-	266	240	171	106	783
Paripiranga/BA	-	-	-	-	-	126*	315	228	117	786
Adustina/BA	-	-	-	-	-	71*	185	130	44	430
Sítio do Quinto/BA	-	-	-	-	-	98*	241	210	89	638

*Mês de plantio. (1) Forado período experimental ou dados não registrados.

Resultados e Discussão

Observando-se os resultados referentes à rede formada por variedades e híbridos (Tabela 3), percebe-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), o que mostra comportamento diferenciado entre os materiais avaliados, dentro de cada local. Os coeficientes de variação oscilaram entre 7% e 15%, o que indica boa precisão dos ensaios, segundo Scapim et al. (1995), que identificaram os limites de valores de coeficiente de variação para classificação da precisão dos experimentos com a cultura do milho. A produtividade média de grãos nos ensaios variou de 4.003 kg/ha, no ensaio de Arapiraca/AL a 7.571 kg/ha, em Frei Paulo/SE, sobressaindo como ambientes mais favoráveis ao cultivo do milho os municípios de Frei Paulo/SE e Simão Dias, com produtividades médias de 7.571 kg/ha e 7.377 kg/ha, respectivamente. Os municípios de Ipanguaçu/RN, Paripiranga/BA e Sítio do Quinto/BA, por apresentarem resultados médios de grãos superiores à média geral, também se qualificaram como ambientes bastante favoráveis para esse tipo de cultivo. Essa performance da

Zona Agreste do Nordeste brasileiro vem sendo evidenciada nas últimas safras, conforme assinalaram Carvalho et al. (2004 e 2005a) e Souza et al (2004b). As elevadas produtividades médias de grãos de milho registradas nessas áreas fazem dessa região importante celeiro para a produção de milho no Nordeste brasileiro.

Tabela 3. Resumos das análises de variância conjunta para a produção de grãos (kg/ha), avaliados em 38 cultivares de milho, em nove ambientes do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006.

<i>Local/Estado</i>	<i>Quadrados Médios</i>		<i>Média</i>	<i>C. V. (%)</i>
	<i>Cultivares</i>	<i>Resíduo</i>		
Teresina/PI	1.027867,0**	204239,1	5151	9
Apodi/RN	592332,8*	334441,1	5017	12
Ipanguassu/RN	2.046646,8**	1073318,1	6795	15
Arapiraca/AL	1.374650,7**	221709,9	4003	12
N. Sra. Dores/SE	1720203,2**	269499,9	5461	10
Frei Paulo/SE	3313976,8**	460216,1	7571	9
Simão Dias/SE	3.197728,7**	282110,4	7377	7
Paripiranga/BA	3.087611,2**	288556,4	6383	8
Sítio do Quinto/BA	2.499320,9**	422776,5	6506	10

** e * Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Analisando-se os resultados encontrados na rede experimental formada por híbridos (Tabela 4), observa-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os híbridos avaliados, no âmbito de ambientes. De igual maneira, os coeficientes de variação encontrados conferiram boa precisão aos ensaios. As médias de produtividades obtidas com os híbridos, no âmbito de ensaios, revelaram a mesma tendência observada na rede anterior (Tabela 3), registrando-se uma oscilação de 4.493 kg/ha, no município de Arapiraca/AL, a 8.921 kg/ha, no município de Frei Paulo/SE, destacando-se os municípios de Frei Paulo e Simão Dias, ambos no agreste de Sergipe, e Paripiranga, no agreste baiano, com produtividades entre 8.109 kg/ha e 8.921 kg/ha. Os municípios de Adustina, no agreste baiano, e Teresina, no agreste piauiense, também mostraram alta

potencialidade para o desenvolvimento do cultivo do milho, com rendimentos médios de grãos de 7.427 kg/ha e 7.357 kg/ha, respectivamente. Essa boa adaptação dos híbridos nessas áreas tem provocado um incremento considerável na procura por esse tipo de material genético, observando-se, no âmbito das propriedades rurais, rendimentos médios superiores a 6,0 t/ha.

Tabela 4. Resumos das análises de variância conjunta para a produção de grãos (kg/ha), avaliados em 46 híbridos de milho, em sete ambientes do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006.

<i>Local/Estado</i>	<i>Quadrados Médios</i>			
	<i>Híbridos</i>	<i>Resíduo</i>	<i>Média (kg/ha)</i>	<i>C. V. (%)</i>
Teresina/PI	1154954,7**	415548,7	7357	8,8
Arapiraca/AL	679711,4**	153570,2	4493	8,7
N. Sra. das Dores/SE	830974,6**	292769,5	6164	8,8
Frei Paulo/SE	1803866,7**	574884,5	8921	8,5
Simão Dias/SE	1828417,7**	576975,3	8109	9,4
Adustina/BA	2038582,3**	580917,4	7427	10,3
Paripiranga/BA	2033206,9**	296902,4	8147	6,7

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

Houve efeitos significativos ($p < 0,01$) quanto aos ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes, nas duas redes experimentais (Tabelas 5 e 6), indicando comportamento diferenciado entre os materiais avaliados e os ambientes, e comportamento inconsistente desses materiais diante das variações ambientais. Interações significativas têm sido detectadas em trabalhos de competição de cultivares, conforme Carneiro (1998), Gama et al. (2000), Gomes et al. (2002) e Carvalho et al. (2005a e 2005b). Em todos esses casos, os autores mencionados procuraram minimizar o efeito dessa interação por meio da recomendação de cultivares de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993).

Tabela 5. Análise de variância conjunta de rendimentos de grãos (kg/ha) de 38 cultivares de milho em nove ambientes do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Quadrados Médios</i>
Ambientes (A)	8	160316697,9**
Cultivares (C)	37	13048143,5**
Interação (A x C)	296	726524,3**
Resíduo	666	395207,6

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

Tabela 6. Análise de variância conjunta de rendimentos de grãos (kg/ha) de 46 híbridos de milho em sete ambientes do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Quadrados Médios</i>
Ambientes (A)	6	302574061,3**
Cultivares (H)	45	5268336,3**
Interação (A x H)	270	850225,1**
Resíduo	630	413081,1

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

Verificando-se as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade na rede formada por variedades e híbridos (Tabela 7), nota-se que a produtividade média de grãos (b_0) variou de 4.678 kg/ha (Assum Preto) a 7.381 kg/ha (PL 1335), com média geral de 6.025 kg/ha, destacando-se com melhor adaptação as cultivares com rendimentos médios de grãos superiores à média geral (Venconsky & Barriga, 1992). Os híbridos mostraram melhor adaptação do que as variedades, concordando com os resultados obtidos em trabalhos similares de melhoramento realizados no Nordeste brasileiro (Carvalho et al., 2000, 2002 e 2004).

Quanto ao coeficiente de regressão 'b', que corresponde a resposta linear da cultivar à variação nos ambientes desfavoráveis e favoráveis, as estimativas variaram de 0,57 a 1,56, respectivamente, em relação a variedade Caatingueiro e ao híbrido SHS 5050, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 7). Considerando as dezessete cultivares que expressaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), cinco apresentaram estimativas de 'b' diferentes da unidade e doze expressaram estimativas de 'b' não significativas ($b = 1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas cultivares nas diferentes classe de ambientes. Os híbridos SHS 5050, SHS 4060, SHS 5070, SHS 4050 e SHS 4040 mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b > 1$).

Tabela 7. Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 38 cultivares de milho em nove municípios do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006. Média = 6025 kg/ha e C. V. (%) = 10,4, modelo Eberhart & Russel [5].

Cultivares	Médias	b	S _d ²	R ²
PL 1335 ¹	7381 a	1,03 ns	428855,4 **	75
SHS 5050 ²	7341 a	1,56 **	-21535,0 ns	97
SHS 4060 ³	7286 a	1,28 **	27511,8 ns	94
SHS 5070 ²	7108 a	1,37 **	140453,2 *	92
BRS 1030 ¹	7048 a	0,94 ns	378471,6 **	74
BRS 3003 ²	7043 a	0,84 ns	314215,5 **	72
BRS 1010 ¹	6768 a	1,11 ns	218372,9 *	85
SHS 4050 ³	6654 b	1,38 **	-16686,4 ns	96
BR 206 ³	6475 b	1,15 ns	118788,7 ns	89
SHS 4040 ³	6424 b	1,22 *	143205,6 *	90
PL 6880 ³	6350 b	1,16 ns	61675,3 ns	92
BRS 3150 ²	6303 b	1,15 ns	76722,5 ns	91
CPATC 4 ⁴	6294 b	1,12 ns	-14946,1 ns	94
Sintético Precoce 1x ⁴	6216 b	1,02 ns	88686,9 ns	88
BRS 2110 ³	6174 b	1,03 ns	12775,5 ns	92
BRS 2223 ³	6153 b	0,93 ns	-31253,6 ns	93
SHS 500 ⁴	6135 b	0,98 ns	66262,7 ns	89
BRS 2114 ³	6021 c	0,99 ns	150681,3 *	85
Sintético 1X ⁴	5917 c	1,08 ns	3222,3 ns	93
CPATC 5 ⁴	5852 c	1,01 ns	-88418,9 ns	97
Sertanejo ⁴	5784 c	0,90 ns	-67796,4 ns	95
CPATC 7 ⁴	5757 c	0,97 ns	-10141,3 ns	93
São Francisco ⁴	5754 c	1,02 ns	-12822,8 ns	93
CPATC 3 ⁴	5738 c	1,10 ns	2897,2 ns	93
Asa Branca ⁴	5703 c	0,77 *	-48202,2 ns	92
BRS 2020 ³	5679 c	0,64 **	19040,5 ns	81
Sintético Dentado ⁴	5645 c	0,99 ns	-106091,1 ns	98
Sintético 2X ⁴	5616 c	0,99 ns	47408,6 ns	89
AL 34 ⁴	5564 c	0,91 ns	25304,0 ns	89
AL 25 ⁴	5521 c	0,91 ns	261087,1 **	77
AL Bandeirante ⁴	5452 c	0,73 *	37414,4 ns	84
AL Manduri ⁴	5385 d	0,93 ns	-90977,4 ns	97
Potiguar ⁴	5297 d	0,84 ns	-75796,3 ns	95
Gurutuba ⁴	5229 d	0,84 ns	242959,4 **	76
Caatingueiro ⁴	5119 d	0,57 **	85024,8 ns	71
BR 106 ⁴	5058 d	0,96 ns	151871,7 *	84
Cruzeta ⁴	5019 d	0,79 ns	182827,0 *	76
Assum Preto ⁴	4678 d	0,61 **	-8237,1 ns	85

** e * Significativamente diferente para b, a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente. ** e * Significativamente diferente de zero a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 1Híbrido simples; 2híbrido triplo; 3híbrido duplo e 4variedade.

Nos que se refere à estabilidade, onze das cultivares avaliadas mostraram desvios da regressão estatisticamente deferente de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes considerados. Apesar disso, Cruz et al. (1989) consideram que aqueles materiais que apresentam valores de $R^2 > 80\%$ não devem ter os seus graus de previsibilidade comprometidos. Assim, as cultivares que mostraram valores de $R^2 > 80\%$ apresentaram um bom ajustamento às retas de regressão.

Em trabalhos de competição de cultivares, em que se avaliam materiais de diferentes bases genéticas, surge o questionamento sobre a maior ou menor estabilidade das cultivares em relação ao grupo a que pertence (Ribeiro et al., 2000). Resultados de inúmeros trabalhos com a cultura do 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, híbridos simples, híbrido triplo ou híbrido duplo (Carvalho et al. 2005 e Cardoso et al. 2007), o que também foi constatado no presente trabalho.

Considerando-se esses resultados (Tabela 7), infere-se que os híbridos SHS 5050, SHS 4060, SHS 5070, SHS 4070 e SHS 4040 por apresentaram rendimentos médios acima da média geral ($b_0 > \text{média geral}$) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b > 1$), justificaram suas recomendações para as condições favoráveis. Os demais materiais componentes do grupo de melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e com estimativa de 'b' semelhantes a unidade ($b = 1$), evidenciaram adaptabilidade ampla, constituindo-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

Ressalta-se que as variedades Gurutuba, Caatingueiro, Cruzeta e Assum Preto, apesar de demonstrarem baixa adaptação, sua superprecocidade constitui forte justificativa para o uso nas áreas de semi-árido, por reduzirem o risco de frustração de safras nessas regiões. 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.

Tabela 8. Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelo método de Eberhart & Russel [5], para a produção de grãos avaliados em 46 híbridos de milho em sete ambientes do Agreste nordestino, no ano agrícola de 2006. Média = 7231 kg/ha e C. V. (%) = 8,9.

Híbridos	Médias	b	s^2_d	R^2
Agromen 30 A 062	8.434 a	1,04 ns	115094,9 ns	92
AG 80602	8.199 a	1,18 ns	-21901,3 ns	97
DKB 3931	8.095 a	1,41 **	-48090,6 ns	98
2 A 5251	8.084 a	1,10 ns	68197,0 ns	94
AG 50201	7.837 b	1,07 ns	42602,0 ns	94
DKB 4551	7.786 b	1,05 ns	254982,8 *	88
AG 70001	7.745 b	1,01 ns	-80443,7 ns	88
DKB 3901	7.738 b	0,83 ns	-13823,5 ns	93
Agromen 31 A 312	7.729 b	1,26 **	356610,5 **	89
DKB 3502	7.646 b	1,28 **	-79690,2 ns	98
Agromen 30502	7.633 b	1,16 ns	427924,8 **	86
HS 1011421	7.579 b	0,72 **	142572,9 ns	83
Agromen 20 A 202	7.512 c	1,32 **	280105,3 **	91
DKB 9792	7.441 c	1,15 ns	91100,5 ns	93
BRS 30032	7.439 c	0,83 ns	-72322,8 ns	96
Agromen 35 A 422	7.380 c	1,24 *	-106292,5 ns	99
A 0101	7.364 c	1,12 ns	264410,8 *	89
SHS 4080 3	7.346 c	1,16 ns	291898,3 **	89
2 C 6051	7.345 c	1,02 ns	335488,2 **	85
HS 00001	7.318 c	0,88 ns	-53714,6 ns	96
DAS 6572	7.233 d	1,09 ns	3619,4 ns	56
2 C 5991	7.222 d	1,05 ns	-31671,7 ns	96
AG 20402	7.179 d	1,14 ns	133607,0 ns	92
Agromen 25 A 232	7.166 d	1,07 ns	71059,8 ns	93
HS 19871	7.160 d	1,03 ns	102677,9 ns	92
DKB 4661	7.131 d	1,00 ns	-24519,8 ns	96
BM 22022	7.099 d	1,02 ns	112238,4 ns	92
DKB 7472	7.098 d	0,80 *	191892,1 *	83
BM 10211	7.058 d	1,10 ns	182812,9 *	90
2 C 5772	7.053 d	0,89 ns	-20905,6 ns	94
HS 10812	7.016 d	0,84 ns	123897,9 ns	87
DAS 84202	7.006 d	0,92 ns	-24975,6 ns	95
Pioneer 30 P 701	6.974 d	0,85 ns	744397,8 **	68
Agromen 30 A 002	6.959 d	0,75 *	178320,3 *	82
AG 90101	6.905 d	0,80 *	174062,7 *	84
Agromen 31002	6.895 d	0,94 ns	-34237,3 ns	95
Agromen 34 A 112	6.831 d	0,88 ns	78211,7 ns	90
2 A 120 CL2	6.807 d	0,77 *	607967,0 **	68
Agromen 20123	6.772 d	1,04 ns	18707,3 ns	94
AG 20602	6.764 d	0,95 ns	-41429,2 ns	96
DAS 84801	6.746 d	0,87 ns	183386,1 *	86
A 44543	6.614 e	0,90 ns	155871,2 ns	88
AG 4052	6.480 e	0,72 **	209092,2 *	80
DKB 4352	6.382 e	0,80 ns	21468,8 ns	91
SHS 40703	6.345 e	0,94 ns	466372,3 **	80
BRS 21103	6.107 e	0,80 ns	6943,3 ns	92

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t de Student, para b. ** e *

Significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F para s²d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. . 1híbrido simples; 2híbrido triplo e 3híbrido duplo.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estimados com relação aos híbridos estão na Tabela 8, verificando-se que a produtividade média de grãos variou de 6.107 kg/ha (BRS 2110) a 8.434 kg/ha (Agromen 30 A 06), despontando com melhor adaptação os híbridos com rendimentos médios superiores à média geral, destacando-se entre eles, os híbridos Agromen 30 A 06, AG 8060, DKB 393 e DAS 2 A 525. As estimativas do coeficiente de regressão variaram de 0,72 nos híbridos AG 405 e HS 101142 a 1,41, no híbrido DKB 393, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Dentre os 21 híbridos que mostraram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), seis apresentaram estimativas de b diferentes da unidade, e 15 apresentaram estimativas de b não significativas, revelando comportamento diferenciado desses híbridos nas diferentes classes de ambientes. Os híbridos DKB 393, Agromen 31 A 31, DKB 350, Agromen 20 A 20 e Agromen 35 A 42 qualificaram-se para ambientes favoráveis por apresentarem melhor adaptação ($b >$ média geral) e estimativas de $b > 1$. Apenas o híbrido HS 101142, nesse grupo de melhor adaptação, mostrou-se pouco exigente nas condições desfavoráveis ($b < 1$), justificando sua recomendação para as condições desfavoráveis. De grande interesse para a região são os híbridos que evidenciaram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b = 1$), tornado-os de grande importância para os diferentes sistemas de produção em execução na Zona Agreste do Nordeste brasileiro.

Conclusões

1. Os híbridos mostram melhor adaptação que as variedades;
2. Os híbridos que evidenciam adaptabilidade ampla, consubstanciam-se em alternativas importantes para os diferentes sistemas de produção da região.

Referências

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos; OLIVEIRA, A. C. Desempenho de cultivares de milho na Região Meio-Norte do Brasil *Agrotropica*, Itabuna, v. 15, n. 1, p. 53-60, 2003.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; GAMA, E. E. G. e; SOUZA, E. M. de. Estabilidade do rendimento de grãos de variedade de Zea mays L. no meio-norte brasileiro. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 78-83, 2007.

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

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos; MONTEIRO, A. A. T.; CARDOSO, M. J.; CARVALHO, B. C. L. de. 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; 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.

CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos; SANTOS, D. M. dos; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; SOUZA, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Nordeste brasileiro. Revista Científica Rural, Bagé, RS, v. 9, n. 1, p. 118-125, 2004

CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos; SANTOS, D. M. dos; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; SOUZA, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2003. Revista Científica Rural, Bagé, RS, v. 10, n. 2, p. 43-52, 2005.

CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos; TABOSA, J. N.; SOUZA, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de

cultivares de milho no Nordeste brasileiro. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 40, n. 5, p. 471-477, maio 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. 567-580, 1989.

CRUZ, C. D. Programa Genes: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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. O. ; SANTOS, M. X. dos. Estabilidade de produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 6, p. 1143-1149, 2000.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 8ª Ed. São Paulo. Nobel, 1990. 450p.

GOMES, M. de S.; PINHO, R. G. V.; OLIVEIRA, J. S. R.; RAMALHO, M. A. P.; VIANA, A. C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca degradabilidade ruminal da silagem. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, v. 1, n. 2, p. 82-90, 2002.

PINAZZA, L. A.; ALIMANDRO, R. Milho híbrido: desafios de uma semente. Agronalyis, São Paulo, p. 18-19, ago. 1998.

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).

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A. L. HAMAWAKI, O. T. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho em Uberlândia, MG. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597 – 602, 2002.

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, 1995.

SILVA, F. B. R. de; RICHE, G. R.; TORNGAU, J. P.; SOUSA NETO, 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, v. 1. 1993.

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 Agrônômica, Fortaleza, v. 35, n. 1 p. 52-60, 2004 a.

SOUZA, E. M. de.; CARVALHO. H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos; SANTOS, D. M. dos; CAVALCANTE, M. H. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes dos estados de Sergipe e Alagoas. Agrotrópica, Ilhéus, BA v. 16, n. 1, p. 23-30, 2004 b.

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

Embrapa

Tabuleiros Costeiros

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

