

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO NO ANO AGRÍCOLA DE 1999/2000

*Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Maria de Lourdes da Silva Leal¹, Milton José Cardoso²,
Manoel Xavier dos Santos³, José Nildo Tabosa⁴, Marcondes Maurício de Albuquerque¹,
Denis Medeiros dos Santos¹ e Marcelo Abdon Lira⁵*

¹Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Caixa Postal, 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br; ²Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal, 001, 64006-220, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br; ³Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal, 152, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. E-mail: xavier@cpnms.embrapa.br; ⁴IPA, 50761-000, Recife, Pernambuco, Brasil. tabosa@ipa.br. ⁵Embrapa/Emparn, Rua Major Laurentino de Moraes, 1220, 59020-390, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

No ano agrícola de 1999/2000, trinta e seis cultivares de milho (vinte e duas variedades e catorze híbridos) foram avaliadas em vinte e três ambientes do Nordeste brasileiro, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais, para fins de recomendação na região. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Na análise de variância conjunta foram observadas diferenças entre as cultivares e essas mostraram interação com os ambientes. Os híbridos apresentaram melhor desempenho que as variedades, superando-as em 25%. Apenas os híbridos Pioneer 3041, AG 5011 e Agromen 2003 mostraram adaptação específica em ambientes favoráveis. Entre os materiais de melhor adaptação, a variedade Sertanejo atendeu ao maior número de requisitos para recomendação nos ambientes desfavoráveis. Considerando a média das variedades, a variedade Asa Branca ajustou-se mais ao genótipo ideal preconizado pelo modelo. A maioria das cultivares avaliadas (92%), independente de suas bases genéticas, mostrou boa estabilidade de comportamento nos ambientes considerados, em termos de produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays* L, interação genótipos x ambientes, previsibilidade, variedades, híbridos.

Adaptability and stability of maize cultivars in the northeast Brazilian region during the agricultural year 1999/2000.

In the agricultural year 1999/2000, thirty six maize cultivar (twenty two varieties and fourteen hybrids) were evaluated in twenty and three environments of the Brazilian Northeast region in order to know the adaptability and the stability for recommendation. The experimental design was randomized blocks design with three replications by location. The combined analysis of variance showed significative differences among the cultivar and it was observed significative interaction with environments. The hybrids showed better yield performance than the varieties, overcoming them in 25%. Only the hybrids Pioneer 3041, AG 5011 and Agromen 2003 showed adaptation to the favorable environments. Among the materials with better adaptation, the maize variety Sertanejo presented better characteristics to be recommended in the unfavorable environments. The mayze variety Asa Branca was considered the more ideal genotype to be adjusted to the model proposed. Most of the evaluated cultivar (92%), independent of its genetic bases, showed good stability of behavior in the considered environments.

Key words: *Zea mays* L, genotype x environment interaction, genetic differences, varieties, hybrids.

Introdução

No Nordeste brasileiro se constata grande diversidade de solo e clima (Silva et al., 1993) e, tem-se observado um incremento considerável na demanda pelo milho, em razão da alta densidade demográfica e do crescente aumento da exploração de aves e suínos, tornando necessário até mesmo a importação de grande quantidade de milho de outras partes do país e do exterior para complementar a necessidade regional. Nessa ampla região, o milho é também submetido a diferentes sistemas de cultivo, indo desde aqueles onde é quase ausente o uso de tecnologias de produção, até aqueles onde o uso de altas tecnologias de produção é uma constante.

Anualmente, nessa ampla região, híbridos de milho são avaliadas em diferentes condições ambientais para fins de observações daqueles de melhor comportamento produtivo. O rendimento desses materiais pode não ser coincidentes nesses diferentes ambientes o que dificulta, sobremaneira, o processo de recomendação. Essa variação de comportamento ante às oscilações ambientais denomina-se interações cultivares x ambientes e tem sido destacada por diversos autores (Arias, 1956; Carneiro, 1998 e Carvalho et al., 1998 e 2000a), os quais procuraram minimizar o efeito dessa interação através da utilização de cultivares de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al, 1993).

Vários métodos têm sido utilizados para a estimação de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Finlay and Wilkinson, 1963, Eberhart and Russell (1966) e Lins and Brinns 1988), os quais empregaram metodologias baseadas em coeficiente de regressão linear e na variância de desvios de regressão estimados em relação a cada cultivar (Arias, 1996). Outros métodos utilizaram modelos de regressão composto de dois segmentos de reta, a regressão bilinear (Verma et al., 1978 e Cruz et al., 1989).

Inúmeros trabalhos realizados com a cultura do milho, segundo Ribeiro et al. (1999), 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 triplos e duplos). Allard and Bradshaw (1964) enfatizam que os híbridos simples, por serem materiais mais homogêneos e por terem na heterozigose apresentada na maioria dos locos, possuem maior capacidade de processar as trocas ambientais de forma mais eficiente que a mistura de genótipos encontrada 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).

Considerando esses aspectos, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de diferentes cultivares de milho quando submetidas a diferentes condições ambientais no Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

Material e Métodos

Os ensaios foram instalados em dezembro de 1999 nos municípios de Barra do Corda, no Maranhão e Lapão, Ibititá, Barra do Choça e Barreiras (dois locais), na Bahia. Em janeiro de 2000, foram instalados os ensaios de Anapurus, no Maranhão, Teresina (sequeiro), Parnaíba (sequeiro), Guadalupe e Rio Grande do Piauí, no Piauí, Araripina, em Pernambuco e Riachão das Neves, na Bahia. Em fevereiro de 2000, foram plantados os ensaios de Canguaretama, no Rio Grande do Norte e Serra Talhada, em Pernambuco. Em maio de 2000, foram instalados os ensaios de São Bento do Una e Vitória de Santo Antão, em Pernambuco, Coruripe, em Alagoas e Neópolis e Nossa Senhora das Dores em Sergipe. Em junho de 2000, foram instalados os ensaios de Parnaíba e Teresina, sob regime de irrigação.

Na Tabela 1, constam os índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental, com uma variação de 310,8 mm, em São Bento do Una, a 1643,6 mm, em São Raimundo Mangabeira. As coordenadas geográficas de cada município (Tabela 2), mostram que os ensaios foram instalados entre os paralelos 2° 53' (S) a 14° 36' (S), englobando diferentes condições ambientais (Silva et al., 1993).

Foram utilizados trinta e seis cultivares de milho: vinte e duas variedades e catorze híbridos (dois híbridos simples, três triplos e nove duplos). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,90m e 0,50m entre covas. Colocou-se três sementes por cova, deixando-se, após o desbaste duas plantas por cova. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 9,0m². As adubações realizadas obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os pesos de grãos, após serem ajustados para 15% de umidade, foram submetidos a análise de variância, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Após a análise de cada ensaio, efetuou-se a análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. As referidas análises foram efetuadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996).

Neste trabalho as respostas de cada uma das cultivares

Tabela 1. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Nordeste do Brasil, 1999/2000

Locais	1999	2000								Totais
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	
Barra do Corda	235,8*	139,0	212,6	266,0	214,4	-	-	-	-	1067,8
Anapurus	-	207,0*	254,0	321,0	426,0	245,0	-	-	-	1453,0
Teresina	-	306,8*	329,8	298,4	68,4	6,7	-	-	-	1010,1
Parnaíba	-	166,5*	233,9	157,5	391,5	201,1	-	-	-	1150,5
Guadalupe	-	173,0*	312,0	369,5	147,0	64,6	-	-	-	1066,1
Rio Grande Piauí	-	185,0*	310,0	390,4	128,2	50,1	-	-	-	1063,7
Canguaretama	-	-	147,2*	82,6	199,0	200,8	-	-	-	629,6
Caruaru	-	-	-	-	108,5*	92,6	315,3	244,1	376,5	1136,5
S. Bento do Una	-	-	-	-	-	4,0*	139,2	70,6	97,0	310,8
Serra Talhada	-	-	16,6*	92,9	174,9	16,4	33,2	-	-	334,0
Araripina	-	27,6*	133,3	106,2	106,2	2,6	-	-	-	375,9
V. Santo Antônio	X*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Coruripe						116,0*	255,0	240,0	113,0	724,0
N. Sra. Das Dores						122,0*	269,0	120,0	142,0	653,0
Neópolis						150,0*	351,5	184,0	69,0	754,5
Lapão	212,9*	129,4	86,9	25,0	-	-	-	-	-	454,2
Ibititá	207,0*	57,8	74,7	64,2	-	-	-	-	-	403,7
Riachão das Neves	-	265,0*	290,5	84,0	11,0	-	-	-	-	650,5
Barra do Choça	38,1*	69,5	83,1	48,6	-	-	-	-	-	239,3
Barreiras 1	200,0*	163,0	285,0	219,0	-	-	-	-	-	867,0
Barreiras 2	200,0*	170,0	290,0	180,0	-	-	-	-	-	840,0

* Mês de plantio; X: não registrado.

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos locais e tipos de solo das áreas experimentais.

Estado	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Tipo de solo
Maranhão	Barra do Corda	5° 43'	45° 18'	-	LA
	Anapurus	3° 55'	43° 30'	-	LA
Piauí	Teresina	5° 5'	42° 49'	72	A
	Parnaíba	2° 53'	41° 41''	15	AQ
	Guadalupe	6° 56'	43° 50'	180	LVA
	Rio G. do Piauí	7° 36'	43° 13''	270	PVA
	Canguaretama	6° 22'	35° 07'	5	LVA
Pernambuco	São Bento do Una	8° 31'	36° 22'	645	R
	Serra Talhada	8° 17'	38° 29'	365	PVA
	V. Santo Antônio	8° 21'	35° 21'	350	LVA
	Araripina	7° 33'	40° 34'	620	LVA
Alagoas	Coruripe				
Sergipe	N. Sra. Das Dores	10° 30'	37° 13'	200	LVA
	Neópolis	10° 16'	36° 05'	15	A
Bahia	Ibititá	11° 32'	41° 41'	700	A
	Riachão das Neves	11° 48'	44° 41'	498	A
	Barreiras 1	10° 48'	44° 41'	800	AQ
	Barreiras 2	12° 21'	44° 41'	780	AQ
	Barra do Choça	14° 36'	40° 36'	880	PVA

¹ A- Aluvial; AQ- Areia Quartzosa; LVA- Latossolo Vermelho-Amarelo; PVA Podzólico Vermelho-Amarelo; R- Regossolo; LA - Latossolo Amarelo; PA- Podzólico Amarelo.

nos ambientes estudados, ou seja, a adaptabilidade e estabilidade desses materiais forma exploradas pelo método de Cruz et al. (1989), o qual busca como cultivar ideal aquela que apresenta alta produtividade média de grãos, adaptabilidade em ambientes desfavoráveis (b_1 o menor possível), e é capaz de responder à melhoria ambiental (b_1+b_2 o maior possível), além de apresentar a variância dos desvios da regressão próxima ou igual a zero. Aliado ao modelo proposto, considerou-se como cultivares melhores adaptadas aquelas que expressaram maiores produtividades de grãos (Mariotti, et al., 1976).

O modelo de Cruz et al., (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade a média (b_0), e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). A estabilidade dos materiais é avaliada pelos desvios da regressão s_{ij}^2 de cada material, de acordo com as variações ambientais.

Foi utilizado o seguinte modelo:

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

Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_j^+$ se $I_j > 0$, sendo I_j^+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado a ambientes desfavoráveis; $b_{1i} + b_{2i}$: coeficiente de regressão linear associado a ambientes favoráveis; dij : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio associado a média.

Resultados e Discussão

Um resumo das análises de variância de cada ensaio consta na Tabela 3, onde se constata diferenças significativas entre as cultivares, a 1% de probabilidade, pelo teste F, o que revela comportamento diferenciado entre as cultivares, dentro de cada ambiente. Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 8,4% a 16,2%, conferindo boa precisão aos experimentos (Scapim et al., 1995). A média de produtividade nos ensaios variou de 2.835 kg/ha, em Coruripe, a 8.835 kg/ha, em Teresina sequeiro, o que indica uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios. Os municípios de Teresina (sequeiro

e irrigado), Parnaíba (sequeiro e irrigado), Rio Grande do Piauí, Barreiras (local 2) e Lapão apresentaram melhores potencialidades para o desenvolvimento do milho, com produtividades médias entre 6.156 kg/ha a 8.265 kg/ha, destacando-se como os ambientes mais favoráveis para a exploração do milho. Vale ressaltar, que as produtividades médias encontradas nessas localidades, colocam a região em condições de competir com a exploração do milho com áreas tradicionais de produção de milho no país e que utilizam tecnologias modernas de produção. Os municípios de Anapurus, no Maranhão e Barra do Choça, na Bahia, também mostraram condições favoráveis ao cultivo do milho, por exibirem produtividades médias superiores à média geral.

A oscilação observada nos rendimentos médios deve-se às variações pronunciadas das condições climáticas, especialmente, nas quantidades e distribuição de chuvas (Tabela 1) e das de solo dos locais em que foram realizados os ensaios (Tabela 2), o que se refletiu também no comportamento diferenciado das cultivares nesses locais. De fato, a análise de variância conjunta (Tabela 4) revelou efeitos significativos, a 1% de probabilidade pelo teste F, de ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes, o que evidencia a inconsistência no comportamento das cultivares nos

Tabela 3. Resumo das análises de variância da produtividade de grãos (kg/ha) de cada ensaio¹. Região Nordeste do Brasil, 1999/2000.

Locais	Quadrados médios			Média	C. V. (%)
	Blocos	Cultivares	Resíduo		
Barra do Corda	924.346,70	1.240.406,2**	430.368,40	4.610	14,2
Anapurus	6.759.177,90	2.068.306,7**	599.494,40	5.847	13,2
Rio Grande Piauí	6.368.973,80	2.345.846,9**	549.952,80	6.586	11,2
Guadalupe	85.873,60	862.905,4**	259.914,30	4.281	11,9
Parnaíba irrigado	1.725.507,00	4.520.082,4**	766.781,40	8.007	10,9
Parnaíba sequeiro	1.729.267,80	3.078.424,7**	288.744,60	6.419	8,4
Teresina irrigado	1.153.333,80	4.818.740,4**	519.111,60	6.711	10,7
Teresina sequeiro	501.501,10	5.055.138,9**	901.144,70	8.265	12,2
Canguaretama	1.549.323,10	932.303,7**	181.985,00	3.962	10,8
Coruripe	123.819,40	1.384.208,3**	198.676,50	2.835	14,4
N. Sra. das Dores	327.389,40	4.140.742,3**	192.373,50	4.633	8,9
Neópolis	338.724,40	1.945.613,4**	19.112,30	3.096	14,0
Serra Talhada	162.856,20	1.054.486,4**	181.630,10	3.753	11,3
S. Bento do Una	1.695.084,20	2.799.690,6**	276.550,90	3.898	13,5
Araripina	2.017.949,60	3.618.486,2**	645.969,30	4.959	16,2
V. Santo Antônio	668.174,60	2.145.889,2**	182.973,00	4.016	10,6
Barreiras 2	108.210,70	5.707.585,4**	342.917,20	6.329	9,2
Barreiras 1	721.264,80	3.185.035,0**	358.149,60	4.743	12,6
Riachão das Neves	551.183,60	5.301.210,1**	568.897,40	4.804	15,7
Ibititá	2.347.634,80	1.826.110,8**	371.078,20	5.131	11,8
Barra do Choça	5.454.375,90	5.574.460,30	497.058,50	5.660	12,4

¹ Graus de liberdade: blocos- 2; cultivares- 35; resíduo-70.

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

diferentes ambientes considerados, justificando estudo mais detalhado dessa interação. Diversos trabalhos envolvendo competição de cultivares de milho nos Estados do Mato Grosso (Arias, 1996), Paraná (Carneiro, 1998), Piauí (Cardoso et al., 1997 e 2000), Ceará (Monteiro et al., 1998), Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999) e em diversos ambientes do Nordeste brasileiro (Carvalho et al., 2000 a e 2000 b) têm detectado a presença e a importância dessa interação em processos de recomendação de cultivares de milho. Neles os autores procuraram amenizar o efeito da interação cultivares x ambientes, recomendando materiais de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993).

A produtividade média de grãos variou de 3.540 kg/ha (CMS 47) a 6.712 kg/ha (Pioneer 3041), com média geral de 5.201 kg/ha, expressando o bom potencial para a produtividade das cultivares de milho na região (Tabela 5). Os

Tabela 4. Análise de variância conjunta de produtividade de grãos (kg/ha) de 36 cultivares de milho em 23 ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 1999/2000.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Ambientes (A)	22	217.722.839,0**
Cultivares (C)	35	40.889.991,1**
Interação (A x C)	770	1.393.164,9**
Resíduo	1610	
C. V. (%)	10	

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

Tabela 5. Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 36 cultivares de milho em 23 ambientes, segundo método de Cruz et al., (1989) na Região Nordeste do Brasil, no ano agrícola de 1999/2000.

Cultivares	Médias (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	σ _{ij}	R ²
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Pioneer 3041 ⁴	6712	5501	8595	1,31**	0,15ns	1,46**	998001,86**	92
Zeneca 8501 ³	6374	5334	7991	1,07ns	-0,24ns	0,83ns	1913172,34**	79
AG 5011 ³	6241	5180	7884	1,16**	0,34*	1,51**	2368218,81**	81
Pioneer 3021 ⁴	6155	5068	7953	1,20**	-0,45**	0,74ns	3228000,09**	73
Pioneer 3027 ⁴	6079	5032	7540	0,96ns	-0,37*	0,59**	2979871,34**	66
Cargill 929 ²	6015	4941	7706	1,13*	-0,28ns	0,84ns	617260,93ns	92
Agromen 3100 ⁴	5918	5046	7261	0,93ns	-0,03ns	0,90ns	921399,98**	86
Cargill 444 ⁴	5918	4743	7744	1,19**	-0,41**	0,18ns	1312204,70**	87
AG 3010 ³	5818	4949	7171	0,99ns	0,28ns	1,27ns	1414699,92**	83
Agromen 2003 ⁴	5706	4566	7480	1,21**	0,23ns	1,44**	979230,15**	91
AL 25 ¹	5659	4544	7395	1,13*	-0,36*	0,77ns	711210,00*	92
AL 30 ¹	5654	4578	7328	1,10ns	-0,42**	0,67*	1272798,98**	85
BR 206 ⁴	5630	4507	7378	1,19**	0,03ns	1,23ns	830966,78**	92
SHS 8447 ⁴	5600	4604	7084	1,04ns	-0,20ns	0,84ns	747011,97**	90
Sertanejo ¹	5485	4680	6687	0,84**	0,43**	1,27ns	1246350,38**	82
A 2288 ²	5391	4457	6844	1,05ns	-0,52**	0,52**	1304855,39**	83
AL 34	5389	4460	6834	0,098ns	0,01ns	0,98ns	1383836,22**	83
BRS 2110 ⁴	5265	4310	6752	1,01ns	0,25ns	1,26ns	650844,18*	92
CMS 59 ¹	5160	4037	6941	1,17**	0,30*	1,48**	543022,59ns	95
São Francisco ¹	5063	4172	6450	0,92ns	-0,21ns	0,71*	939373,46**	85
São Vicente ¹	5034	4305	6171	0,86*	0,50**	1,37**	1558722,42**	80
Asa Branca ¹	4976	4053	6412	0,96ns	0,21ns	1,17ns	856472,93**	88
Boz ¹	4971	4004	6475	1,04ns	0,31*	1,36*	1934768,81**	80
Sintético Dantado ¹	4913	3881	6518	1,11*	0,04ns	1,11ns	786598,84**	91
BR 106 ¹	4808	3810	6364	1,07ns	0,14ns	1,21ns	1078662,42**	87
Sintético Duro ¹	4788	3982	6040	0,92ns	0,38*	0,53**	728669,95**	87
AL Manduri ¹	4745	3864	6115	0,91ns	-0,43**	0,48**	428030,54ns	92
CMS 50 ¹	4700	3639	6351	1,09ns	0,18ns	1,28ns	1464130,33**	85
CMS 453 ¹	4698	3883	5970	0,84**	0,41**	1,26ns	1210368,28**	87
Assum Preto ¹	4493	3706	5717	0,80**	0,04ns	0,85ns	874595,02**	83
Cruzeta ¹	4469	3744	5602	0,78**	0,45**	1,24ns	940330,17**	84
BR 473 ¹	4199	3542	5220	0,75**	0,01ns	0,76ns	1069260,09**	78
CMS 35 ¹	4140	3394	5300	0,78**	0,09ns	0,87ns	404966,80ns	91
Saracura ¹	4002	3110	5389	0,95ns	-0,28ns	0,67*	1186833,05**	82
Guape 209 ¹	3655	3014	4652	0,69**	0,23ns	0,46**	1815702,99**	62
CMS 47 ¹	3540	2807	4680	0,72**	0,39**	1,11ns	1126861,10**	79
Média	5201							
D. M. S. (5%)	774							

¹ Variedade ² Híbrido simples, ³ híbrido triplo e ⁴ híbrido duplo.** e * Significativamente diferentes da unidade, para b₁ e b₁+b₂ e zero, para b₂ a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente.

** e * Significativamente diferente de zero a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, para os desvios da regressão. N.S.: não-significativo.

híbridos, com rendimento médio de 5.917 kg/ha, superaram em 25% o rendimento médio das variedades, as quais produziram, em média, 4.747 kg/ha. A menor produtividade das variedades em relação aos híbridos é esperada, haja visto que uma variedade de milho é composta por um infinito número de híbridos simples, ao passo que os híbridos, sejam simples, duplos ou triplos são, teoricamente, as melhores combinações híbridas específicas que podem ser obtidas dentro de uma ou mais variedades (Ribeiro et al., 1999). Resultados mostrando a superioridade dos híbridos em relação às variedades foram assinalados por Cardoso et al., 2000, Monteiro et al., 1998 e Carvalho et al., 2000a e 2000b. Dentro do grupo das variedades, nota-se que as AL 25, AL 30, Sertanejo, AL 34, CMS 59, São Francisco e Asa Branca mostraram rendimentos semelhantes a alguns híbridos, evidenciando boa adaptação na região.

Entre as cultivares que expressaram melhor adaptação (rendimentos médios acima da média geral), os híbridos Pioneer 3041, AG 5011, Cargill 929, Cargill 444, Agromen 2003 e BR 206 e a variedade AL 25 mostraram-se muito exigentes nas condições desfavoráveis, apresentando estimativas de $b_1 > 1$ (Tabela 5). Nesse grupo de materiais, ou seja, daqueles de melhor adaptação, apenas a variedade Sertanejo foi menos exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$). Considerando que o rendimento médio das variedades foi de 4.747 kg/ha, variedades que expressaram rendimentos médios acima desse valor, mostraram boa adaptação (Mariotti et al., 1976). Considerando esse aspecto, constata-se que a variedade São Vicente mostrou-se pouco exigente nas condições desfavoráveis e que as CMS 59 e Sintético Dentado mostraram ser exigentes nos ambientes desfavoráveis ($b_1 > 1$).

As estimativas de $b_1 + b_2$, que avalia a resposta das cultivares nos ambientes favoráveis, evidenciou que apenas os híbridos Pioneer 3041, AG 5011 e Agromen 2003 responderam positivamente à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). No tocante à estabilidade, todas as cultivares avaliadas, à exceção do híbrido Cargill 929 e das variedades AL Manduri e CMS 35, mostraram os desvios da regressão significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F, o que, segundo a metodologia adotada, indica comportamento imprevisível nos ambientes estudados (Tabela 5). Entretanto Cruz et al. (1989) ressalta que aquelas cultivares que apresentarem estimativas de $R^2 > 80\%$, mostram um bom ajustamento das retas de regressão, evidenciando boa previsibilidade. Desta forma, as estimativas de R^2 obtidas, à exceção dos valores encontrados para os híbridos Pioneer 3021, Pioneer 3027 e Zeneca 8501 e, nas variedades Guape 209, BR 473 e CMS 47, foram todas superiores a 80%, indicando boa

estabilidade dos materiais estudados nos ambientes considerados.

Quando se avaliam materiais de diferentes bases genéticas, em diferentes condições ambientais, um questionamento que surge, segundo Ribeiro et al. (1999) é com relação a maior ou menor estabilidade dos materiais em função do grupo a que pertencem. Neste contexto, Allard and Bradshaw (1964) concluíram que materiais com base genética mais ampla interagem menos com o ambiente e, conseqüentemente, são mais estáveis. Considerando que a estabilidade no presente trabalho foi avaliada pela estimativa de R^2 (Cruz et al., 1989), constatou-se que as menores estimativas de R^2 foram obtidas na variedade Guape 209 ($R^2 = 62\%$) e nos híbridos duplos Pioneer 3021 ($R^2 = 73\%$) e Pioneer 3027 ($R^2 = 66\%$), 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 as cultivares avaliadas, apresentaram bom nível de estabilidade, uma vez que, 92% dos materiais estudados tiveram valores de $R^2 > 80\%$. Nota-se, ainda, que dentro de cada grupo, híbridos simples, híbridos triplos híbridos duplos e variedades encontram-se estimativas de $R^2 > 90\%$, o que permite inferir que a maior ou menor estabilidade das cultivares independe de sua base genética, havendo boa concordância com resultados relatados por Ribeiro et al. (1999) e Carvalho et al. (1999c e 2000b).

Considerando os resultados encontrados, depreende-se que, a cultivar ideal preconizada pelo modelo (Cruz et al., 1989), ou seja, aquela que apresenta uma média de produtividade alta (b_0 alto), o b_1 menor possível (menos exigente nos ambientes desfavoráveis), e $b_1 + b_2$ o maior possível (responsivos à melhoria ambiental) e variância dos desvios próxima ou igual a zero (estabilidade nos ambientes considerados), não foi encontrada entre as cultivares avaliadas. Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Nesse caso, a cultivar teria que apresentar b_0 alto, b_1 e $b_1 + b_2 < 1$ e variância dos desvios próximas ou igual a zero. Apesar disso, nota-se que a variedade Sertanejo pode ser recomendada para esse tipo de ambiente, por apresentar produtividade média alta (superior à média geral), $b_1 < 1$ (pouco exigente nas condições desfavoráveis) e apresentar estimativa de $b_1 + b_2$ semelhante à unidade. Considerando a média das variedades (4.747 kg/ha), vale ressaltar que a variedade Asa Branca, bastante difundida no Nordeste brasileiro, aproximou-se do genótipo ideal preconizado pelo modelo, por apresentar média alta (superior à média das variedades), adaptação nos ambientes desfavoráveis

($b_1 < 1$), tendência de resposta à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 = 1,17$) e boa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$). Essa variedade tem repetido, juntamente, com a variedade Sertanejo, o bom comportamento registrado em outros trabalhos na região (Carvalho et al., 1992, 1998 e 2000a). Para os ambientes favoráveis, destacaram-se os híbridos Pioneer 3041, AG 5011 e Agromen 2003, por apresentarem produtividades médias altas, serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e responderem à melhoria ambiental ($b_1 + b_2$), além de mostrarem estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$). Vale ressaltar a importância dos híbridos e das variedades que expressaram boa adaptação ($b_0 >$ média geral), b_1 semelhante à unidade (adaptabilidade geral) e alta estabilidade nos ambientes estudados, para exploração comercial na região nos diferentes sistemas de produção predominantes na região.

Conclusões

1. Os híbridos de milho são excelentes alternativas para exploração no Nordeste brasileiro, por mostrarem melhor adaptação que as variedades, principalmente para os ambientes de melhor técnicação.
2. Os híbridos Pioneer 3041, AG 5011 e Agromen 2003 destacam-se nos ambientes favoráveis, por serem pouco exigentes nessas condições e responderem à melhoria ambiental.
3. A variedade Asa Branca se aproxima do genótipo ideal preconizado pelo modelo proposto por Cruz et al., (1989), ao ser comparada com a média detectada para as variedades.
4. O modelo utilizado permite efetuar uma recomendação de cultivares de acordo com o grau de técnicação dos ambientes.
5. Os híbridos e variedades de rendimentos médios superiores à média geral e b_1 semelhantes à unidade têm larga importância para a região, merecendo destaque os híbridos Zeneca 8501, Agromen 3100, AG 3010, SHS 8447 e as variedades AL 30 e AL 34, por expressarem adaptabilidade geral.

Literatura Citada

- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding 4: 503-508.
- ARIAS, E. R. A. 1995. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 e 1993/94. Tese Doutorado. Lavras, ESAL. 118p.
- CARDOSO, M. J. et al. 1997. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. Revista Científica Rural, Bagé, 2 :1,35-44.
- CARDOSO, M. J. et al. 2000. Estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí. Revista Científica Rural (Brasil) 5 (1): 62-67.
- CARNEIRO, P. C. S. 1998. Novas metodologias de análises de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese Doutorado. Viçosa, UFV. 168p.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 1999a. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de milho em treze ambientes nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34 (12): 2225-2234.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 2000 b. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35 (6): 1115-1123.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 2000a. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 35 (9): 1773-1781.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 1998. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1996. Revista Científica Rural (Brasil) 3(2): 20-26.
- CARVALHO, H. W. L. de. et al. 1999c. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no Triênio 1994/95/96. Revista Científica Rural (Brasil) 4 (2): 96-104.
- CARVALHO, H.W. L. de. et al. 1999b. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34 (9): 1581-1591.
- CARVALHO, H. W. L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. de L. da S. 1992. Estabilidade de produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira 27 (7): 1073-1082.
- 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.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. 1966. Stability parameters for companioning varieties. Crop Science 6 (1): 36-40.
- FINALY, K.W.; WILKINSON, G. N. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14:742-754.

- LIN, C.S.; BINNS, M.R.1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science* 68 (1): 193-198.
- MARIOTTI, I.A.et al.1976. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. *Revista Agronomica del Nordeste Argentino* 13 (14):105-127.
- MONTEIRO A.A.T. et al. 1998. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3 (2): 1-10.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. 1993. Interação dos genótipos x ambientes. *In* Ramalho, M.A.P.; Santos, S.B. dos; Zimmermann, M.J. de O. *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. 1999. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. *In* Reunion latinoamericana del maiz, 28º, Sete Lagoas, MG. *Memórias*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo/ CIMMYT. pp.251-260.
- SAS INSTITUTE. 1996. SAS/STAT user's guide: version 6, 4ed., Cary 1. s.p.
- 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. s.p.
- VERMA M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R.1978. Limitations of convencional regression analysis: o proposed modification. *Theoretical and Applied Genetics* 53: 89-91.

