

## ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO NORDESTE BRASILEIRO

HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO<sup>1</sup>, MARIA DE LOURDES DA SILVA LEAL<sup>1</sup>, MILTON JOSÉ CARDOSO<sup>2</sup>, MANOEL XAVIER DOS SANTOS<sup>3</sup>, JOSÉ NILDO TABOSA<sup>4</sup>, DENIS MEDEIROS DOS SANTOS<sup>1</sup>, MARCELO ABDON LIRA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros. Caixa Postal 44, CEP.49001-970 Aracaju, SE. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br (autor para correspondência)

<sup>2</sup>Embrapa Meio-Norte. Caixa Postal 001, CEP.64006-220 Teresina, PI

<sup>3</sup>Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151, CEP.35701-970 Sete Lagoas, MG

<sup>4</sup>IPA. Caixa Postal 1022, CEP.50761-000 Recife, PE.

<sup>5</sup>Emparn. Rua Major Laurentino de Moraes, 1220, CEP.59020-390 Natal, RN

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.2, p.75-82, 2002*

**RESUMO** - Quarenta e um híbridos de milho foram submetidos a vinte e cinco diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 1999/2000, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de produção de grãos desses materiais, para fins de recomendação na região. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. A análise de variância conjunta mostrou diferenças marcantes entre os híbridos e a existência de diferenças genéticas entre os híbridos quanto às respostas às variações ambientais. A produtividade média apresentada pelos híbridos (6.971 kg ha<sup>-1</sup>) revela que a região mostra condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento desses materiais genéticos, especialmente, nas áreas de cerrados do Oeste Baiano, Sul do Maranhão e Pólo Uruçuí-Gurgéia (no Piauí), onde as condições de clima, solo e topografia possibilitam o emprego de tecnologias modernas para a produção de grãos em sequeiro. A maioria dos híbridos mostrou alta estabilidade de produção nos ambientes considerados.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, interação genótipo x ambiente, Nordeste brasileiro, produção de grãos.

## ADAPTABILITY AND STABILITY OF MAIZE HYBRIDS IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN NORTHEASTERN BRAZIL

**ABSTRACT** - During the agricultural year of 1999/2000, forty-one maize hybrids were evaluated in twenty-five different environmental conditions in Northeastern Brazil in order to know their adaptability and the stability of grain yield for planting recommendations. The experimental design was randomized blocks with three replications in each location. The combined analysis of variance showed strong differences among the hybrids within each environment, as well as genetic differences among the hybrids due to environmental variations. The mean grain yield of the hybrids (6.971 kg ha<sup>-1</sup>) reveals that the region shows favorable environmental conditions for planting those genetic materials especially in the cerrado areas of Western Bahia, Southern Maranhão and in the Uruçuí – Gurgéia region (Piauí State), where the climate, soil and topography facilitate the use of modern technologies for the production of grains in dry land areas. Most of the hybrids showed high production stability in the considered environments.

**Key words:** *Zea mays*, genotype x environment interaction, Brazilian Northeast, grain yield

A partir da década de 1980, iniciou-se a exploração comercial do milho nos cerrados nordestinos, localizados no Oeste Baiano, Sul do Maranhão e no Pólo Uruçuí-Gurgéia, localizado no Estado do Piauí. Essas áreas ocupam um pouco mais de um milhão de hectares e são propícias ao desenvolvimento do milho, por apresentarem condições de solo e clima privilegiados para a produção de grãos em sequeiro, além de exibirem topografia que possibilita a instalação de uma agricultura mecanizada e emprego de alta tecnologia na produção de grãos. Tem-se observado, por outro lado, um incremento considerável na demanda pelo milho no Nordeste brasileiro, em razão da alta densidade demográfica e do crescente aumento da exploração de aves e suínos, tornando necessária, até mesmo, a importação de grande quantidade de milho de outras partes do país e do exterior, para complementar a necessidade regional, em razão da produção do Nordeste brasileiro não ser suficiente para suprir a sua demanda.

Anualmente, diversas instituições públicas e privadas têm desenvolvido e recomendado híbridos de milho que associam boa adaptação a atributos agrônômicos desejáveis. Todavia, segundo Ribeiro *et al.* (1999), um dos grandes problemas que surge é a inconsistência no comportamento desses materiais, frente às variações ambientais, expressa pela interação genótipos e ambientes. Essa interação assume papel fundamental no processo de recomendação de cultivares, havendo necessidade de atenuar os seus efeitos, através da identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica (Ramalho *et al.*, 1993). A presença significativa dessa interação tem sido constatada em diversas oportunidades, em diferentes regiões do país, conforme relatam Arias (1996), no Estado do Mato Grosso, Carneiro (1998), no Estado do Paraná, Ribeiro *et al.* (1999), em diferentes condições ambientais no Estado de Minas Gerais, Cardoso *et al.* (1997 e 2000),

na região Meio-Norte do Brasil, Monteiro *et al.* (1998), no Estado do Ceará e Carvalho *et al.* (1998c e 2000b), em diversos anos e locais do Nordeste brasileiro. Em todos esses casos, os autores mencionados procuraram minimizar o efeito da interação genótipos e ambientes, recomendando materiais de melhor estabilidade fenotípica.

Considerando esses aspectos, este trabalho visou conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de quarenta e um híbridos de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais no Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

### Material e Métodos

Os ensaios, em regime de sequeiro, foram realizados em 23 ambientes do Nordeste brasileiro, distribuídos nos Estados do Maranhão (quatro ensaios), Piauí (sete ensaios), Rio Grande do Norte (um ensaio) Pernambuco (quatro ensaios), Alagoas (um ensaio), Sergipe (um ensaio) e Bahia (cinco ensaios), com plantios efetuados entre novembro de 1999 e maio de 2000 (Tabela 1). Foram realizados, ainda, dois ensaios sob regime de irrigação, nos municípios de Teresina e Parnaíba, no Piauí, com plantio efetuado em junho/2000.

Na Tabela 1, estão os índices pluviométricos (mm) registrados no decorrer do período experimental, com uma variação de 310,8 mm a 1.643,6 mm. Na Tabela 2, constam as coordenadas geográficas de cada município, os quais estão compreendidos entre os paralelos 2° 53' (S) e 14° 36' (S), englobando diferentes condições ambientais (Silva *et al.*, 1993).

Foram utilizados quarenta e um híbridos, sendo dezenove híbridos simples, dezesseis híbridos triplos e seis híbridos duplos. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,90 m e 0,50 m entre covas. Foram colocadas três

sementes por cova, deixando-se duas plantas por cova após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 9,0 m<sup>2</sup>. As adubações realizadas em cada experimento 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 casualizados. 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) para dados balanceados (PROC ANOVA).

**TABELA 1.** Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Nordeste do Brasil; 1999/2000.

Locais	1999		2000								Totais
	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	
S. R. Mangabeira	-	351,3*	366,4	401,6	364,5	159,8	-	-	-	-	1643,6
Sambaíba	-	347,0*	231,0	399,0	245,0	93,0	-	-	-	-	1315,0
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
Palmeiras Piauí	345,0*	236,5	224,0	265,0	135,5	-	-	-	-	-	1206,0
Bom Jesus	-	365,0	149,5	172,0	179,0	-	-	-	-	-	1131,5
Baixa G. Ribeiro	-	277,5*	173,0	364,5	367,0	91,5	-	-	-	-	1273,5
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
Coruripe	-	-	-	-	-	-	116	255	240	113	724
N. Sra. das Dores	-	-	-	-	-	-	122,0	269,0	120,0	142,0	653,0
Lapão	-	212,9*	129,4	86,9	25,0	-	-	-	-	-	454,2
Ibititá	-	207,0*	57,8	74,7	64,2	-	-	-	-	-	403,7
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 não registrado.

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

Estado	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude	Tipo de solo <sup>1</sup>
Maranhão	S. R. Mangabeira	7° 22'	45° 36'	-	PVA
	Sambaíba	7° 08'	45° 20'	-	PA
	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
	Palmeiras Piauí	8° 43'	44° 14'	-	LA
	Bom Jesus	9° 04'	44° 21'	-	LA
	Baixa G. Ribeiro	7° 32'	45° 14'	-	AQ
Rio G. do Norte	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
	Araripina	7° 33'	40° 34'	620	LVA
	Caruaru	8° 34'	38° 00'	537	PVA
Alagoas	Coruripe				
Sergipe	N. Sra. Das Dores	10° 30'	37° 13'	200	LVA
Bahia	Lapão	11° 21'	41° 41'	785	A
	Ibititá	11° 32'	41° 41'	700	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

<sup>1</sup>A- Aluvial; AQ- Areia Quartzosa; LVA- Latossolo Vermelho-Amarelo; PVA-Podzólico Vermelho-Amarelo; R- Regossolo; LA – Latossolo Amarelo; PA- Podzólico Amarelo.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se o método de Cruz *et al.* (1989), o qual 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  $\sigma_{ij}^2$  de cada material, de acordo com as variações ambientais.

É utilizado o seguinte modelo:

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

em que:  $Y_{ij}$ : média da cultivar  $i$  no ambiente  $j$ ;  $I_j$ :

índice ambiental, conforme propuseram Eberhart & Russel (1966);  $T(I_j) = 0$  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 a ambientes desfavoráveis;  $b_{1i} + b_{2i}$ : coeficiente de regressão linear associado a ambientes favoráveis;  $\delta_{ij}$ : desvio da regressão linear;  $e_{ij}$ : erro médio associado a média.

### Resultados e Discussão

As análises de variância por ambientes mostraram efeitos significativos entre os híbridos, evidenciando variações genéticas entre eles, em todos os ambientes. Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 6,7% a 16,4%, em consequência da boa precisão dos ensaios (Scapim *et al.*, 1995). A média de produtividade nos ensaios oscilou de 3.669 kg ha<sup>-1</sup>, em Coruripe, a 10.498 kg ha<sup>-1</sup>, em Baixa Grande do Ribeiro, o que expressa ampla faixa de variação onde foram realizados os experimentos. Os municípios de São Raimundo Mangabeira, no Maranhão, Teresina, Parnaíba, Rio Grande do Piauí, Palmeiras do Piauí e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí, e Barreiras (local 2), na Bahia, com produtividades médias entre 8.078 kg ha<sup>-1</sup> e 10.498 kg ha<sup>-1</sup>, destacaram-se como os mais favoráveis para a exploração do milho, ressaltando-se que esses resultados colocam essas áreas em condições de competir com as áreas tradicionais de cultivo de milho do país. Os municípios de Anapurus, no Maranhão, Bom Jesus, no Piauí, e Lapão, na Bahia, também se destacaram, com produtividades médias de grãos acima da média geral. Esses resultados superaram aqueles obtidos em anos anteriores, em diversas localidades do Nordeste brasileiro (Cardoso *et al.*, 1997 e 2000) e Carvalho *et al.* (2000a e 2000b).

A análise de variância conjunta mostrou efeitos significativos para ambientes, híbridos e interação híbridos ambientes, o que evidencia diferenças entre

os híbridos e inconsistência no comportamento dos híbridos em face das oscilações ambientais, justificando-se o estudo da adaptabilidade e estabilidade desses materiais, no detalhamento da interação híbridos e ambientes.

Observou-se que a produtividade média ( $b_0$ ) variou de 3.749 kg ha<sup>-1</sup> (96 HT 91) a 7.716 kg ha<sup>-1</sup> (DK 440), com média geral de 6.971 kg ha<sup>-1</sup>, evidenciando alto potencial para a produtividade dos materiais avaliados (Tabela 3). Ressalta-se que, aliado ao modelo proposto, consideraram-se como híbridos melhor adaptados aqueles que expressaram maiores produtividades médias de grãos, ou seja, acima da média geral (Mariotti *et al.*, 1976).

A estimativa de  $b_1$ , que avalia o desempenho dos materiais nos ambientes desfavoráveis, evidenciou que, entre os híbridos de melhor adaptação, o DK 350, Pioneer 30 F 45 e Cargill 747 foram menos exigentes nas condições desfavoráveis ( $b_1 < 1$ ). Os híbridos Dina 1000, AG 1051, Zeneca 8420, Zeneca 8550 e Dina 800 E mostraram-se muito exigentes nas condições desfavoráveis, apresentando estimativas de  $b_1 > 1$ . A estimativa de  $b_1 + b_2$ , que avalia o desempenho dos materiais nos ambientes favoráveis, mostrou que, dentre os híbridos que apresentaram rendimentos médios superiores em relação à média geral, apenas o Cargill 333 B, Zeneca 8550 e Zeneca 84 E 90 foram responsivos à melhoria ambiental.

Segundo Cruz *et al.* (1989), a previsibilidade de comportamento pode ser avaliada pela estimativa de  $R^2$ , salientando que aqueles materiais que apresentarem estimativas de  $R^2$  acima de 80% não devem ter os seus graus de previsibilidade comprometidos. Desta forma, nota-se que todos os materiais, à exceção do HT 9, expressaram boa estabilidade nos ambientes considerados ( $R^2 > 80\%$ ), independentemente de suas bases genéticas (híbridos simples, duplos ou triplos).

**TABELA 3.** Produtividades médias de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 41 híbridos de milho em 25 ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 1999/2000.

Híbridos	Médias nos ambientes			b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub> + b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
	Geral	Desfavorável	Favorável				
DK 440 <sup>1</sup>	7716a	5827	9227	1,01ns	0,17ns	1,08ns	90
Dina 1000 <sup>1</sup>	7675a	5834	9375	1,14**	-0,25ns	0,89ns	92
AG 1051 <sup>1</sup>	7617a	5599	9480	1,20**	-0,07ns	1,12ns	91
Cargill 333 B <sup>1</sup>	7615a	5938	9163	1,01ns	0,50**	1,51**	90
DKB 350 <sup>2</sup>	7574a	6114	8921	0,89*	0,09ns	0,99ns	90
AGB 8080 <sup>2</sup>	7648a	5777	9029	1,02ns	-0,29*	0,72*	85
Zeneca 8420 <sup>1</sup>	7442a	5619	9125	1,11*	-0,04ns	1,07ns	91
Zeneca 8550 <sup>1</sup>	7414a	5523	9160	1,09*	0,24ns	1,34**	90
AG 9090 <sup>1</sup>	7373a	5577	9032	1,05ns	-0,06ns	0,98ns	93
Pioneer 30 K 75 <sup>1</sup>	7363a	5703	8894	0,97ns	-0,25ns	0,71*	87
Pioneer 30 F 33 <sup>1</sup>	7351a	5574	8990	1,09ns	-0,15ns	0,93ns	87
Pioneer 30 F 45 <sup>1</sup>	7322b	5741	8782	0,90*	0,14ns	1,05ns	87
Dina 500 <sup>2</sup>	7235b	5578	8721	0,96ns	-0,28*	0,68*	89
AG 8020 <sup>1</sup>	7220b	5504	8801	0,98ns	-0,09ns	0,88ns	93
Zeneca 8392 <sup>1</sup>	7213b	5508	8828	1,04ns	0,18ns	1,23ns	92
Dina 800 E <sup>1</sup>	7201b	5144	9100	1,18**	-0,01ns	1,16ns	91
Cargill 747 <sup>1</sup>	7178b	5937	8325	0,79**	0,17ns	0,96ns	85
Cargill 909 <sup>1</sup>	7178b	5596	8642	0,94ns	0,28*	1,23ns	88
Zeneca 8330 <sup>2</sup>	7135b	5604	8549	0,91ns	0,19ns	1,10ns	95
Zeneca 84 E 90 <sup>1</sup>	7071b	5296	8709	1,05ns	0,52**	1,59**	93
Colorado 9560 <sup>1</sup>	7042b	5468	8495	0,96ns	-0,34*	0,60**	83
Braskalb XL 360 <sup>2</sup>	6990b	5322	8530	1,00ns	0,09ns	1,09ns	90
Zeneca 8410 <sup>1</sup>	6930c	5306	8489	1,21**	-0,35**	0,85ns	89
Agromen 2014 <sup>2</sup>	6889c	5300	8355	0,89**	-0,06ns	0,83ns	85
Colorado 32 <sup>2</sup>	6857c	5224	8365	0,97ns	0,12ns	0,85ns	88
SHS 5050 <sup>2</sup>	6837c	5206	8343	0,92ns	0,15ns	1,08ns	92
Pioneer 30 F 80 <sup>1</sup>	6835c	5076	8145	1,07ns	-0,35**	0,71**	82
Colorado 34 <sup>2</sup>	6830c	5002	8516	1,05ns	0,43**	1,48**	93
Pioneer 30 F 88 <sup>1</sup>	6763c	5221	8186	0,94ns	-0,13ns	0,81ns	91
BRS 3101 <sup>2</sup>	6761c	4894	8472	1,07ns	-0,17ns	0,90ns	86
BR 3123 <sup>2</sup>	6743c	5057	8312	0,96ns	-0,15ns	0,80ns	84
AG 9010 <sup>1</sup>	6659c	5289	7923	0,79**	-0,01ns	0,77ns	85
Colorado 9743 <sup>2</sup>	6573c	4981	8042	0,96ns	0,01ns	0,97ns	93
BRS 3060 <sup>2</sup>	6537c	4790	8149	1,01ns	0,21ns	0,80ns	89
HT <sup>2</sup>	6533c	4888	8052	0,94ns	0,21ns	1,16ns	86
HT 10 <sup>2</sup>	6506c	4888	8000	0,96ns	0,49**	1,45**	94
HT 9 <sup>2</sup>	6503d	5062	7834	0,87**	0,11ns	0,98ns	71
HT 5 <sup>2</sup>	6183d	4663	7587	0,89*	-0,03ns	0,86ns	87
95 HT 74 <sup>2</sup>	6064d	4551	7459	0,90*	0,14ns	1,04ns	92
SHS 4040 <sup>3</sup>	5981d	4476	7368	0,92ns	-0,15ns	0,77ns	87
96 HT 91 <sup>2</sup>	5413e	3739	6958	0,95ns	-0,12ns	0,82ns	80
Média	6971						
D. M. S. (5%)	711						

<sup>1</sup>Híbrido simples, <sup>2</sup> híbrido triplo e <sup>3</sup> híbrido duplo. \*\* e \* Significativamente diferentes da unidade, para b<sub>1</sub> e b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub> e zero, para b<sub>2</sub> a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%.

Diversos trabalhos na literatura procuraram enfatizar que o comportamento dos genótipos frente às oscilações ambientais está, em geral, relacionado à sua base genética. Neste contexto, Allard & Bradshaw (1964) concluíram que populações com base genética mais ampla interagem menos com o ambiente e, conseqüentemente, são mais estáveis. Por outro lado, existem inúmeros trabalhos com a cultura do milho que 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 (Naspolini Filho, 1976; Carvalho *et al.*, 1998 e 2000a). Neste trabalho, confirmou-se mais uma vez esta última hipótese. Naspolini Filho (1976), após fazer uma revisão de alguns trabalhos concernentes à estabilidade de genótipos de milho, comenta que ocorrem diferenças entre os materiais com o mesmo nível de heterozigose e heterogeneidade, quanto à expressão das funções homeostáticas, e que a maior habilidade de auto-regulação dos indivíduos assegurando graus maiores de homeostase é, comprovadamente, uma característica de genótipos específicos, ou seja, nos híbridos essa habilidade advém das linhagens paternas.

Considerando os resultados apresentados, depreende-se que o material ideal preconizado pelo modelo (Cruz *et al.*, 1989), ou seja, aquele que apresenta uma média alta (b<sub>0</sub> alto), o b<sub>1</sub> menor possível (menos exigente nos ambientes desfavoráveis), e b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub> o maior possível (responsivos à melhoria ambiental), e variância dos desvios da regressão próxima ou igual a zero (alta estabilidade nos ambientes considerados), não foi encontrado entre os híbridos avaliados. Também não foi encontrado qualquer híbrido que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Nesse caso, o híbrido teria que apresentar uma média alta (b<sub>0</sub> alto), o b<sub>1</sub> e b<sub>1</sub>+b<sub>2</sub><1. Mesmo

assim, percebe-se que os híbridos DK 350, Pioneer 30 F 45 e Cargill 747 podem ser recomendados para essa situação, por apresentarem  $b_0$  alto,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2$  semelhante à unidade e  $R^2 > 80\%$ . No que tange aos ambientes favoráveis, apenas o híbrido Zeneca 8550 apresentou os requisitos necessários para ser recomendado para essa classe de ambientes ( $b_0$  alto,  $b_1 > 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Os híbridos Dina 1000, AG 1051, Zeneca 8420, Dina 800 e Dina 440 podem ser recomendados também para os ambientes favoráveis, por apresentarem produtividades altas ( $b_0$  alto), serem exigentes nas condições desfavoráveis ( $b_1 > 1$ ), apresentarem estimativas de  $b_1 + b_2$  semelhantes à unidade e valores de  $R^2 > 80\%$ . Os híbridos que responderam à melhoria ambiental ( $b_1 + b_2 > 1$ ) e mostraram rendimentos médios altos,  $b_1$  semelhantes à unidade e estimativas de  $R^2 > 80\%$ , como o Cargill 333 B e Zeneca 84 E90, são também recomendados para essa classe de ambientes. De especial interesse para a região são também os híbridos de boa adaptação e que apresentam  $b_1$  tendendo para zero,  $b_1 + b_2$  tendendo para a unidade e estimativas de  $R^2 > 80\%$ , a exemplo dos DK 440, AG 9090, Pioneer 30 F 33, AG 8020, Zeneca 8392 e Cargill 909.

### Conclusões

1- A produtividade média alcançada com os híbridos coloca algumas áreas do Nordeste brasileiro em condições de competir, na exploração do milho, com regiões tradicionais do país que utilizam tecnologias modernas de produção, sobressaindo as áreas dos cerrados do Oeste Baiano, o Sul do Maranhão e o Pólo Uruçuí-Gurgéia, no Piauí.

2- O material ideal preconizado pelo modelo não foi encontrado no conjunto avaliado.

### Literatura Citada

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied

plant breeding. *Crop Science*, Madison, v.4, p.503-508, 1964.

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 e 1993/94**. 1996. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARDOSO, M.J.; CAVALHO, H.W.L. de.; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M.X. dos. Estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí. *Revista Científica Rural*, Bagé, v.5, n.1, p.62-67, 2000.

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de.; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos.; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. 3. *Revista Científica Rural*, Bagé, v.2 n.1 p.35-44, 1997.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análises de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, H.W.L. de.; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M.X. dos.; CARDOSO, M.J.; MONTEIRO, A.A.T.; TABOSA, M.J. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p.1115-1123, 2000a.

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, 2000b.

CARVALHO, H.W.L. de.; SANTOS, M.X. dos.; LEAL, M. de L. da S.; ALBUQUERQUE, M.M.de.; TABOSA, J.N. Estabilidade de cultivares

- de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1996. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.2, p.20-26, 1998.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, p.567-580, 1989.
- MARIOTTI, I.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J. M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Nordeste Argentino**, Tuculman, v.13, n.14, p.105-127; 1976.
- MONTEIRO A.A.T.; CARVALHO, H.W.L. de.; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos.; ANTEROO NETO, J. F.; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.2, p.1-10, 1998.
- NASPOLINI FILHO, W. **Variabilidade fenotípica e estabilidade em híbridos simples, híbridos duplos, variedades e compostos de milho**. 1976. 68f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicação no melhoramento do feijoeiro. Goiânia, UFG, 1993, p.131-169. (Publicação, 120).
- RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18. 1999, Sete Lagoas. **Memórias...** Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS / México: CIMMYT, 1999. p.251-260.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 6. 4. ed. Cary, 1996. v.1.
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.