

## ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO NO ANO AGRÍCOLA 1998/1999

*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>, Marcelo Abdon Lira<sup>5</sup> e Benedito Carlos Lemos de Carvalho<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil. <sup>2</sup> Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caixas, 5650, Caixa Postal 01, 64066-220, Teresina, Piauí, Brasil. <sup>3</sup> Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 65, Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. <sup>4</sup> IPA, Av. Gen. San Martim 1371, Caixa Postal 1022, 50761-000, Recife, Pernambuco, Brasil. <sup>5</sup> EMPARN/Embrapa, Rua Chile, 172, 59012-250, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. <sup>6</sup> EBD/Embrapa, Av. Dorival Caymmi, 15649, Salvador, Bahia, Brasil.

No ano agrícola de 1998/1999 foram avaliados quarenta híbridos de milho no Nordeste brasileiro, em dezessete ambientes, distribuídos nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe e Bahia, visando conhecer a adaptabilidade e estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Foram detectadas, na análise de variância conjunta para o peso de grãos, diferenças significativas entre os híbridos e comportamento inconsistente dos híbridos em face das variações ambientais. Os híbridos de melhores rendimentos expressaram boa adaptação no Nordeste brasileiro, podendo vir a ter importância fundamental nos sistemas de produção da região. Dentre esses, o AG 4051, o Pioneer X 1296 B e o AG 122 justificaram suas recomendações para os ambientes favoráveis. No conjunto avaliado não foi identificado o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado, nem aquele apropriado especificamente para as condições desfavoráveis.

**Palavras-chave:** interação genótipos x ambientes, Nordeste brasileiro, *Zea mays* L.

**Adaptability and stability of maize hybrids in the brazilian northeast region in the season 1998/1999.** Forty maize hybrids were evaluated in seventeen environments of the Brazilian Northeast region distributed in States of Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe and Bahia. The trials were carried out with the objective to know the adaptability and stability of those materials for recommendation and use. The experimental design utilized was randomized blocks with three repetitions. The combined analysis of variance for the grains weight showed significant differences among hybrids and indicated inconsistent behavior for them according to environmental and climate variations. The hybrids with the best productivities expressed good adaptation in the Brazilian Northeast region and can be of fundamental importance in the farming system production. Among those, AG 4051, Pioneer X 1296 B and AG 122 justified its recommendations for the favorable environments. Within the pool of the evaluated hybrids it was not identified the material ideal for the important model bisegmented nor that for the unfavorable conditions.

**Key words:** genotype x environment interaction, Brazilian Northeast, *Zea mays* L.

## Introdução

O interesse por híbridos de milho vem aumentando gradativamente em algumas áreas da Região Nordeste do Brasil, nas quais há aptidão edafoclimática para a espécie, a exemplo das áreas de cerrados nos Estados da Bahia e Maranhão. Outras regiões produtoras de milho do Nordeste brasileiro vem também demandando esse tipo de material genético, em razão de diversos trabalhos de competição de cultivares terem comprovado o bom desempenho de híbridos e sua melhor adaptação em relação às variedades (Carvalho et al. 1998a, 1999a, 1999b e 1999c). Nesses trabalhos tem-se constatado uma superioridade de 20% a 25% dos híbridos em relação às variedades.

Anualmente, as empresas produtoras de sementes de milho híbrido, tanto oficiais quanto privadas, vem lançando no mercado inúmeros materiais. A recomendação desses materiais para agricultores deve ser precedida de uma avaliação nessa ampla região visando fornecer maiores subsídios aos agricultores no tocante à escolha adequada dos híbridos que devem ser utilizados. Para isso uma rede de ensaios distribuídos nos Estados do Nordeste brasileiro vem sendo desenvolvida com a finalidade de identificar entre os híbridos avaliados aqueles de melhor adaptação às condições edafoclimáticas da região. Procedimentos semelhantes têm sido realizados nos Estados de Mato Grosso do Sul (Arias, 1996) e do Paraná (Carneiro, 1998) e em algumas oportunidades na Região Nordeste do Brasil (Cardoso et al., 1997; Carvalho et al., 1998a, 1999d).

A recomendação de cultivares baseada nas médias de produtividades e caracteres agrônômicos de interesse observados em vários ambientes não é aconselhável, pois verifica-se que alguns materiais podem ser muito produtivos em determinados ambientes e pouco produtivo em outros, provocando incertezas na generalização das recomendações (Arias, 1996). No Nordeste brasileiro, onde se observa grande variação no quadro natural (Silva et al. 1993), sendo o milho cultivado em diferentes condições de solo e clima, deve-se considerar no processo de recomendação a seleção de cultivares de melhor estabilidade de produção (Ramalho et al. 1993).

Considerando-se esses aspectos, desenvolveu-se o trabalho com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais no Nordeste brasileiro.

## Material e Métodos

Os ensaios foram realizados no ano agrícola de 1998/1999, em dezessete ambientes do Nordeste brasileiro,

distribuídos nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe e Bahia, com plantios efetuados no início das chuvas de cada município (Tabela 1).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições dos 40 híbridos (12 híbridos simples, 15 híbridos triplos e 13 híbridos duplos). Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,9 m entre fileiras e 0,5 m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas três sementes por cova, e foram deixadas 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 ensaio obedeceram ao resultado das análises de solo de cada área experimental.

Foram medidos os dados referentes ao florescimento masculino (ensaios do Piauí e do Rio Grande do Norte) e feminino (ensaios de Pernambuco, Sergipe e Bahia), alturas de planta e de espiga e peso de grãos. Os dados de florescimento masculino e feminino foram tomados após a emissão dos pendões e estilo-estígmata, respectivamente, nas duas fileiras centrais. A altura de planta foi medida do solo até a base do pendão, e a altura de espiga do solo até a base de inserção da primeira espiga. Os pesos de grãos de todos os tratamentos foram ajustados para o nível de 15% de umidade. A exceção dos dados de florescimento, que foram tomados em uma só repetição, os demais dados foram submetidos a uma análise de variância por local, obedecendo ao modelo de blocos ao acaso e a uma análise conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990), considerando aleatório os efeitos de blocos e ambientes e, fixo o efeito de híbridos, conforme modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = u + C_i + A_j + CA_{ij} + B/A_{kj} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{em que:}$$

u: média geral;  $C_i$ : efeito da cultivar i;  $A_j$ : efeito do local j;  $CA_{ij}$ : efeito da interação da cultivar i com o local j;  $B/A_{kj}$ : efeito do bloco k dentro do local j;  $\varepsilon_{ijk}$ : erro aleatório.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se a metodologia proposta por Cruz et al. (1989), a 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 favoráveis ( $b_1+b_2$ ). A estabilidade dos híbridos é avaliada pelos desvios de regressão de cada material ( $\sigma^2_d$ ) em função das variações ambientais. O seguinte modelo é utilizado:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ijk} \quad \text{em que:}$$

$Y_{ij}$ : média da cultivar i no ambiente j;  $I_j$ : índice ambiental;  $T(I_j)=0$  se  $I_j < 0$ ;  $T(I_j)=I_j - \bar{I}_+$  se  $I_j > 0$ , sendo



$\bar{I}_+$ , a média dos ambientes ( $I_j$ ) positivos;  $b_{0i}$ : média geral da cultivar  $i$ ;  $b_{ij}$ : coeficiente de regressão linear associado à variável  $I_j$ ;  $b_{2i}$ : coeficiente da regressão linear associado à variável  $T(I_j)$ ;  $\delta_{ij}$ : desvio da regressão linear;  $\bar{\epsilon}_{ijk}$ : erro experimental médio.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 constam os índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental, com uma variação de 330,0 mm (Barra do Choça, na Bahia), a 919,8 mm (Teresina, no Piauí). Na Tabela 2 estão as coordenadas geográficas de cada município e os tipos de solo de cada área experimental. Os municípios estão compreendidos entre os paralelos 02° 53' (Parnaíba, no Piauí) e 14° 50' (Barra do Choça, na Bahia).

Na Tabela 3 nota-se que nos Estados do Piauí e do Rio Grande do Norte, os híbridos requereram menor espaço de tempo para atingir a fase de florescimento, registrando-se uma maior precocidade do conjunto avaliado. Nos Estados de Pernambuco, Sergipe e Bahia os materiais necessitaram de um maior espaço de tempo para atingir a fase de florescimento feminino, tornando-os mais tardios. Carvalho et al. (1998 b e 1999 c) observaram, também, uma maior precocidade dos

conjuntos avaliados nos Estados localizados mais ao Norte (Piauí, Ceará e Rio Grande), registrando reduções entre 10 a 15 dias no florescimento nesses Estados em relação àqueles encontrados nos Estados de Pernambuco, Sergipe e Bahia. Na Tabela 3 verificou-se que os híbridos BR 2121, Zeneca 8392, SHS 5050, Agromen 3100 e AG 3010 necessitaram de menos dias para atingir a fase de florescimento (56 dias) seguidos de outros com diferenças de um a oito dias. A precocidade assume no Nordeste brasileiro importância significativa, principalmente naquelas áreas onde o período chuvoso é mais curto, reduzindo os riscos do cultivo do milho.

Os híbridos mostraram comportamento diferencial a 1% de probabilidade, pelo teste F, na média dos locais, para a altura de planta, altura de espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas (Tabela 4). A variação observada para a altura de espiga foi de 173 cm a 218 cm, com média de 196 cm, destacando-se com menor altura, os híbridos Cargill 929, Pioneer X 1286 K e AG 5011, apesar de não diferirem, estatisticamente, de alguns outros. Variação semelhante foi observada para a altura de inserção da primeira espiga. Cultivares de menor altura de planta, além de apresentarem maior resistência ao acamamento de plantas, facilitam o plantio de um maior número de plantas por área, implicando na obtenção de melhores produtividades. Os híbridos mostraram um

Tabela 1. Índices pluviométricos ocorridos durante o período experimental. Região Nordeste do Brasil, ano agrícola de 1998/1999.

Locais	1998		1999								
	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Total
Teresina	-	-	200,8*	169,3	373,1	176,6	-	-	-	-	919,8
Parnaíba	-	-	32,3*	229,4	200,9	197,0	-	-	-	-	659,6
Floriano	-	-	127,5*	232,5	147,0	14,5	-	-	-	-	521,5
Guadalupe	-	-	156,0*	108,6	226,6	66,8	-	-	-	-	558,0
Rio Grande do Piauí	-	-	X*	X	X	X	-	-	-	-	-
Arapina	-	-	126,0*	113,2	212,2	81,8	-	-	-	-	533,2
Vitória de Sto. Antônio	-	-	-	-	-	-	143,3	63,6	164,1	63,7	434,7
União dos Palmares	-	-	-	-	-	-	X*	X	X	X	-
Neópolis	-	-	-	-	-	-	337	113,0	278,0	150,0	878,0
N. Sra. das Dores	-	-	-	-	-	-	379	249,5	101,0	119,0	848,5
Barra do Choça	-	76,0*	88,0	85,0	81,0	-	-	-	-	-	330,0
Lapão	174,2*	98,0	114,0	104,0	-	-	-	-	-	-	490,2
Ibititá	172,7	82,4	41,9	42,4	-	-	-	-	-	-	339,4
Barreiras (Faz. Boiadeiro)	X*	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Barreiras (Faz. Odisséia)	X*	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Barreiras (Riacho Grande)	-	92,0*	40,5	182,5	104,0	-	-	-	-	-	419,0

\*Mês de plantio, X não foi registrado.

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos locais e tipos de solos das áreas experimentais. Região Nordeste do Brasil, 1998/1999.

Estado	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Tipo de Solo <sup>1</sup>
Piauí	Teresina	05°05'	42°49'	72	A
	Parnaíba	02°53'	41°41'	15	AQ
	Floriano	06°46'	43°01'	85	A
	Guadalupe	06°56'	43°50'	180	LVA
	Rio Grande do Piauí	07°56'	43°13'	270	PA
Rio Grande do Norte	Ipanguassu	05°37'	36°50'	70	A
	Cruzeta	-	-	-	-
Pernambuco	Araripina	07°33'	40°34'	620	PVA
	Vitória de Sto. Antônio	08°12'	35°21'	156	LVA
Alagoas	União dos Palmares	09°06'	36°04'	350	LVA
Sergipe	Neópolis	10°16'	36°51'	7	A
	N. Sra. das Dores	10°30'	37°13'	200	LVA
Bahia	Barra do Choça	14°50'	40°35'	860	PVA
	Lapão	11°22'	41°41'	785	A
	Ibititá	11°32'	41°58'	700	A
	Barreiras (Faz. Boiadeiro)	12°21'	45°63'	813	AQ
	Barreiras (Faz. Odisséia)	12°02'	46°03'	800	AQ
	Barreiras (Riacho Grande)	12°10'	45°15'	442	A

1 A: Aluvial; AQ: Areia Quartzosa; LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; PA: Podzólico Amarelo; PVA: Podzólico Vermelho-Amarelo

estande médio de 38 plantas/parcela, correspondendo a 42.222 plantas/ha, registrando-se uma redução de 2.222 plantas/ha, em relação ao estande proposto (44.444 plantas/ha). A variação detectada para o estande foi de 32 plantas/parcela a 39 plantas/parcela. Variação semelhante foi observada para o número de espigas colhidas. Em razão de os híbridos apresentarem diferenças significativas entre si para o estande de colheita, não é aconselhável efetuar a correção para o estande proposto (Vencovsky e Barriga, 1992).

A análise de variância por local, para o peso de grãos mostrou diferenças entre os ambientes, registrando-se uma variação de 3.306 kg/ha (Lapão, Estado da Bahia) a 7.255 kg/ha (Teresina, no Estado do Piauí), com média geral de 5.434 kg/ha, o que evidencia a potencialidade da região para a produção do milho e uma ampla faixa de variação entre os ambientes (Tabela 5). Os municípios de Parnaíba, Teresina (com e sem irrigação) no Estado do Piauí, Ipanguassu, no Rio Grande do Norte, Araripina, em Pernambuco, N. Sra. das Dores e Neópolis, em Sergipe e Barra do Choça e Barreiras, na Bahia apresentaram melhores potencialidades para o desenvolvimento do milho, destacando-se como os ambientes mais favoráveis para a exploração desse cereal, no Nordeste brasileiro. Os coeficientes de variação oscilaram de 8,9% a 23,9%, o que evidencia boa precisão dos ensaios (Scapim et al., 1995).

A análise de variância conjunta para o peso de grãos (Tabela 5) mostrou diferenças a 1% de probabilidade,

pelo teste F, para o efeito de cultivares e interação cultivares x ambientes, o que indica comportamento diferencial entre os híbridos e inconsistência no comportamento dos híbridos em face das variações ambientais. Interações significativas têm sido detectadas em diversos trabalhos realizados no Nordeste brasileiro, em ensaios de competição de variedades e híbridos de milho (Carvalho et al. 1998a e 1999e; Monteiro et al., 1998) e em ensaios de competição de híbridos no Paraná (Carneiro, 1998) e Mato Grosso do Sul (Arias, 1996). Tratando-se de uma região extensa, a interação cultivares x ambientes assume papel preponderante na recomendação de cultivares, e é necessário minimizar o seu efeito, o que é possível através da identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica (Ramalho et al. 1993).

Em razão, portanto, da significância da interação híbridos x ambiente, foram verificadas as respostas de cada um dos híbridos nos ambientes considerados, pelo método proposto, o qual busca como cultivar ideal aquela que apresenta alta produtividade média, 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. Ressalta-se que, aliado ao modelo proposto, considerou-se como materiais melhor adaptados aqueles que expressaram produtividades médias de grãos acima da média geral (Mariotti et al., 1976).

A análise de estabilidade, segundo o modelo proposto, está na Tabela 6, onde se observa uma produtividade



Tabela 3. Média de floração (dias) masculina (Piauí e Rio Grande do Norte) e feminina (demais Estados). Região Nordeste do Brasil, 1998/1999.

Cultivares	Piauí	Rio Grande do Norte	Pernambuco	Sergipe	Bahia	Média
BR 2121	47	49	59	64	59	56
Zeneca 8392	50	49	60	66	57	56
SHS 5050	49	50	60	64	58	56
Agromen 3100	49	51	59	65	58	56
AG 3010	51	52	59	63	57	56
Zeneca 8486	49	49	60	60	58	57
96 HT 91	48	51	61	65	58	57
Pioneer X 1286 K	51	50	63	68	60	58
Braskalb XL 355	48	51	62	67	60	58
Pioneer 3021	51	51	62	68	60	58
Agromen 2014	50	52	61	66	60	58
AG 4051	50	52	63	67	60	58
AG 6016	50	52	63	68	61	58
Pioneer X 1286 B	49	52	62	67	60	58
MR 2601	50	52	62	67	60	58
Braskalb XL 251	49	53	63	67	60	58
95 HT 74	51	53	62	65	59	58
BRS 3101	48	53	63	67	60	58
Cargill 929	50	53	59	62	58	58
BR 3123	49	51	63	68	62	59
Cargill 444	50	52	63	68	61	59
Cargill 435	50	52	63	70	60	59
Colorado 32	51	52	62	68	60	59
AG 1051	49	53	66	67	62	59
Zeneca 8501	50	53	63	71	60	59
MTL 9742	51	53	66	66	61	59
Braskalb XL 9751	48	54	62	68	61	59
AG 5011	50	54	63	68	59	59
AGX 5273	49	54	63	69	60	59
BRS 2110	50	54	63	68	60	59
AG 122	50	54	62	68	62	62
BRS 2114	50	52	66	69	61	61
BRS 3060	51	53	66	68	62	62
AGX 5580	51	53	65	68	62	62
Cargill 447	50	53	64	65	61	61
Pioneer 30F80	51	53	67	68	60	60
SHS 4040	51	53	66	70	62	62
Cargill 333 B	51	54	64	69	61	61
Colorado 9560	50	54	63	65	62	62
AG 1043	50	53	66	70	64	64
Média	49	53	63	65	65	60

média ( $b_0$ ) de 5.434 kg/ha, com variação de 3.968 kg/ha (BR 2121) a 6.031 kg/ha (Braskalb XL 9751).

Considerando os resultados apresentados na Tabela 6, nota-se que o híbrido ideal preconizado pelo modelo não existe entre aqueles avaliados. De forma semelhante, não foi encontrado qualquer híbrido que atendesse a todos os requisitos para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Nesse caso, o híbrido teria que mostrar uma produção média alta, os  $b_1$  e  $b_1 + b_2 < 1$ . Apesar disso, nota-se que o híbrido Agromen 2014 se aproximou bastante dessa

condição ( $b_0$  alto,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 < 1$ ). No entanto, o referido híbrido mostrou baixa estabilidade nos ambientes considerados ( $R^2 < 80\%$ ), não sendo, portanto, recomendado para tal situação. O híbrido Zeneca 8392, de maior rendimento em ambientes desfavoráveis, pode ser também recomendado para essa situação, apesar de expressar baixa estabilidade em ambientes considerados ( $R^2 < 80\%$ ). O Braskalb XL 9751, de maior rendimento em ambientes favoráveis, tem também recomendação justificada para os ambientes favoráveis, por exibir  $b_1 > 1$ ,  $R^2 = 80\%$  e  $b_1 + b_2$

Tabela 4. Comportamento dos híbridos quanto às alturas (cm) de planta e de espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas, coeficientes de variação e valores de F obtidos para essas variáveis. Região Nordeste do Brasil, 1998/1999.

Híbridos	Altura de planta	Altura de espigas	Estande de colheita	Número de espigas
AG 4051	218	109	39	39
95 HT 74	214	105	38	39
AG 122	212	105	38	39
BRS 3060	212	102	38	38
AG 1051	210	114	38	39
96 HT 91	210	104	37	39
Cargill 435	208	104	37	38
BRS 2114	205	101	37	38
SHS 4040	203	95	39	40
AG 1043	202	109	39	39
MTL 9742	202	90	38	37
BRS 2110	201	96	35	38
BRS 3101	199	101	37	42
Cargill 444	199	91	39	39
Pioneer X 1286 B	198	98	38	38
BR 3123	198	98	34	36
Zeneca 8486	197	94	38	38
AGX 5273	196	93	37	36
Zeneca 8501	196	100	39	38
BR 2121	194	94	32	34
Pioneer 30 F 80	193	97	39	39
Colorado 32	192	92	38	39
Braskalnb XL 251	192	97	38	40
Zeneca 8392	192	84	38	38
AGX 5580	192	90	38	36
Cargill 333 B	192	92	38	41
Colorado 9560	190	90	39	39
MR 2601	190	92	38	40
SHS 5050	190	92	38	38
Pioneer 3021	189	94	38	38
Braskalb XL 355	189	93	38	38
Agromen 3100	189	90	37	39
Braskalb XL 9751	187	96	39	42
Agromen 2014	187	96	39	39
Cargill 447	185	84	39	40
AG 3010	185	87	39	40
AG 6016	183	86	39	40
AG 5011	179	87	38	38
Pioneer X 1286 K	178	88	38	39
Cargill 929	173	75	37	38
Média	196	95	38	39
C.V. (%)	7,1	10,2	7,6	9,7
F(H)	27,1**	32,1**	11,2**	8,7**
F(A)	209,2**	206,2**	123,4**	68,3**
F (HxA)	1,3 ns	1,2 ns	1,7*	1,4 ns
D.M.S. (5%)	12	8	3	3

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

Tabela 5. Produtividades médias de grãos (kg/ha), coeficientes de variação (%), valores de F e quadrados médios residuais obtidas nos 17 locais. Região Nordeste do Brasil, 1998/1999.

Híbridos	Piauí					Rio Grande do Norte				Pernambuco	Sergipe		Bahia					Análise conjunta
	Parnaíba	Teresina	Rio Grande	Floriano	Guadalupe	Teresina c/ irrigação	Parnaíba c/ irrigação	Cruzeta	Ipanguassu	Araripina	N. Sra. das Dores	Neópolis	Barra do Choça	Barreiras (Faz. Boiadeiro)	Barreiras (Faz. Melancias)	Ibititá	Lapão	
Braskalb XL 9751 <sup>2</sup>	6.373	8.707	4.880	4.177	4.353	6.107	7.030	4.209	6.017	6.973	7.329	6.927	7.157	5.862	8.388	5.123	2.909	6.031
Zeneca 8501 <sup>2</sup>	6.303	7.843	5.067	4.967	5.207	6.100	5.723	3.780	6.380	6.514	6.210	7.237	6.990	7.094	7.517	4.528	2.985	5.909
Pioneer X 1286 B <sup>1</sup>	5.380	9.033	4.650	5.257	5.907	6.100	6.063	3.755	5.427	5.568	5.482	5.980	8.133	7.417	9.175	3.874	2.708	5.877
Braskalb XL 251 <sup>1</sup>	5.847	7.483	4.953	4.367	4.613	6.200	6.153	4.921	6.077	7.507	5.942	8.049	6.253	5.525	7.984	4.587	3.176	5.861
AG 6016 <sup>2</sup>	5.293	6.463	4.173	4.880	4.333	6.173	6.476	4.660	6.156	6.598	6.003	6.888	7.873	7.465	8.232	4.432	3.023	5.831
Cargill 447 <sup>3</sup>	5.243	8.000	5.193	4.393	5.800	6.350	5.767	4.979	6.609	7.131	5.819	6.965	5.470	6.437	7.332	3.435	4.001	5.819
AG 1051 <sup>2</sup>	6.013	7.210	5.557	4.230	3.923	6.867	6.030	3.410	5.661	6.977	6.793	5.999	5.883	6.440	8.605	5.700	3.378	5.804
Zeneca 8392 <sup>2</sup>	6.007	7.267	5.663	5.447	4.067	5.657	6.730	4.620	555	5.939	7.080	7.118	5.000	5.917	7.120	4.726	3.580	5.735
Zeneca 8486 <sup>1</sup>	5.983	7.300	5.943	4.460	4.627	6.750	5.980	3.150	5.777	6.962	6.352	7.245	4.390	7.498	7.434	2.656	4.414	5.701
AG 4051 <sup>2</sup>	6.187	9.567	5.360	5.307	4.313	6.883	6.547	3.729	6.956	5.567	6.164	6.892	4.540	5.529	8.393	2.812	1.745	5.676
Cargill 333 B <sup>1</sup>	5.932	7.383	4.213	5.040	4.157	6.533	6.747	3.135	4.743	6.365	7.015	7.260	6.300	6.194	7.614	4.031	3.809	5.675
Pioneer 30F80 <sup>1</sup>	5.170	7.850	5.413	4.367	5.297	6.033	5.920	3.645	5.254	5.027	6.942	6.992	5.853	7.176	8.200	4.567	2.605	5.665
Pioneer 3021 <sup>2</sup>	5.500	7.400	5.293	5.113	5.133	6.350	6.040	2.867	4.959	6.418	6.248	6.781	6.200	6.383	7.552	3.461	4.164	5.639
Agromen 2014 <sup>3</sup>	6.600	6.367	3.667	4.550	5.227	6.100	6.287	4.693	5.537	6.561	5.029	6.724	5.283	6.765	6.562	4.984	3.786	5.572
BRS 3060 <sup>2</sup>	5.960	6.033	5.837	3.917	4.983	7.207	6.387	4.020	5.674	7.191	4.730	4.638	5.800	6.180	8.161	4.723	2.783	5.543
Colorado 32 <sup>2</sup>	4.537	7.133	4.187	4.770	4.507	6.243	5.787	2.944	5.775	5.900	6.167	6.463	6.330	8.231	6.718	3.803	4.673	5.539
Colorado 9560 <sup>1</sup>	5.480	6.133	5.227	4.650	4.767	6.583	6.397	4.055	5.995	6.441	5.409	6.264	6.600	7.006	6.097	3.817	3.153	5.534
SHS 5050 <sup>2</sup>	6.813	6.183	4.703	4.217	4.287	6.400	6.447	5.265	5.632	6.473	4.450	5.903	6.540	6.247	7.933	3.112	3.177	5.517
Pioneer X 1286 K <sup>1</sup>	5.617	6.667	6.060	4.967	5.800	6.197	6.033	2.633	4.532	5.539	7.107	6.478	7.203	6.518	6.426	2.974	3.000	5.515
Braskalb XL 355 <sup>2</sup>	5.220	7.567	5.380	4.257	3.900	6.133	6.480	4.844	5.621	6.737	5.627	7.187	5.217	5.644	7.330	2.503	3.837	5.499
AGX 5273 <sup>2</sup>	5.923	6.933	4.900	4.530	2.967	6.183	6.670	3.274	5.500	6.537	5.075	6.497	8.203	5.843	7.217	4.802	2.049	5.477
AG 122 <sup>2</sup>	5.470	8.800	4.403	4.563	4.143	7.517	6.333	3.135	6.187	6.375	3.695	5.079	5.410	7.292	7.320	2.900	3.797	5.436
AG 3010 <sup>3</sup>	5.207	6.183	4.590	4.880	4.380	5.950	5.813	4.308	5.383	6.440	4.615	6.210	6.043	6.821	7.460	3.516	4.103	5.406
Cargill 929 <sup>1</sup>	5.550	7.783	5.603	3.957	5.347	5.867	5.780	4.052	5.859	6.072	5.995	5.075	5.620	6.416	5.921	3.100	3.613	5.389
BRS 3101 <sup>2</sup>	5.610	8.417	5.110	5.057	4.367	6.200	6.297	4.136	5.889	5.630	4.347	5.447	6.140	4.365	7.977	3.109	3.276	5.375
AG 5011 <sup>2</sup>	5.053	6.983	5.400	4.847	4.167	6.567	6.207	4.316	6.169	7.356	5.137	4.604	6.983	5.725	6.473	2.450	2.401	5.343
AGX 5580 <sup>2</sup>	4.303	7.783	4.513	4.530	3.450	6.617	6.300	2.937	4.746	5.135	5.558	6.448	5.660	6.829	6.726	4.046	4.976	5.327
AG 1043 <sup>3</sup>	5.837	7.033	3.727	4.930	5.047	6.433	5.987	4.957	6.079	5.364	4.136	5.865	5.003	5.661	6.104	2.953	4.484	5.270
Cargill 435 <sup>3</sup>	4.713	7.313	5.020	4.580	4.433	6.047	6.190	3.850	5.537	5.874	5.190	5.501	5.753	5.472	6.288	4.003	3.694	5.262
95 HT 74 <sup>1</sup>	5.583	7.107	5.143	4.183	5.567	5.533	5.970	4.037	5.428	6.688	4.417	5.922	5.697	5.380	6.445	4.170	2.144	5.260
Cargill 444 <sup>3</sup>	5.117	6.683	4.693	4.463	5.273	6.817	6.237	2.746	6.594	6.239	5.363	4.995	5.460	6.779	7.221	2.750	1.893	5.254
BR 3123 <sup>3</sup>	6.500	7.123	5.307	4.950	5.337	6.933	5.383	4.022	4.143	5.645	3.174	4.343	5.833	5.621	6.481	4.050	4.286	5.243
SHS 4040 <sup>3</sup>	5.453	7.100	4.653	4.340	3.980	6.133	6.277	3.714	5.665	7.375	3.780	6.459	2.823	6.471	7.248	4.742	2.682	5.229
MR 2601 <sup>1</sup>	5.637	8.363	5.523	5.250	4.717	6.367	5.547	5.225	4.528	5.035	6.060	5.213	3.057	5.451	5.759	3.424	3.704	5.227
Agromen 3100 <sup>3</sup>	4.780	6.433	4.780	4.260	4.920	5.570	5.977	3.912	3.561	6.193	5.079	6.662	4.740	5.621	6.349	3.124	3.913	5.157
BRS 2114 <sup>3</sup>	6.257	6.333	4.633	4.807	4.443	5.433	5.743	4.961	3.718	4.797	5.048	3.967	5.603	5.584	6.727	3.922	3.620	5.035
96 HT 91 <sup>2</sup>	5.640	6.167	4.740	4.357	5.223	6.350	6.143	4.092	5.052	5.501	4.416	4.792	4.917	5.033	6.212	3.901	2.854	5.023
BRS 2110 <sup>3</sup>	5.320	7.267	4.253	4.331	4.800	6.047	5.173	3.755	3.483	6.763	3.772	4.274	4.573	6.311	7.092	4.595	2.141	4.938
MTL 9742 <sup>2</sup>	5.577	6.483	4.117	3.930	4.257	5.507	5.797	2.178	4.290	5.099	4.351	4.830	4.693	7.649	7.787	3.623	2.808	4.881
BR 2121 <sup>3</sup>	4.587	6.310	4.497	4.293	3.840	4.607	4.547	2.431	2.645	3.085	3.136	3.191	4.533	4.923	4.088	2.138	2.895	3.868
Média	5.589	7.255	4.926	4.609	4.646	6.241	6.084	3.883	5.415	6.140	5.356	5.984	5.744	6.270	7.142	3.779	3.306	5.434
C.V.(%)	10,2	8,9	11	10,7	11,5	9,9	10,3	23,9	9,7	9,8	10,9	9,5	15,6	10,9	11,4	21,7	23,6	12,4
F(H)	3,0**	5,4**	3,4**	1,9ns	4,4**	2,2*	1,6ns	2,2*	8,4**	6,3**	10,8**	11,2**	5,1**	4,5**	4,1**	3,1*	3,0*	15,8**
F(L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331,6**
F(HxL)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7**
D.M.S. (5%)	1.887	2.129	1.794	-	1.777	2.048	-	3.071	1.750	1.995	1.936	1.878	2.960	2.267	2.691	2.721	2.583	1.005
Q.M. Residual	326.147	415.257	294.965	245.924	289.295	384.379	393.932	861.438	278.990	364.531	343.572	323.011	802.655	470.805	663.546	678.405	611.324	-

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

<sup>1</sup> Híbrido simples, <sup>2</sup> híbrido triplo e <sup>3</sup> híbrido duplo



Tabela 6. Produtividades médias de grãos (kg/ha) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 40 híbridos de milho em 17 ambientes. Região Nordeste do Brasil, 1998/1999.

Híbridos	Média nos ambientes			$b_1$	$b_2$	$b_1 + b^2$	Q.M. Desvios	$R^2$
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Braskalb XL 9751 <sup>2</sup>	6.031	4.875	7.058	1,25**	-0,00ns	1,25ns	1.747.731,04**	80
Zeneca 8501 <sup>2</sup>	5.909	4.890	6.814	1,15ns	-0,38ns	0,77ns	7.45.159,65ns	88
Pioneer X 1286 B <sup>1</sup>	5.877	4.632	6.983	1,30**	0,64*	1,94**	2.121.146,49**	80
Braskalb XL 251 <sup>1</sup>	5.860	4.829	6.738	1,05ns	-0,06ns	0,98ns	1.594.853,94**	74
AG 6016 <sup>2</sup>	5.831	4.707	6.829	1,16ns	-0,64*	0,56ns	17.573.32,09**	75
Cargill 447 <sup>3</sup>	5.819	5.028	6.525	0,90ns	0,44ns	1,35ns	1.017.364,43**	80
AG 1051 <sup>3</sup>	5.804	4.831	6.669	1,04ns	0,23ns	1,28ns	1.712.276,12**	75
Zeneca 8392 <sup>1</sup>	5.735	5.092	6.306	0,78ns	0,09ns	0,88ns	1.422.460,27**	65
Zeneca 8486 <sup>1</sup>	5.701	4.762	6.616	1,15ns	-0,05ns	1,10ns	2.066.901,94**	42
AG 4051 <sup>2</sup>	5.676	4.548	6.678	1,43**	0,82**	2,25**	21.05.900,49**	83
Cargill 333 B <sup>1</sup>	5.675	4.518	6.703	1,18*	-0,38ns	0,79ns	1.330.363,90**	81
Pioneer 30F80 <sup>1</sup>	5.665	4.761	6.469	1,07ns	0,54*	1,62**	1.542.251,25**	79
Pioneer 3021 <sup>2</sup>	5.639	4.655	6.514	1,06ns	-0,03ns	1,02ns	826.653,97*	85
Agromen 2014 <sup>3</sup>	5.572	4.684	6.361	0,80*	-0,62*	0,18**	1.087.665,05**	69
BRS 3060 <sup>2</sup>	5.542	4.583	6.395	1,00ns	-0,17ns	0,83ns	2.016.168,45**	67
Colorado 32 <sup>2</sup>	5.539	4.603	9.371	0,97ns	-0,02ns	0,95ns	2.093.449,87**	66
Colorado 9560 <sup>1</sup>	5.534	4.634	6.333	1,00ns	-0,99**	0,01*	383.935,48ns	91
SHS 5050 <sup>2</sup>	5.517	4.355	6.549	1,12ns	-0,78**	0,33**	1.340.355,86**	78
Pioneer X 1286 K <sup>1</sup>	5.514	4.634	6.297	1,12ns	-0,91**	0,21**	2.262.836,16**	68
Braskalb XL 355 <sup>2</sup>	5.499	4.496	6.391	1,05ns	0,13	1,19ns	1.395.265,04**	78
AGX 5273 <sup>2</sup>	5.477	4.137	6.667	1,36**	-1,16**	0,20**	1.959.515,46**	78
AG 122 <sup>3</sup>	5.436	4.102	6.622	1,28**	0,50*	1,79**	1.826.094,27**	81
AG 3010 <sup>3</sup>	5.406	4.472	6.236	0,88ns	-0,16ns	0,72ns	716.160,92ns	82
Cargill 929 <sup>1</sup>	5.389	4.690	6.009	0,87ns	0,07ns	0,95ns	1.098.593,08**	75
BRS 3101 <sup>2</sup>	5.375	4.411	6.231	1,01ns	0,68**	1,69**	1534568,33**	78
AG 5011 <sup>2</sup>	5.343	4.361	6.217	1,17ns	-0,52*	0,64ns	1941613,92**	73
AGX 5580 <sup>2</sup>	5.327	4.344	6.200	0,89ns	0,50ns	1,39ns	1901325,89**	68
AG 1043 <sup>3</sup>	5.271	4.539	5.921	0,69**	0,01ns	0,71ns	1.571.334,72**	57
Cargill 435 <sup>3</sup>	5.262	4.538	5.906	0,78*	0,24	1,02	316.165,93ns	90
95 HT 74 <sup>1</sup>	5.260	4.386	6.036	0,96ns	-0,24ns	0,71ns	1.043.209,84**	78
Cargill 444 <sup>3</sup>	5.254	4.222	6.172	1,31**	-0,23ns	1,07ns	1.325.895,48**	84
BR 3123 <sup>2</sup>	5.243	4.408	5.985	0,67**	0,04ns	0,70ns	2.379.978,01**	45
SHS 4040 <sup>3</sup>	5.229	4.194	6.149	1,00ns	0,46ns	1,47*	2.917.106,07**	63
MR 2601 <sup>1</sup>	5.227	4.804	5.604	0,52**	1,13**	1,66**	246.119,65**	51
Agromen 3100 <sup>3</sup>	5.157	4.819	5.814	0,80ns	0,01ns	0,77ns	669421,96ns	80
BRS 2114 <sup>3</sup>	5.035	4.394	5.605	0,57**	0,10ns	0,68ns	1492175,43**	80
96 HT 91 <sup>2</sup>	5.023	4.329	5.639	0,74**	-0,15ns	0,59ns	731.646,16ns	76
BRS 2110 <sup>3</sup>	4.938	3.891	5.069	0,94ns	0,57*	1,51*	2.041.777,21**	69
MTL 9742 <sup>1</sup>	4.881	3.694	5.947	1,16*	0,17ns	1,34ns	1.668.888,38**	78
BR 2121 <sup>3</sup>	3.968	3.234	4.432	0,61**	0,10ns	0,72ns	2.301.951,18**	73
Média	5.434							

\* e \*\* Significativamente diferente da unidade para  $b_1$ ,  $b_1+b_2$ , e de zero para  $b_2$ , a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste "t" de Student, respectivamente.

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

<sup>1</sup> Híbrido simples, <sup>2</sup> híbrido triplo e <sup>3</sup> híbrido duplo.

ns: não significativo.



semelhante a umidade, mas com tendência de responder à melhoria ambiental. Para as condições favoráveis, os materiais devem apresentar média alta,  $b_1$  e  $b_1+b_2$  estatisticamente maiores que a unidade e  $R^2 > 80\%$ . Os híbridos AG 4051, Pioneer X 1286 B e AG 122 atendem esses requisitos, justificando suas recomendações para as condições favoráveis. Os demais híbridos que expressaram médias superiores à média geral e  $b_1$  igual a unidade e  $b_1 + b_2$  alto evidenciaram adaptabilidade geral, sendo de grande utilidade para a região, destacando-se nesse grupo o Cargill 447 e a AG 1051.

### Conclusões

1. Os híbridos que expressaram boa adaptação têm importância fundamental nos sistemas de produção dos médios e grande produtores rurais.

2. No conjunto avaliado não foi encontrado o híbrido ideal proposto pelo modelo.

3. Os híbridos AG 4051, Pioneer X 1286 B e AG 122 justificam suas recomendações para os ambientes favoráveis.

### Literatura Citada

- ARIAS, E.R.A. 1996. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94. Tese de Doutorado. Lavras, ESAL. 118p.
- CARDOSO, M. J. et al. 1997. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. *Revista Científica Rural (Brasil)* 2(1):35-44.
- CARNEIRO, P.C.S. 1998. Novas metodologias de análises de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado. Viçosa, UFV. 168p.
- CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M.X. dos; CARDOSO M.J.; MONTEIRO, A.A.T. 1999e. Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no Nordeste brasileiro. *Revista Científica Rural (Brasil)* 4(1):25-34.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; CARVALHO, B.C.L. de; LIRA, M.A. 1999d. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1994/95/96. *Revista Científica Rural (Brasil)* 4(2):56-104.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P.; CARVALHO, B.C.L. de; LIRA, M.A. 1998a. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1995. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3(1):8-14.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P.; TABOSA, J.N. 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; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P.; CARDOSO, M.J.; MONTEIRO, A.A.T. 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; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; MONTEIRO, A.A.T.; LIRA, M.A.; ANTERO NETO, J.F. 1999c. Comportamento de cultivares de milho na Região Nordeste do Brasil no ano de 1997. *Revista Científica Rural (Brasil)* 4(1):35-46.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; MONTEIRO, A.A.T.; CARVALHO, B.C.L. de. 1998b. Avaliação de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Revista Científica Rural (Brasil)* 3(2):27-36.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.T.; VENCOSKY, R. 1989. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética* 12(13):567-589.
- MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. 1976. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. *Revista Agronomica del Noroeste 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.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1990. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Nobel. 467p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. 1993. Interação dos genótipos x ambientes. In \_\_\_\_\_. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no*

- melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora UFG. pp. 131-169. (Piracicaba, 120).
- 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. Recife, Embrapa-CNPS. v.1.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, *Revista Brasileira de Genética*. 496p.