

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO¹

HÉLIO WILSON LEMOS DE CARVALHO², MANOEL XAVIER DOS SANTOS³,
MARIA DE LOURDES DA SILVA LEAL², CLESO ANTÔNIO PATO PACHECO³,
MILTON JOSÉ CARDOSO⁴ e ANTÔNIO AUGUSTO TEIXEIRA MONTEIRO⁵

RESUMO - Vinte e cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.) foram avaliadas, em 1994, em doze ambientes, na Região Nordeste do Brasil, em blocos ao acaso, com três repetições, objetivando conhecer sua adaptabilidade e estabilidade de produção, em diferentes condições ambientais. Foram detectados efeitos significativos quanto a ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes, na análise de variância conjunta, e foram evidenciadas diferenças marcantes entre os ambientes, as cultivares e respostas das cultivares com relação às variações ambientais. Os híbridos mostraram melhor desempenho produtivo que as variedades, produzindo, em média, 22,5% mais em relação à média das variedades. Apenas os híbridos Cargill 505 e AG 510 mostraram baixa adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, com respostas positivas à melhoria do ambiente. Considerando a média das variedades, a CMS 39 ajustou-se mais ao genótipo ideal proposto pelo modelo. Nenhum dos materiais estudados mostrou coeficiente de determinação (R^2) inferior a 80%, o que confere a todos eles uma boa estabilidade de produção.

Termos para indexação: *Zea mays*, interação genótipo x ambiente, diferenças genéticas, híbridos, variedades.

ADAPTABILITY AND YIELD STABILITY OF SOME MAIZE CULTIVARS IN THE BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT - Twenty five cultivars of maize (*Zea mays* L.) were evaluated in 1994, in twelve different environments of the Northeast Region of Brazil. The trials were arranged in randomized block designs with three replications aiming to obtain knowledge concerning to the adaptability and yield stability of the cultivars in each environment. The significant effects related to environment, cultivars and cultivars x environments interaction gave the evidence of outstanding differences among that parameters. The hybrids showed better performance than the varieties, yielding in average 22.5% higher in relation to the environmental variations. Only the Cargill 505 and AG 510 hybrids showed poor adaptability in unfavorable environments. Taking in account the means presented by the varieties, CMS 39 was the most adjusted to the optimal genotype proposed in the model. None of the materials studied gave a determination coefficient (R^2) lower than 80%, indicating a good production stability.

Index terms: *Zea mays*, genotype x environment interaction, genetic differences, hybrids, varieties.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta grande diversidade de solo e clima em toda sua extensão, com os solos variando de baixa a alta fertilidade e de rasos a profundos, com clima quente, semi-árido e precipitação média, variando de 500 mm a 1.000 mm, com períodos chuvosos de outubro a maio. Nesse ambiente de grande diversidade edafoclimática, nota-se também uma grande variação no nível

¹ Aceito para publicação em 30 de setembro de 1998.

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira-Mar, 3.250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970 Aracaju, SE. E-mail: helio@cpate.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Rod. MG 424, km 65, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte (CPAMN), Av. Duque de Caxias, 5650, Caixa Postal 01, CEP 64066-220 Teresina, PI.

⁵ Eng. Agr., M.Sc., EPACE, CEP 60115-221 Fortaleza, CE.

socioeconômico da região, detectando-se zonas onde ainda é praticada uma agricultura tradicional, com pouco uso de insumos modernos, com problemas agravantes de produtividade e de mercado, e zonas que se desenvolveram, transformando-se em pólos de desenvolvimento, onde é alto o uso desses insumos. Nesse contexto, é de extremo interesse o desenvolvimento intensivo de um programa de avaliação de híbridos e variedades de milho, produto de grande importância econômica para a região, procurando definir cultivares com bom nível de adaptação e produtividade, portadores de características desejáveis (porte baixo de plantas e espigas, superprecoces, precoces e semitardias, com bom empalhamento das espigas, entre outros), as quais, substituindo as variedades regionais, proporcionarão melhoria na produtividade da cultura.

Segundo Ramalho et al. (1993) a interação cultivares x ambientes assume papel fundamental quando um grupo de cultivares é submetida a diversas variações ambientais, devendo-se estimá-la e avaliar a sua importância na recomendação de cultivares. Esses autores admitem que quanto maior o número de ambientes e de cultivares, a presença da interação quase sempre revela a existência de cultivares com adaptação a ambientes específicos, bem como de cultivares com adaptação mais ampla, porém nem sempre com alto potencial para a produtividade em ambientes inferiores, o que impede que se faça uma recomendação segura para uma ampla região. Para assegurar uma recomendação mais eficiente, é necessário atenuar o efeito da interação cultivares x ambientes, procurando recomendar materiais com melhor adaptabilidade e maior previsibilidade de comportamento nos ambientes considerados.

Diversos trabalhos avaliando germoplasmas tropicais de milho têm sido realizados na Região Nordeste a partir do ano de 1984, procurando selecionar materiais de alto potencial de produtividade, de porte baixo das plantas e da inserção da espiga, precoces, com bom empalhamento das espigas e tolerantes ao acamamento e quebraimento do colmo, para difusão na região. Desta forma, Carvalho (1988), Carvalho et al. (1992) e Lira et al. (1993) verificaram o bom comportamento produtivo das variedades BR 5011-Sertanejo e BR 106, de porte

alto e ciclo normal, das BR 5028-São Francisco, BR 5033-Asa Branca e BR 5037-Cruzeta, todos de porte baixo e ciclo precoce. Essas informações estão de acordo com Carvalho et al. (1996a, 1996b), os quais registraram também bom comportamento produtivo dos híbridos Braskalb XL 604, Agromen 1030, Cargill 701, Cargill 805, Germinal 600, Germinal 85, Cargill 505, BR 3123, dentre outros, e das populações CMS 39, CMS 50, CMS 22 e CMS 59, na faixa dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro.

Carvalho (1988), no Estado de Sergipe, detectou adaptação a ambiente desfavorável na variedade BR 5033, registrando, também, adaptabilidade ampla e comportamento previsível nos ambientes estudados, quanto à variedade BR 5011. A variedade BR 5037, neste trabalho, mostrou adaptação ampla e comportamento imprevisível, e a BR 106, de alto potencial de produtividade, apresentou adaptação a ambiente favorável, com comportamento imprevisível em todos os ambientes. Carvalho et al. (1992), em dez ambientes do Estado de Sergipe, no período de 1985 a 1987, detectaram respostas semelhantes nas variedades BR 106, BR 5011, BR 5028, BR 5033 e BR 5037. A CMS 22, segundo os autores, mostrou comportamento imprevisível nos ambientes estudados, e tendência para adaptação em ambientes desfavoráveis. Lira et al. (1993), no Rio Grande do Norte, registraram adaptação ampla, nas variedades BR 106, BR 5028 e na população da CMS 04, com comportamento imprevisível nos ambientes estudados, enquanto a BR 5011 mostrou adaptação a ambiente favorável. Cardoso et al. (1997), no Piauí, avaliando 20 cultivares de milho, observaram que a maioria das cultivares mostrou ser estável, merecendo destaque os híbridos AG 510, Pioneer 3210, Cargill 805 e AG 106, os quais apresentaram rendimentos médios superiores à média geral, adaptabilidade ampla e comportamento previsível, em todos os ambientes. Entre as variedades, sobressaíram as variedades CMS 39, BR 106 e BR 5011, com adaptação ampla e alta estabilidade nos ambientes considerados.

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

MATERIAL E MÉTODOS

Na Tabela 1 constam os índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental e as coordenadas geográficas (altitude, latitude e longitude) de cada local. Nas áreas experimentais, os solos são dos tipos: Latossolo Vermelho-Amarelo (Eliseu Martins, Quixadá, Igacy, Euclides da Cunha, Serra Talhada e Ipanguaçu), Aluviais (Canindé, Missão Velha e Teresina 2) e Regossolo (São Bento do Una).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 25 tratamentos (variedades, populações e híbridos) em três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, com espaçamentos de 0,90 m, com 0,5 m entre covas, dentro das fileiras. 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 m².

As fórmulas utilizadas na adubação dos ensaios, as fontes dos nutrientes, bem como a forma de aplicação constam na Tabela 2.

Foram medidos os dados referentes à altura de inserção da primeira espiga, estande da colheita, número de espigas colhidas, floração masculina e peso dos grãos. Os pesos dos grãos de cada tratamento, após serem ajustados para o nível de 15% de umidade, foram submetidos à análise de variância, juntamente com os outros caracteres avaliados, obedecendo ao modelo de blocos ao acaso. Após a análise de variância no local, quanto ao peso dos grãos, realizou-se a análise de variância conjunta, com a finalidade de detectar a interação cultivar x ambientes. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram determinados obedecendo-se a metodologia proposta por Cruz et al. (1989), a qual baseia-se na análise de regressão bissegmentada, e tem como parâmetros de adaptabilidade a média (β_{0i}) e resposta linear aos ambientes desfavoráveis (β_{1i}) e aos ambientes favoráveis ($\beta_{1i} + \beta_{2i}$), e sendo a estabilidade avaliada pelo desvio da regressão $s_{\delta_i}^2$ de cada cultivar, em função das variações ambientais.

É utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} I_j + \beta_{2i} T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\xi}_{ij}$$

onde Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice do ambiente; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - \bar{I}_+$ se $I_j > 0$, sendo \bar{I}_+ a média dos índices I_j positivos; β_{0i} : média geral da cultivar i ; β_{1i} : coeficiente de regressão linear associada à variável I_j ; β_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; δ_{ij} : desvio da regressão linear; $\bar{\xi}_{ij}$: erro experimental médio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentadas as médias de floração masculina, da altura das espigas, do estande de colheita e do número de espigas colhidas. O ciclo médio observado foi de 49 dias para atingir a floração masculina, destacando-se como mais precoces as variedades BR 5037 e CMS 52, seguida da BR 5033. Os híbridos mostraram pouca diferença entre si, com uma variação de 48 a 52 dias. Considerando a importância da precocidade na região onde, normalmente, ocorrem baixas precipitações pluviais em determinados locais (Tabela 1), é de interesse a seleção de materiais com essa característica para reduzir os riscos do cultivo do milho. A média detectada para inserção da primeira espiga foi de 103 cm, com variação de 87 a 121 cm, aparecendo com menores inserções os materiais CMS 52 e BR 5037. Em relação ao estande de colheita, a média detectada foi de 37 plantas/parcela, correspondendo a uma população de 4.111 plantas/ha. A variação observada em relação ao número de espigas colhidas foi semelhante àquela apresentada no estande de colheita.

Na Tabela 4 constam as produtividades médias e um resumo das análises de variância dos doze locais, referentes ao peso de grãos. Em todos os locais, as cultivares mostraram diferenças significativas entre si, e os coeficientes de variação obtidos variaram de 8,7% a 24,5%, conferindo boa precisão aos ensaios. A média de produtividade variou de 2.833 kg/ha (Canindé) a 7.303 kg/ha (Angical), o que mostra uma ampla faixa de variação nas condições ambientais, destacando-se com melhores produtividades Teresina 1 e 2, Angical, Missão Velha, Ipanguaçu e São Bento do Una, com médias superiores à média geral. Nota-se, também, que a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual é de 4,6, o que evidencia que os doze ambientes podem ser reunidos em uma única análise de variância conjunta (Pimentel-Gomes, 1978). O resultado dessa análise (Tabela 5) mostra significância a 1% de probabilidade, pelo teste F, em relação aos efeitos de ambientes, cultivares, interação cultivares x ambientes e ambientes dentro de cultivares, o que evidencia diferenças entre os ambientes, as cultivares e respostas diferenciadas das cultivares diante das variações ambientais.

TABELA 1. Índices pluviiais (mm) ocorridos durante o período experimental, os locais e as coordenadas geográficas. Região Nordeste, 1994.

Meses	Piauí			Ceará			Rio Grande do Norte	Pernambuco		Alagoas	Bahia
	Teresina	Angical	Eliseu Martins	Canindé	Quixadá	Missão Velha	Ipanguaçu	São Bento do Una	Serra Talhada	Igacy	Euclides da Cunha
Índices pluviiais											
Janeiro	418 ¹	265 ¹	121 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	287	114	193	-	-	-	-	-	76 ¹	-	-
Março	373	219	200	134 ¹	197 ¹	122 ¹	161 ¹	-	98	-	-
Abril	179	241	279	106	197	148	199	-	117	-	-
Maió	188	-	276	30	61	60	159	178 ¹	81	102 ¹	x ²
Junho	-	-	-	30	111	58	230	101	107	188	x
Julho	-	-	-	-	-	-	79	95	-	110	x
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	26	-	38	x
Setembro	-	-	-	-	-	-	-	44	-	x	x
Totais	1445	839	1069	300	556	388	828	444	479	438	
Coordenadas geográficas											
Latitude	5°5'S	6°15'S	8°12'S	4°21'S	4°59'S	7°15'S	5°37'S	8°31'S	8°17'S	4°33'S	10°30'S
Longitude	42°49'W	42°51'W	43°42'W	39°19'W	39°1'W	39°8'W	36°50'W	36°22'W	38°29'W	36°38'W	39°1'W
Altitude (m)	72	72	210	149	190	360	70	645	365	240	523

¹ Mês do plantio.

² Não registrado.

TABELA 2. Adubação (kg/ha) utilizada nos ensaios. Região Nordeste, 1994¹.

Nutri- entes	Piauí				Ceará			Rio Grande do Norte	Pernambuco		Alagoas	Bahia
	Teresina 1	Teresina 2	Angical	Eliseu Martins	Canindé	Quixadá	Missão Velha	Ipanguaçu	São Bento do Una	Serra Talhada	Igacy	Euclides da Cunha
N	60	60	60	80	60	60	60	60	60	60	60	60
P ₂ O ₅	50	50	50	70	-	-	-	60	60	60	60	60
K ₂ O	30	30	30	30	-	-	-	30	30	30	-	-

¹ Fontes: N - uréia; P₂O₅ - superfosfato simples; K₂O - cloreto de potássio; aplicação do P, K e de 1/3 do N no plantio e de 2/3 do N em cobertura aos 30 dias após o plantio.

TABELA 3. Médias referentes à floração masculina (dias), à altura das espigas (cm), ao estande de colheita e ao número de espigas colhidas em doze ambientes. Região Nordeste do Brasil, 1994.

Cultivares	Floração masculina (dias)	Altura das espigas (cm)	Estande de colheita	Número de espigas colhidas
BR 5028-São Francisco ¹	48	95	36	37
CMS 22 ²	49	107	35	34
CMS 59 ²	50	95	37	39
Dina 170 ³	51	118	37	36
Germinal 500 ⁴	49	101	37	38
Dina 766 ⁵	49	97	34	34
Pioneer 3072 ⁴	48	90	38	40
Germinal 85 ³	50	95	38	38
ICI 8447 ⁴	50	99	36	37
CMS 39 ²	50	121	38	44
BR 5037-Cruzeta ¹	43	89	39	38
Braskalb XL 604 ⁴	51	103	37	42
AG 106 ⁴	52	115	38	42
Cargill 805 ³	50	92	38	39
Pioneer 3210 ³	51	114	38	39
CMS 50 ²	50	107	38	38
BR 5033 Asa Branca ¹	46	92	37	36
Cargill 505 ³	49	106	38	41
Cargill 701 ⁴	50	93	38	41
BR 5011-Sertanejo ¹	52	118	37	38
BR 5036 ¹	52	121	35	39
Agromen 1030 ⁴	50	101	38	40
CMS 52 ²	43	87	35	35
BR 106 ¹	52	113	37	44
AG 510 ³	49	110	38	41
Médias	49	103	37	39

¹ Variedade.

² População.

³ Híbrido triplo.

⁴ Híbrido duplo.

⁵ Híbrido simples.

Na Tabela 6, constam os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade determinados pelo modelo de Cruz et al. (1989). Por essa metodologia, o que se procura são materiais produtivos, estáveis em

ambientes desfavoráveis e muito responsivos quando se melhoram as condições ambientais. A produtividade média (b_0) variou de 3.264 kg/ha (CMS 52) a 5.364 kg/ha (Cargill 505), com média geral de

TABELA 4. Produtividades médias de grãos (kg/ha), coeficientes de variação (%), valores de F e quadrados médios residuais obtidos nos doze locais. Região Nordeste do Brasil, 1994.

Cultivares	Piauí				Ceará			R. G. Norte	Pernambuco		Alagoas	Bahia
	Teresina 1	Teresina 2	Angical	Eliseu Martins	Canindé	Quixadá	Missão Velha	Ipangaçu	Serra Talhada	São Bento do Una	Igacy	Euclides da Cunha
Cargill 505	6.433	7.333	9.767	5.433	3.900	3.433	6.405	5.649	5.437	3.017	4.080	3.483
AG 510	7.783	6.367	9.300	4.750	2.133	3.100	7.280	4.439	5.410	2.713	3.327	3.765
Dina 170	6.250	6.367	8.700	3.450	3.657	4.567	5.917	5.478	5.073	4.330	2.790	3.830
Cargill 701	6.233	5.933	8.333	5.300	2.520	3.683	6.407	5.175	5.497	4.610	2.920	3.350
Pioneer 3210	7.467	6.333	7.467	4.667	3.175	3.317	6.337	3.527	5.040	3.380	4.837	2.950
Agromen 2010	5.233	5.500	8.197	5.183	3.100	3.967	5.973	5.657	5.775	4.120	2.220	2.827
Braskalb XL 604	5.890	6.467	8.967	3.817	3.480	3.050	5.503	4.781	5.333	2.600	3.800	3.095
Germinal 85	6.383	6.433	6.400	5.150	2.608	2.000	5.925	5.526	5.120	3.490	3.317	3.275
ICI 8447	6.417	6.033	9.000	4.533	3.085	3.425	6.372	3.941	4.467	3.613	2.403	2.963
Pioneer 3072	6.717	6.300	7.133	4.583	3.353	4.025	5.350	3.756	4.270	3.770	3.557	2.753
AG 106	6.633	5.333	7.733	3.710	2.610	2.700	6.185	5.433	5.180	3.420	3.100	2.660
Cargill 805	6.983	6.183	7.833	3.983	2.825	3.000	5.197	4.216	5.573	2.560	3.210	2.890
Germinal 500	6.600	5.200	8.000	4.633	3.173	2.333	5.457	4.258	5.297	2.123	3.157	3.073
BR 106	5.633	5.567	7.200	3.533	2.650	3.050	4.928	4.250	4.950	4.290	2.577	3.300
Dina 766	5.177	6.067	6.600	3.333	2.733	3.150	6.008	6.090	5.527	2.187	2.570	3.195
BR 5011	6.217	4.933	7.933	3.567	2.510	3.000	5.218	4.976	4.327	2.650	2.440	3.265
CMS 39	6.133	5.800	7.100	3.350	3.060	2.800	4.542	2.597	4.570	3.513	3.250	3.010
CMS 59	4.750	6.033	6.767	4.357	2.783	2.575	5.533	2.966	4.930	2.413	3.393	2.835
CMS 50	5.050	5.200	7.147	3.633	2.760	2.967	5.490	3.685	3.903	3.190	2.603	3.010
BR 5033	5.533	4.533	6.833	3.350	2.290	4.125	4.945	4.476	4.377	2.820	3.410	2.085
BR 5028	5.367	4.833	4.767	3.683	2.483	2.517	4.913	4.669	4.370	2.890	2.147	3.153
BR 5037	5.083	4.500	4.633	3.417	2.713	2.300	3.815	4.033	4.223	3.470	2.790	2.963
CMS 22	5.150	5.067	5.533	2.517	2.480	2.317	4.958	3.641	4.023	2.590	2.410	2.720
BR 5036	4.870	5.100	6.233	2.700	2.405	2.433	4.093	3.923	3.233	2.713	2.193	2.625
CMS 52	3.797	4.233	5.000	2.800	2.860	2.825	4.145	3.042	3.533	2.093	1.960	2.882
Médias	5.909	5.666	7.303	3.977	2.853	3.066	5.476	4.407	4.777	3.143	2.978	3.038
C.V. (%)	14,7	8,7	9,4	12,6	14,1	24,5	11,1	11,7	12,0	18,2	17,5	15,2
F (T)	3,4**	7,3**	12,2**	8,1**	3,5**	2,2**	5,6**	9,7**	4,2**	4,7**	4,9**	1,9*
Q. M. Residual	757.036,3	237.943,4	471.030,6	252.164,7	161.510,3	557.932,9	373.240,8	266.872,4	326.436,5	326.609,9	273.133,4	218.195,9

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

TABELA 5. Análise da variância conjunta para a produtividade de grãos de 25 cultivares de milho, em 12 ambientes na Região Nordeste do Brasil, em 1994.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Ambientes (A)	11	159.398.800,00**
Cultivares (C)	24	10.163.200,00**
Interação (A x C)	264	1.191.020,12**
Ambientes dentro de cultivares	275	7.519.332,50**
Resíduo	576	351.841,09

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

TABELA 6. Produtividades médias de grãos (kg/ha) e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 cultivares de milho em 12 ambientes, na Região Nordeste, 1994. Média = 4.384 kg/ha; C.V. = 13,5% (Modelo de Cruz et al., 1989).

Cultivares	Média nos ambientes			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	Q. M. desvio	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Cargill 505	5.364	3.891	6.837	1,24**	0,23	1,47**	1.005.908,44 ⁺⁺	92,8
Dina 170	5.034	3.771	6.297	0,99	0,20	1,19	1.325.993,75 ⁺⁺	86,4
AG 510	5.031	3.298	6.763	1,46**	0,19	1,65**	861.457,75 ⁺	95,3
Cargill 701	4.997	3.731	6.263	1,10	-0,05	1,06	994.699,56 ⁺⁺	90,3
Pioneer 3210	4.875	3.721	6.028	0,96	0,34*	1,30*	1.751.000,87 ⁺⁺	83,0
Agromen 2010	4.813	3.569	6.056	1,08	-0,28	0,80	1.829.275,50 ⁺⁺	81,7
Braskalb XL 604	4.732	3.307	6.157	1,15	0,24	1,39*	872.085,31 ⁺⁺	92,8
Zeneca 8447	4.688	3.337	6.038	1,14	0,60**	1,74**	390.411,56	97,1
Germinal 85	4.661	3.337	5.965	1,13	-0,72**	0,41**	1.098.204,50 ⁺⁺	88,1
Pioneer 3072	4.631	3.674	5.588	0,81*	0,43*	1,24	824.200,44 ⁺	88,8
AG 106	4.583	3.083	6.083	1,23**	-0,36*	0,87	464.552,88	95,7
Cargill 805	4.538	3.078	5.988	1,20**	-0,03	1,18	562.291,56	95,2
Germinal 500	4.442	3.082	5.802	1,15	0,07	1,22	962.204,44 ⁺⁺	91,7
Dina 766	4.381	2.860	5.901	1,23**	-1,03**	0,20**	761.525,31 ⁺	92,4
BR 106	4.323	3.236	5.410	0,89	0,09	0,98	660.332,44	90,7
BR 5011	4.225	2.850	5.601	1,13	0,03	1,16	626.991,12	94,2
CMS 39	4.144	3.164	5.124	0,79**	0,63**	1,42**	865.972,44 ⁺	89,3
CMS59	4.110	3.059	5.161	0,90	0,17	1,06	1.292.741,37 ⁺⁺	84,1
BR 5033	4.066	3.013	5.119	0,86	0,01	0,86	1.168.206,25 ⁺⁺	83,1
CMS 50	4.053	3.027	5.079	0,85*	0,34*	1,19	209.349,78	97,0
BR 5028	3.816	2.812	4.820	0,85*	-0,72**	0,12**	330.045,78	93,0
BR 5037	3.667	2.953	4.381	0,69**	-0,35*	0,25**	453.048,87	83,4
CMS 22	3.617	2.506	4.729	0,88	-0,22	0,66*	384.885,78	93,4
BR 5036	3.544	2.512	4.576	0,83*	0,12	0,96	427.234,21	93,1
CMS 52	3.264	2.570	3.958	0,56**	0,06	0,62*	422.126,44	85,8

* e ** Significativamente diferentes da unidade, para b₁ e b₁ + b₂ e de zero, para b₂, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t de Student.

+ e ++ Significativamente diferentes de zero a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.384 kg/ha, evidenciando bom comportamento produtivo das cultivares. Os híbridos, com média de 4.769 kg/ha, mostraram uma superioridade de 22,5% em relação à média das variedades, que foi de 3.894 kg/ha. Entre os catorze híbridos estudados, apenas Zeneca 8447, AG 106 e Cargill 805 mostraram alta estabilidade de previsibilidade, com desvios de regressão iguais a zero, pelo teste F, a 5% de probabilidade. Entre as onze variedades, ao contrário, somente as variedades CMS 59, CMS 39 e BR 5033 apresentaram desvios de regressão significativamente superiores a zero, demonstrando baixa previsibilidade. Entretanto, nenhum desses materiais, híbridos ou variedades apresentou coeficiente de determinação (R^2) inferior a 80%, o que confere a todos eles um bom aproveitamento do modelo proposto.

Nota-se, na Tabela 6, que entre os híbridos, os Cargill 505 e AG 510, de alta produtividade, apesar de terem apresentado baixa adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis ($b_1 > 1$), responderam significativamente à melhoria do ambiente, o que indica que podem ser recomendados para o plantio em ambientes mais favoráveis. Por outro lado, os híbridos Pioneer 3210, Braskalb XL 604 e Zeneca 8447 também de altas produtividades, mostraram adaptabilidade ampla ($b_1 = 1$) e altas estimativas para $b_1 + b_2$, o que reflete a resposta à melhoria do ambiente, sendo, da mesma forma, indicados para plantio em ambientes de alta tecnologia (Fig. 1).

Os híbridos Dina 170, Cargill 701, Agromen 2010 e Germinal 500 também exibiram adaptabilidade ampla ($b_1 = 1$), não sendo, entretanto, responsivos à melhoria de qualidade do ambiente ($b_1 + b_2 = 1$). Os híbridos AG 106 e Cargill 805, apesar de terem demonstrado alta estabilidade (Q. M. desvio = 0), apresentaram baixa adaptabilidade a ambientes desfavoráveis ($b_1 > 1$), ao mesmo tempo que não refletiram resposta à melhoria do ambiente. O híbrido Pioneer 3072 apresentou o menor b_1 , revelando adaptação a ambiente desfavorável, porém não se mostrou responsivo à melhoria de ambiente. A Fig. 2 ilustra o comportamento produtivo desses últimos sete híbridos, em função das variações ambientais.

Os híbridos Dina 766 ($b_1 > 1$) e Germinal 85 ($b_1 = 1$) não apresentaram respostas significativas em

ambientes favoráveis ($b_1 + b_2 < 1$), como mostra a Fig. 3.

Entre as variedades, os materiais CMS 39, CMS 50, BR 5028, BR 5037, BR 5036 e CMS 52 apresentaram adaptação (Tabela 6) a ambiente desfavorável ($b_1 < 1$), atendendo, em parte, a algumas características do genótipo ideal proposto na metodologia de Cruz et al. (1989) (Tabela 6). Entre elas, a CMS 39 (Fig. 4) mostrou-se responsiva à melhoria do ambiente ($b_1 + b_2 > 1$), alta produtividade média, sendo 6,5% superior em relação à média das variedades, ajustando-se mais ao genótipo

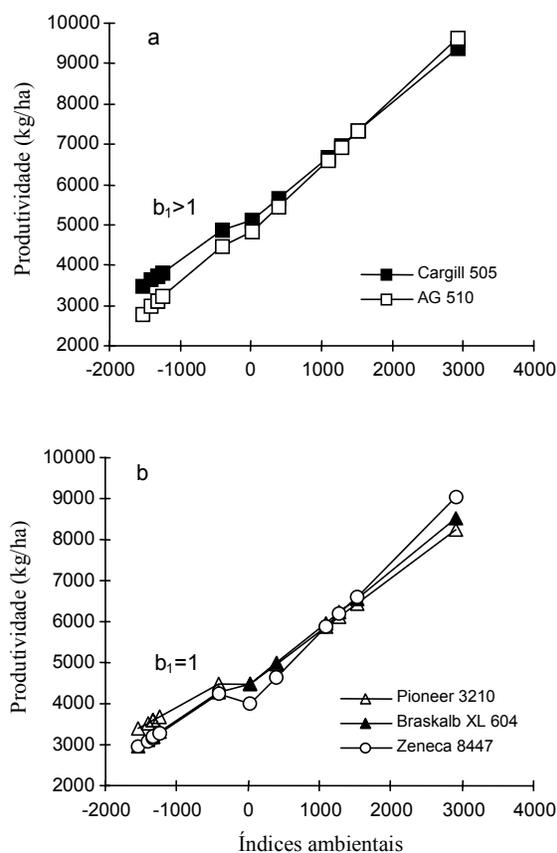


FIG. 1. Regressões lineares referentes à produção de grãos dos híbridos Cargill 505 e AG 510 (a) e Pioneer 3210, Braskalb XL 604 e Zeneca 8447 (b), em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

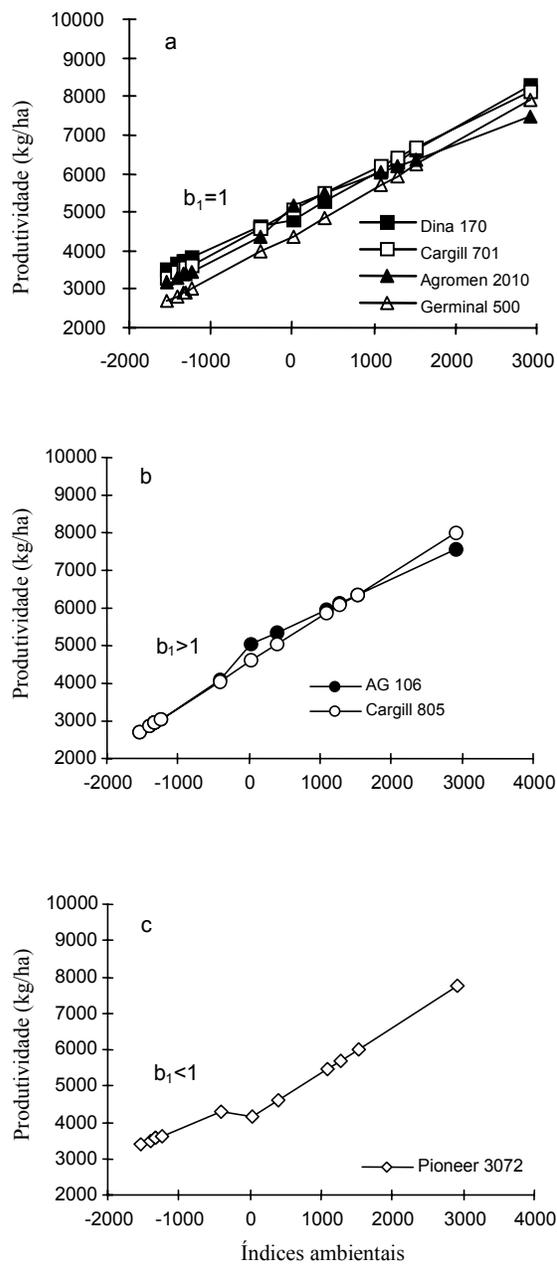


FIG. 2. Regressões lineares referentes à produção de grãos dos híbridos Dina 170, Cargill 701, Agromen 2010 e Germinal 500 (a), AG 106 e Cargill 805 (b) e Pioneer 3072 (c), em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

ideal proposto pelo modelo, apesar de o seu desvio ser estatisticamente diferente de zero. Entretanto, o alto coeficiente de determinação ($R^2=89,3\%$) obtido neste material não compromete o seu grau de imprevisibilidade. As variedades CMS 50 e BR 5036 (Fig. 5) não refletiram respostas à melhoria do ambiente, enquanto BR 5028, BR 5037

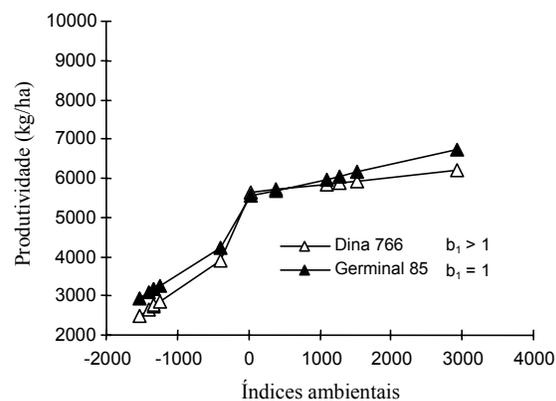


FIG. 3. Regressões lineares referentes à produção de grãos dos híbridos Dina 766 e Germinal 85, em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

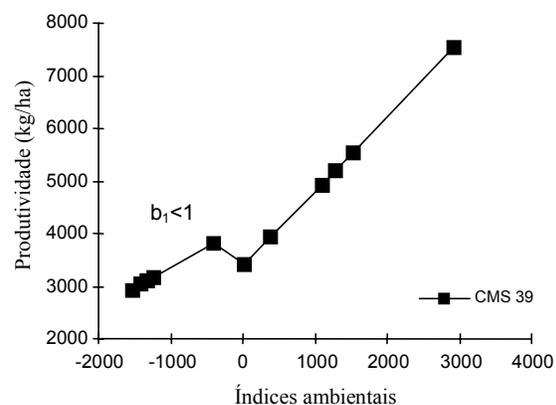


FIG. 4. Regressões lineares referentes à produção de grãos da variedade CMS 39, em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

e CMS 52 (Fig. 6) apresentaram respostas desfavoráveis à melhoria do ambiente. Carvalho (1988), utilizando o método de Eberhart & Russel (1966), encontrou resposta semelhante no que tange à variedade BR 5028, quanto à previsibilidade de comportamento nos ambientes estudados. O mesmo não aconteceu com a cultivar BR 5037, que exibiu comportamento imprevisível naquele trabalho. Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho et al. (1992).

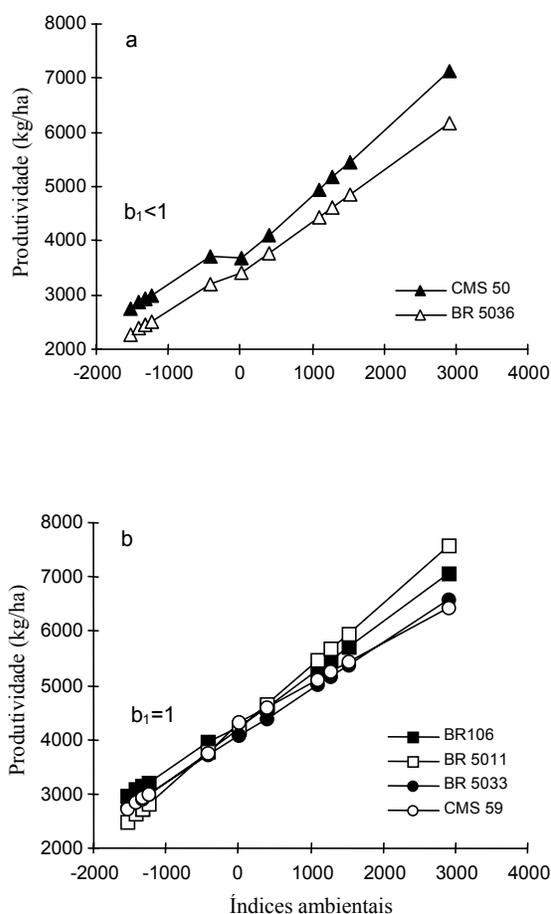


FIG. 5. Regressões lineares referentes à produção de grãos das variedades CMS 50 e BR 5036 (a) e BR 106, BR 5011, BR 5033 e CMS 59 (b), em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

As variedades BR 106, BR 5011, CMS 59 e BR 5033 (Fig. 5), de altas produtividades, e a CMS 22 (Fig. 6), mostraram adaptação ampla ($b_1 = 1$), não respondendo à melhoria de ambiente ($b_1 + b_2 = 1$), com exceção da CMS 22 que mostrou $b_1 + b_2 < 1$. Os resultados quanto ao bom desempenho produtivo e ampla adaptabilidade das cultivares BR 106, BR 5011 e BR 5033 confirmam os obtidos por Carvalho (1988) e Carvalho et al. (1992). No que se refere ao grau de previsibilidade, os autores detectaram comportamento previsível nas variedades BR 5011 e BR 5033, o que está de acordo com as respostas do presente trabalho, enquanto em

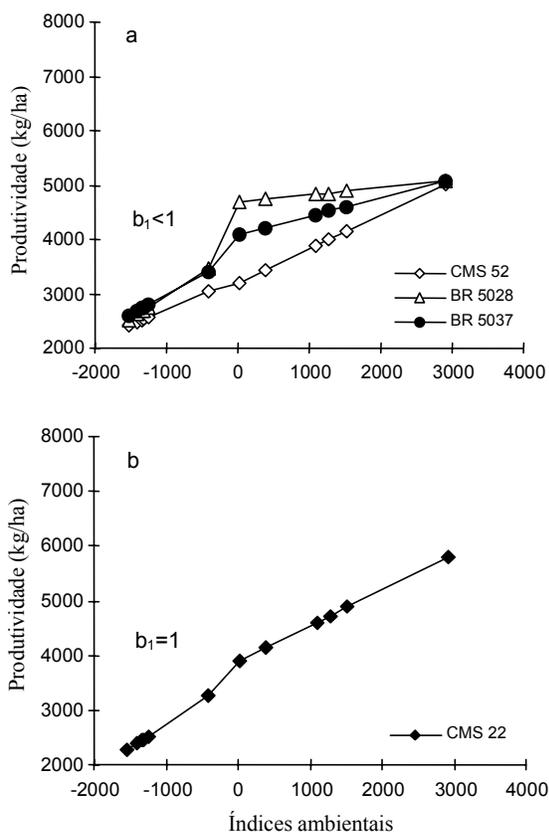


FIG. 6. Regressões lineares referentes à produção de grãos das variedades CMS 52, BR 5028 e BR 5037 (a) e CMS 22 (b), em função dos índices ambientais, em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, em 1994.

relação à BR 106, que exibiu previsibilidade de comportamento, os autores a identificaram como de comportamento imprevisível nos ambientes estudados.

CONCLUSÕES

1. Os diferentes ambientes considerados influenciam no comportamento das cultivares, no que se refere à produção e à capacidade de adaptação.

2. Entre os híbridos, apenas Zeneca 8447, AG 106 e Cargill 805 mostram alta previsibilidade, com desvios de regressão não-significativos, e coeficientes de determinação acima de 5%.

3. Entre os híbridos, apenas Cargill 505 e AG 510 mostram baixa adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis, com respostas significativas à melhoria do ambiente.

4. Entre as variedades, a CMS 39 ajusta-se mais ao genótipo ideal proposto pelo modelo.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Agrônomos Marcelo Abdon Lira (Rio Grande do Norte); José Nildo Tabosa, José Jorge Tavares Filho e Ana Rita de Moraes de Brandão Brito (Pernambuco); Marcondes Maurício de Albuquerque (Alagoas); Benedito Carlos Lemos de Carvalho e Hélio da Silva Marques (Bahia), pela realização dos ensaios nos Estados respectivos.

REFERÊNCIAS

- 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 93/94. **Revista Científica Rural**, v.2, n.1, p.35-44, 1997.
- CARVALHO, H.W.L. de. **Comportamento de cultivares de milho no Estado de Sergipe**. I. Ensaio de rendimentos, 1986 e 1987. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1988. 27p. (Embrapa-CNPCo. Boletim de pesquisa, 3).
- CARVALHO, H.W.L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. de L. da S. Estabilidade da produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.1073-1082, jul. 1992.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; CARDOSO, M.J.; MONTEIRO, A.A.T.; TABOSA, J.N.; CARVALHO, P.C.L. de; LEAL, M. de L. da S. **Recomendações de cultivares de milho para os tabuleiros costeiros do Nordeste**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1996a. 9p. (Embrapa-CPATC. Comunicado técnico, 9).
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S. **Cultivares de milho para os tabuleiros costeiros de Sergipe**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1996b. 5p. (Embrapa-CPATC. Comunicado técnico, 1).
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.3, p.567-580, 1989.
- LIRA, M.A.; LIMA, J.M.P. de; MEDEIROS FILHO, S.; GUERRA, A.G. **Adaptabilidade de cultivares de milho no Rio Grande do Norte**. Natal: EMPARN, 1993. 22p. (EMPARN. Boletim de pesquisa, 23).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1978. 450p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. Interação dos genótipos x ambientes. In: RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genéticas quantitativa em plantas autógamas**: aplicação ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. Cap.6, p.131-169. (Publicação, 120).