

Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte Brasileiro¹

Adaptability and stability of maize cultivars in different environments in the Middle-North of Brazil

Milton José Cardoso², Hélio Wilson Lemos de Carvalho³, Antônio Carlos Oliveira⁴ e Evanildes Menezes de Souza⁵

RESUMO

Trinta e seis cultivares de milho foram submetidas a diferentes condições ambientais da Região Meio-Norte do Brasil, sob condições de sequeiro, no ano agrícola de 2001/2002, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Na análise de variância conjunta foram observadas diferenças significativas entre as cultivares e os ambientes e a existência de diferenças genéticas entre as cultivares quanto às respostas às variações ambientais. Os híbridos expressaram melhores rendimentos que as variedades. Avaliando-se o comportamento das cultivares de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral) infere-se que a cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado não foi encontrada no conjunto avaliado. Também não foi encontrado nesse conjunto avaliado, qualquer material com adaptação específica às condições desfavoráveis. Para as condições favoráveis, nesse grupo de melhor adaptação, apenas o híbrido BEM 1220 preencheu todos os requisitos necessários para adaptação nessas condições. Tem especial interesse para a região as cultivares que expressaram boa adaptação e estabilidade ampla, a exemplo dos híbridos BRS 3060 e BRS 3150 e da variedade SHS 600 EX 200.

Termos para indexação: *Zea mays*, híbridos, variedades, interação genótipo x ambientes, previsibilidade.

ABSTRACT

Thirty six corn cultivar were submitted to different environments conditions of the Middle-North of Brazil, under dry conditions, in the agricultural year of 2001/2002 in order to know their adaptability and stability of grain yield for planting recommendations. The experiments were carried out in a completely randomized design blocks with three replications in each location. The combined analysis of variance showed strong among the cultivars within each environment, as well as genetic differences among the cultivars due to environmental variations. The hybrids expressed better grain yield than the varieties. In the appraised groups it was not identified the ideal material chosen for the bissegmented model, no any material for to the unfavorable conditions. For the favorable environment, in that group of better adaptation, the hybrid BEM 1220 just filled all the necessary requirements for adaptation in those environment. Special interest has for the area cultivars that expressed good adaptation and wide stability, to example of hybrid BRS 3060 and BRS 3150 and of the variety SHS 600 EX 200.

Index terms: *Zea mays*, hybrids, varieties, interaction genotype x ambient, predictability.

¹ Recebido para publicação em 04/07/2003. Aprovado em 06/01/2004.

Parte do trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Porto Seguro, BA, abril, 2003.

² Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220 Teresina, PI. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49.001-970 Aracaju, SE. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 152, CEP 35.701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: oliveira@cpnms.embrapa.br

⁵ Estagiária, Embrapa Tabuleiros Costeiros/UFS. E-mail: Eva@cpatc.embrapa.br

Introdução

Diversas áreas produtoras de milho distribuem-se na região Meio-Norte do Brasil, destacando-se as situadas nos cerrados, localizadas no Sul e Leste do Maranhão e no Sudoeste do Piauí. Outras, como os Tabuleiros Costeiros, também vêm apresentando grande aptidão para o desenvolvimento da cultura do milho (híbridos e variedades), conforme destacaram Cardoso et al. (2000a e 2000b). Nesses trabalhos tem-se registrado rendimentos de grãos até de 8.000 kg ha⁻¹ com os híbridos apresentando melhor desempenho do que as variedades, o que vem corroborar os resultados observados em outras áreas do Nordeste brasileiro (Carvalho et al., 2000 e 2001).

Pelo exposto, infere-se que a região dispõe de um grande mercado para variedades e híbridos de milho, justificando, dessa forma, a implantação de um programa de avaliação desses genótipos, visando dotar os agricultores de cultivares de melhor adaptação e portadoras de atributos desejáveis, para exploração nos diferentes sistemas de produção pre-valetentes na região.

Sabe-se também que a classificação relativa entre as diferentes cultivares, quando postas a competir a uma gama de diferentes condições ambientais, pode não ser coincidente, o que dificulta a realização de uma recomendação segura daqueles efetivamente superiores. Essa oscilação no comportamento das cultivares ante às variações ambientais denomina-se de interação cultivares x ambientes (Ribeiro et al., 1999). Diversos trabalhos têm destacado a importância dessa interação (Arias, 1996; Carneiro, 1998; Gama et al., 2000; Ribeiro et al., 1999), e, em todos esse casos, os autores mencionados procuraram amenizar os seus efeitos através da recomendação de materiais de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993).

Têm sido utilizados vários métodos para estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988) empregaram métodos baseados nos coeficientes de regressão linear e na variância dos desvios da regressão estimados em relação a cada cultivar (Arias, 1996). Cruz et al. (1989) empregaram um modelo de regressão composto de dois segmentos de reta.

Considerando-se esses aspectos, realizou-se o trabalho com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho, quando submetidos a diferentes condições ambientais, na região Meio-Norte do Brasil.

Material e Métodos

Foram avaliados 36 materiais (23 variedades e 13 híbridos) em sete ambientes da região Meio-Norte do Brasil, distribuídos nos Estados do Maranhão (quatro ensaios) e Piauí (três ensaios), no ano agrícola de 2001/2002, entre as latitudes 2° 53', em Parnaíba, no Piauí, a 7° 32', em Baixa Grande do Ribeiro, nesse mesmo Estado (Tabela 1). As precipitações pluviárias registradas no decorrer do período experimental constam na Tabela 2.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m e 0,40 m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas três sementes por cova, deixando-se duas plantas por cova após o desbaste. As adubações de cada experimento foram realizadas de acordo com as análises de solo. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral.

Foram medidos os dados referentes ao florescimento masculino, alturas de planta e de espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas e peso de grãos, os quais foram submetidos a análise de variância por local, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso e a uma análise de variância conjunta, seguindo os critérios de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990), considerando aleatórios os efeitos de blocos e de ambientes e, fixo o efeito de cultivar, conforme modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + A_j + CA_{ij} + B/A_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

μ : média geral; C_i : efeito da cultivar i ; A_j : efeito do ambiente j ; CA_{ij} : efeito da interação da cultivar i com o local j ; $B/A_{k(j)}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j ; ε_{ijk} : erro aleatório.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados segundo a metodologia proposta por Cruz et al. (1989), a qual baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade, a média e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_{1j}) e aos favoráveis ($b_1 + b_2$). A estabilidade dos materiais é avaliada pelos desvios da regressão s_{ij} de cada cultivar, de acordo com as variações ambientais. Utilizou-se o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij} \text{ onde } Y_{ij}: \text{ média da cultivar } i \text{ no ambiente } j; I_j: \text{ índice}$$

ambiental; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_+$ se $I_j > 0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear

associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} : desvio da regressão linear; ε_{ij} : erro médio experimental.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das áreas experimentais em diversos locais, na região Meio-Norte do Brasil, 2002.

Estados	Município	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)
Piauí	Teresina	05° 05'	42° 49'	72
	Parnaíba	02° 53'	41° 41'	15
	Baixa Grande do Ribeiro	07° 32'	45° 14'	325
Maranhão	São Raimundo das Mangabeiras	07° 22'	45° 36'	225
	Barra do Corda	05° 43'	45° 18'	84
	Paraibano	06° 18'	43° 57'	241
	Brejo	03° 41'	42° 45'	55

Tabela 2 - Precipitações (mm) durante o período experimental, em diferentes ambientes da região Meio-Norte do Brasil. Ano agrícola 2001/2002.

Local	2001		2002			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Total
Teresina	-	359,8*	94,5	229,0	134,1	817,4
Parnaíba	-	221,2*	108,8	188,8	249,8	768,6
Palmeiras do PI	181,0*	478,0	76,0	90,5	113,0	938,5
Bom Jesus	147,3*	363,0	95,0	133,0	55,0	793,3
Baixa Grande Rib.	230,0*	512,0	84,5	166,5	172,0	1273,5
S. Raimd. Mangab.	189,0*	523,0	71,0	274,0	86,0	894,0
Paraibano	-	339,2	142,3	214,1	109,2	804,8
Barra do Corda	-	333,2*	116,6	155,0	104,4	709,2
Brejo	-	68,0*	46,0	152,0	408,0	674,0

* Mês de plantio.

Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta mostrou diferenças significativas ($P < 0,01$) para os efeitos de cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes, o que evidencia comportamento diferenciado entre as cultivares e os ambientes, além de apresentar inconsistência no comportamento das cultivares em face das variações ambientais para os caracteres

florescimento masculino, altura de planta e de espiga, estande de colheita e número de espigas colhidas (Tabela 3).

As cultivares necessitaram, em média, de 54 dias para alcançarem a fase de florescimento masculino, destacando-se como mais precoces, as variedades CMS 47 e CMS 35 (Tabela 3). A utilização dessas variedades em área de Semi-Árido na região Meio-Norte brasileira poderá reduzir riscos de frus-

tração de safras. As variações observadas para as alturas de planta e de espiga foram de 194 cm a 234 cm e de 84 cm a 119 cm, respectivamente (Tabela 3). Cultivares de menor altura de planta, além de apresentarem maior tolerância ao acamamento de plantas, facilitam o plantio de um maior número de plantas por área, implicando na obtenção de melhores rendimentos. As cultivares mostraram um estande mé-

dio de 39 plantas parcela⁻¹, correspondendo a 48.750 plantas ha⁻¹, registrando-se uma redução de 13.750 plantas ha⁻¹, em relação ao estande proposto. Variação semelhante foi observada para o número de espigas colhidas. Em razão das cultivares apresentarem diferenças significativas entre si para o estande de colheita, não é aconselhável efetuar a correção para o estande proposto (Vencovsky e Barriga, 1992).

Tabela 3 - Médias e resumos das análises de variância conjuntas referentes aos caracteres florescimento masculino (dias), alturas (cm) de planta e de inserção da primeira espiga, estande de colheita, número de espigas colhidas. Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2001/2002.

Cultivares	Florescimento masculino	Altura de planta	Altura de espiga	Estande	Número de espiga
BRS 3101 ¹	55	213	102	39	41
BR 106 ³	55	223	108	39	44
BR 205 ²	55	215	102	39	38
97 HT 14-A ¹	55	213	102	40	39
BRS 3060 ¹	55	218	99	40	40
BRS 2110 ²	55	217	101	40	41
BRS 3143 ²	55	208	98	39	40
BRS 3150 ²	55	214	91	39	40
AL 34 ³	55	223	111	39	39
97 HT 129 ¹	55	223	101	40	40
Sertanejo ³	55	224	109	39	40
Bozm Amarillo ³	55	208	98	40	40
São Vicente ³	55	222	103	38	38
AL 35 ³	55	227	109	39	39
AL 30 ³	55	224	105	39	39
Saracuirá ³	55	213	105	39	41
Bozm Blanco ³	55	224	108	40	39
97 HT 19-A ²	55	205	96	40	39
SHS 600 EX 200 ³	54	214	102	39	40
BEM 1220 ²	54	211	101	39	39
BEM 1170 ²	54	202	94	39	40
Sintético Duro ³	54	209	101	39	41
97 HT 98-A ²	54	212	101	39	42
CMS 59 ³	54	204	98	40	40
BRS 4150 ³	54	225	108	39	40
BR 473 ³	54	225	113	40	40
AL Bandeirante ³	54	213	101	39	40
AL Manduri ³	54	234	119	40	39
BRS 2223 ²	54	207	97	39	43
Asa Branca ³	54	210	100	39	39
Sintético Dentado ³	53	201	98	40	40
Cruzeta ³	53	210	99	38	39
Assum Preto ³	52	204	98	40	40
São Francisco ³	52	211	103	39	38
CMS 35 ³	50	201	91	40	40
CMS 47 ³	49	194	84	39	40
Média	54	214	101	39	40
C. V. (%)	3,5	6,0	9,4	3,9	7,0
F (C)	3,2**	4,3**	4,8**	1,4 ns	2,4**
F (C x L)	2,1**	2,4**	2,1**	1,5	1,8**
Tukey (5 %)	3	24	17	-	4

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

¹ Híbridos triplo, ² híbrido duplo e ³ variedades.

A análise de variância por local para o peso de grãos mostrou diferenças entre os ambientes, registrando-se variação de 3.877 kg ha⁻¹ (Baixa Grande do Ribeiro, Piauí) a 7.272 kg ha⁻¹ (Teresina, Piauí), com média geral de 5.765 kg ha⁻¹, o que evidencia a potencialidade da região para a produtividade do milho e um ampla faixa de variação entre os ambi-

entes (Tabela 4). Os municípios de Parnaíba e Teresina, no Piauí e, Brejo, no Maranhão apresentaram melhores condições para o desenvolvimento da cultura do milho. Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 8,2 % a 10,2 %, o que evidencia boa precisão dos ensaios (Scapim et al., 1995).

Tabela 4 - Médias e resumos das análises de variância por local e conjunta para a produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Região Meio-Norte, ano agrícola 2001/2002.

Cultivares	Baixa Grande do Ribeiro	Teresina	Parnaíba	São Raimundo das Mangabeiras	Colinas	Brejo	Barra do Corda	Análise Conjunta
BRS 3060 ²	4417	8246	8941	5458	5763	7275	5096	6457
BRS 3150 ²	4409	8588	7575	6563	6021	6646	5242	6404
BR 3143 ²	3229	9225	7271	6613	6238	6708	4750	6291
BEM 1220 ²	4296	8221	8367	6209	5625	6600	4592	6273
AL Bandeirante ⁴	3771	7167	8388	6938	5304	6754	5350	6239
Sertanejo ⁴	4179	7842	6000	6134	6442	6880	5157	6236
BRS 3101 ²	3667	8704	6984	6696	5771	6596	4817	6176
SHS 600EX-200 ⁴	4146	7396	8204	6446	4792	6842	5388	6173
BRS 2223 ²	8346	8471	7962	5329	6138	5546	5771	6152
97 HT 19-A ²	4075	7758	6000	6169	5883	7159	5633	6101
AL 30 ⁴	3579	7288	7346	5059	6288	7638	5279	6068
BRS 2110 ³	3646	8033	7167	7104	5738	6479	3938	6015
BEM 1170 ²	3388	7979	7500	6076	5483	7000	4292	5960
97 HT 14-A ²	4292	7583	7100	5384	6263	5771	5234	5947
Asa Branca ⁴	3250	7109	7271	6538	6050	6617	4650	5926
CMS 59 ⁴	4117	7629	7700	6125	5071	6392	4179	5888
AL 35 ⁴	4096	6604	7538	5521	5017	7408	4771	5851
AL 34 ⁴	3604	6188	7065	6867	5467	6896	4867	5851
BR 205 ³	4313	8733	6063	5629	5321	6338	4146	5792
São Vicente ⁴	4267	6925	6779	5325	5792	6396	4921	5772
97 HT 129 ²	3863	7875	7396	5213	5500	5846	4104	5685
São Francisco ⁴	3826	6059	7391	6117	5438	6438	4508	5682
97 HT 98-A ²	3917	7396	7434	6129	5279	5459	3979	5656
Sintético Dentado ⁴	3888	7600	6477	6425	5171	5842	4000	5629
Cruzeta ⁴	3575	7209	5579	6079	5621	6438	4475	5568
AL Manduri ⁴	4264	5100	6700	5050	5429	6484	4809	5519
BRS 4150 ⁴	3896	6121	7296	5775	4875	6054	4488	5501
BR 473 ⁴	4367	6675	6762	5467	4992	5684	4375	5474
Assum Preto ⁴	3617	6588	6436	5608	4917	6009	4388	5366
Saracura ⁴	4039	6913	6159	5492	4679	5113	5096	5355
Bozm Blanco ⁴	2938	6854	7453	5963	4296	5600	4146	5321
Bozm Amarelo ⁴	3542	6925	6871	5071	4950	5679	4204	5320
BR 106 ⁴	3500	7242	6000	6071	4779	5746	3646	5283
Sintético Duro ⁴	4038	6492	6804	4604	4388	6000	3846	5167
CMS 35 ⁴	4042	6067	6542	5300	4054	5038	3604	4950
CMS 47 ⁴	3700	4988	4741	4329	4379	5121	3996	4465
Médias	3877	7272	7035	5881	5367	6292	4632	5765
C.V. (%)	10,2	8,61	9,4	9,3	9,2	8,2	10,3	9,3
F (C)	2,6**	7,3**	4,9**	4,2**	4,6**	4,9**	5,0**	3,9**
F (L)	-	-	-	-	-	-	-	84,3**
F (C x L)	-	-	-	-	-	-	-	3,5**
Tukey (5%)	1300	2050	2174	1799	1622	1693	1562	1220

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

¹ Híbridos triplo, ² híbrido duplo e ³ variedades.

A análise de variância conjunta para o peso de grãos (Tabela 4) mostrou diferenças ($P < 0,01$) para os efeitos de cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes, o que revela diferenças entre os ambientes e as cultivares e comportamento inconsistente das cultivares ante às oscilações ambientais. Interações significativas têm sido observadas em diversos trabalhos realizados no Nordeste brasileiro (Cardoso et al., 2000a e 2000b), Monteiro et al. (1998) e Carvalho et al. (2000 e 2001), e em outros Estados, a exemplo de Arias (1996) no Mato Grosso, Carneiro (1998), no Paraná, Ribeiro et al. (1999), em Minas Gerais e Gama et al. (2000), em diversas regiões do Brasil.

Em razão da significância da interação cultivares x ambientes, foram verificadas as respostas das cultivares nos ambientes considerados pelo método proposto. Aliado ao método bissegmentado, considerou-se como cultivares melhor adaptadas aquelas que expressaram rendimentos médios acima da média geral (Mariotti et al., 1976).

A produtividade média (b_0) oscilou de 4.465 kg ha⁻¹ a 6.457 kg ha⁻¹ (Tabela 5), evidenciando o bom comportamento das cultivares avaliadas. Os híbridos com média de 6.069 kg ha⁻¹, superaram em 19,68 % o rendimento médio das variedades (5.071 kg ha⁻¹). A superioridade dos híbridos em relação às variedades tem sido detectada por Carvalho et al. (1999 e 2000).

Tabela 5 - Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 36 cultivares de milho em sete ambientes, segundo o método de Cruz et al. (1989). Região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola 2001/2002.

Cultivares	Cultivares			b_1	b_2	$b_1 + b_2$	R^2
	Geral	Desfavorável	Favorável				
BRS 3060 ²	6457	5092	7480	1,19ns	0,91**	2,11**	93
BRS 3150 ²	6404	5132	7358	1,17ns	0,16ns	1,33ns	96
BR 3143 ²	6291	4739	7454	1,49**	0,03ns	1,52ns	91
BEM 1220 ²	6273	4838	7349	1,25*	0,39ns	1,64*	98
AL Bandeirante ⁴	6239	4808	7311	1,25*	-0,61*	0,63ns	88
Sertanejo ⁴	6236	5596	6716	0,70**	-0,06ns	0,64ns	57
BRS 3101 ²	6176	4751	7245	1,31**	-0,16ns	1,14ns	92
SHS 600EX-200 ⁴	6173	4775	7222	1,15ns	-0,18ns	0,96ns	87
BRS 2223 ²	6152	6751	6827	0,15**	2,57**	2,41**	65
97 HT 19-A ²	6101	5197	6771	0,87ns	-0,35ns	0,51ns	72
AL 30 ⁴	6068	5049	6832	1,04ns	0,19ns	1,24ns	75
BRS 2110 ³	6015	4441	7195	1,43**	-0,77**	0,65ns	94
BEM 1170 ²	5960	4372	7139	1,42**	-0,21ns	1,20ns	99
97 HT 14-A ²	5947	5263	6459	0,71*	0,87**	1,59*	92
Asa Branca ⁴	5926	4650	6883	1,25*	-0,74ns	0,51ns	94
CMS 59 ⁴	5888	4456	6961	1,21ns	0,01ns	1,21ns	97
AL 35 ⁴	5851	4628	6768	1,04ns	-0,29ns	0,74ns	81
AL 34 ⁴	5851	4646	6754	1,11ns	-1,40**	-0,28**	95
BR 205 ³	5792	4593	6691	1,03ns	0,51ns	1,55*	78
São Vicente ⁴	5772	4993	6356	0,75*	0,28ns	1,02ns	94
97 HT 129 ²	5685	4489	6582	1,09ns	0,83**	1,91**	99
São Francisco ⁴	5682	4591	6501	1,00ns	-0,69*	0,30*	88
97 HT 98-A ²	5656	4392	6604	1,12ns	0,12ns	1,24**	91
Sintético Dentado ⁴	5629	4353	6586	1,12ns	-0,35ns	0,76ns	90
Cruzeta ⁴	5568	4557	6326	0,98ns	-0,65*	0,32*	82
AL Manduri ⁴	5519	4834	5833	0,55**	-0,34ns	0,20**	50
BRS 4150 ⁴	5501	4420	6311	0,94ns	-0,33ns	0,61ns	88
BR 473 ⁴	5474	4758	6147	0,76*	0,22ns	0,98ns	96
Assum Preto ⁴	5366	4307	6160	0,94ns	-0,27ns	0,67ns	98
Saracura ⁴	5355	4605	5919	0,64**	0,40ns	1,03ns	83
Bozm Blanco ⁴	5321	3793	6467	1,31**	-0,28ns	1,03ns	93
Bozm Amarello ⁴	5320	4232	6136	0,98ns	0,40ns	1,38ns	98
BR 106 ⁴	5283	3975	6265	1,14ns	-0,49ns	0,66ns	92
Sintético Duro ⁴	5167	4091	5975	0,88ns	0,46ns	1,33ns	89
CMS 35 ⁴	4950	3900	5737	0,83ns	0,03ns	0,86ns	82
CMS 47 ⁴	4465	4025	4795	0,40ns	-0,13ns	0,27**	83

¹Híbrido simples, ²híbrido triplo, ³híbrido duplo e ⁴variedade

** e * Significativamente diferentes da unidade para b_1 e $b_1 + b_2$ e diferente de zero para b_2 pelo teste "t" de Student. C.V. = 8,7 %; média geral = 5.765 kg ha⁻¹.

A estimativa de b_1 , que avalia o desempenho dos materiais nos ambientes desfavoráveis, mostrou que, entre as cultivares de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), os híbridos BRS 3143, BEM 1220, BRS 3101, BRS 2110 e BEM 1170 mostraram-se muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). As variedades AL Bandeirante e Asa Branca, entretanto, foram muito estáveis nessas condições ($b_1 < 1$). A estimativa de $b_1 + b_2$, que avalia o desempenho dos materiais nos ambientes favoráveis, mostrou que, dentre os materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), apenas os híbridos BRS 3060, BEM 1220, BRS 2223, 97 HT 14-A e BR 205 foram responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

Segundo Cruz et al. (1989), a estabilidade dos materiais pode ser avaliada pela estimativa de R^2 , enfatizando que materiais com $R^2 > 80\%$ não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos. Nota-se que, dentre todo conjunto avaliado, apenas as variedades Sertanejo e AL Manduri e o híbrido BRS 2223 mostraram baixa estabilidade de produção nos ambientes considerados, seguidas dos híbridos 97 HT 19-A e BR 205 e da variedade AL 30 (Tabela 5). Outros trabalhos realizados no Nordeste brasileiro têm mostrado alta estabilidade da variedade Sertanejo (Cardoso et al., 2000a e Carvalho et al., 2000 e 2001).

Os resultados apresentados mostraram que a cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado não foi encontrada no conjunto avaliado. Nesse caso o material teria que expressar uma média alta ($b_0 >$ média geral), o b_1 menor possível (menos exigente nas condições desfavoráveis), e $b_1 + b_2$ o maior possível (responsivo à melhoria ambiental) e estimativa de $R^2 > 80\%$ (alta estabilidade nos ambientes considerados). Analisando-se o comportamento das cultivares de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), infere-se que não foi encontrado qualquer material que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis ($b_0 >$ média geral, os b_1 e $b_1 + b_2 < 1$ e $R^2 > 80\%$). Mesmo assim, percebe-se que a variedade Sertanejo pode ser recomendada para essa situação, por apresentar $b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$ e $b_1 + b_2$ semelhante à unidade. No que se refere aos ambientes favoráveis, nota-se que dentre os materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), apenas o híbrido BEM 1220 pode ser recomendado para essa classe de ambientes ($b_0 >$ média geral, b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e $R^2 > 80\%$). Os híbridos BRS 3143, BRS 3101, BRS 2110 e BEM 1170 e as vari-

edades AL Bandeirante e Asa Branca podem ser recomendados também para essa condição, por apresentarem rendimentos altos ($b_1 >$ média geral); serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$); expressaram estimativas de $b_1 + b_2$ semelhantes à unidade ($b_1 + b_2 = 1$) e alta estabilidade nos ambientes desfavoráveis ($R^2 > 80\%$). Os demais materiais pertencentes ao grupo daqueles que expressaram melhor adaptações ($b_0 >$ média geral), que mostraram estimativas de b_1 semelhantes à unidade, evidenciando adaptabilidade ampla, têm especial interesse para a região, a exemplo dos híbridos BRS 3060 e BRS 3150 e da variedade SHS 600 EX-200.

Conclusões

1. Híbridos e variedades de melhor adaptação têm expressiva importância para os diferentes sistemas de produção prevalentes na região Meio-Norte do Brasil. Para os sistemas agrícolas que utilizam melhor tecnologia de produção destacam-se os híbridos BEM 1220, BRS 3143 e BRS 3060.
2. A cultivar ideal não é encontrada pelo modelo bissegmentado.

Referências Bibliográficas

- 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 a 1993/94**. 1996. 118 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG.
- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, 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, 2000a.
- CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M X. dos. Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.146-153, 2000b.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

- CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L da S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M X. dos.; CARVALHO, B. C. L. de.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.637-644, 2001.
- CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos.; MONTEIRO, A.A.T.; CARDOSO, M. J.; CARVALHO, B. C. L. de. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1773-1781, 2000.
- CARVALHO, H. W. L. de.; SANTOS, M. X. dos.; LEAL, M. de L da S.; PACHECO, C. A. P.; CARDOSO, M. J.; MONTEIRO A. A. T. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1581-1591, 1999.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567a 580, 1989.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.
- GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C. de.; GUIMARÃES, P. E. de O. de.; SANTOS, M. X. dos. Estabilidade de produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36 n.6, p.1143-1149, 2000.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n.1, p. 193-198, 1988.
- 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**, Tucuman, 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.; ANTERO 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.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 8. Ed. São Paulo: Nobel, 1990. 450p.
- RAMALHO, M A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicação no melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora UFG, 1993. cap. 6, p.131-169. (Publicação, 120).
- 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, 28., 1999, Sete Lagoas, MG. **Memórias...Sete Lagoas**: Embrapa Milho e Sorgo/CIMMYT, 1999. P.251-260.
- 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.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.