

Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares de Milho no Nordeste Brasileiro no Ano de 1998

Benedito Carlos Lemos de Carvalho, Hélio Wilson Lemos de Carvalho, Maria de Lourdes da Silva Leal, Milton José Cardoso, Manoel Xavier dos Santos, José Nildo Tabosa, Marcelo Abdon Lira, Marcondes Maurício Albuquerque

Resumo

Vinte e cinco cultivares de milho foram avaliadas em dezenove localidades do Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998, em blocos casualizados com três repetições, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais, para fins de recomendação. As análises de variância conjuntas mostraram diferenças entre as cultivares e os locais, e comportamento diferencial entre as cultivares frente às variações ambientais, para as alturas de planta e espiga, estande, número de espigas colhidas e peso de grãos. As produtividades de grãos apresentadas pelas cultivares AL 30, BR 5028, Sintético Dentado, Sintético Duro, BR 106, BR 5011 e BR 5033 expressam boa adaptação desses materiais no Nordeste brasileiro, e podem proporcionar melhoria na agricultura regional. O híbrido Cargill 909 e a variedade BR 5033 têm recomendação justificada para ambientes favoráveis. A cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado não foi encontrada no conjunto avaliado, bem como, nenhuma cultivar atendeu aos requisitos necessários para recomendação em ambientes desfavoráveis.

Palavras-Chave: Previsibilidade, interação cultivares x locais, variedades, híbridos.

Introdução

A difusão de variedades melhoradas de milho no Nordeste brasileiro, é de suma importância para elevar a produtividade média desse cereal na região e requer o desenvolvimento de um programa de pesquisa voltado para a avaliação de variedades, objetivando colocar à disposição dos agricultores, materiais com melhor adaptação e uma maior estabilidade de produção.

Em se tratando de uma vasta região, onde ocorre uma grande diversidade de ambientes, é de se esperar uma forte interação cultivares x ambientes, conforme tem sido detectado por Carvalho et al., 1992, Cardoso et al. 1997; Carvalho et al., 1998a e Carvalho et al., 1998b, em trabalhos de competição de cultivares já realizados. A ocorrência dessa interação quase sempre indica diferenças na adaptabilidade dos materiais genéticos e assume papel fundamental no processo de recomendação de cultivares, sendo necessário a utilização de metodologias que venham a atenuar o seu efeito, possibilitando a seleção de cultivares com maior estabilidade fenotípica (Ramalho et al. 1993). Procedendo desta forma, Cardoso et al. 1997, Carvalho et al. 1998a, Carvalho et al. 1998b., Carvalho et al., 1996 e Monteiro et al., 1998 tem recomendado as variedades BR 5011 - Sertanejo, BR 106, BR 5028-10 Francisco, BR 5033-Asa Branca e BR 5037-Cruzeta para exploração no Nordeste brasileiro. Nesses trabalhos, os autores utilizaram as metodologias propostas por Eberhart & Russel (1996) e Cruz et al. (1989).

Anualmente, novas cultivares (variedades e população) são incorporadas ao programa de avaliação de cultivares de milho em realização no Nordeste brasileiro, onde se pretende selecionar materiais de melhor adaptação, de porte baixo de plantas e espigas, de ciclos normal (semi-tardio), precoce e superprecoce, tolerantes ao acamamento e quebramento do colmo e com empalhamento de espigas, visando melhorar a oferta de variedades na região, o que trará mudanças substanciais no rendimento da cultura do milho. Cultivares precoces têm grande importância para a região por permitirem um melhor aproveitamento da estação chuvosa, com possibilidade de escapar do estresse hídrico no período do florescimento e ainda proporcionar uma estação de crescimento mais curta.

Considerando esses aspectos, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar diversas cultivares de milho em diferentes localidades do Nordeste brasileiro, visando selecionar aquelas de melhor adaptação, maior estabilidade de produção e portadoras de características agrônômicas desejáveis.

Materiais e Métodos

Os ensaios foram realizados em 19 localidades do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 1998, nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, em diferentes tipos de solo, entre as latitudes 02°63' SE a 12°41' S, (Tabela 1). As precipitações pluviométricas registradas no decorrer do período experimental constam na Tabela 2.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 25 tratamentos em três repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,90m e 0,50m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas 3 sementes por cova, deixando-se 2 plantas por cova, após o desbaste. Foram colhidas 2 fileiras centrais de forma integral. As adubações realizadas em cada experimento, foram de acordo com as análises de solo.

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 ($\hat{\beta}_{oi}$) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$). A estabilidade dos materiais é avaliada pelos desvios da regressão de cada material, em função das variações ambientais. o seguinte modelo é utilizado:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i}I_j + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}, \text{ em que}$$

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 índices I_j positivos; β_{oi} : média geral da cultivar i ; β_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; $\hat{\beta}_{2i}$: coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; δ_{ij} : desvio de regressão linear; $\bar{\epsilon}_{ij}$: erro médio experimental.

Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta mostrou efeitos significativos, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, para cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes, evidenciando diferenças entre as cultivares, os ambientes e um comportamento diferencial das cultivares frente às variações ambientais (Tabela 3).

Constatada a presença da interação cultivares x locais (Tabela 3), procurou-se atenuar o seu efeito, por meio de identificação de cultivares mais adaptadas e com maior estabilidade fenotípica, usando-se a metodologia proposta por Cruz et al. (1989). No tocante a adaptação, utilizou-se o conceito de Mariotti et al. (1976) que define como cultivar melhor adaptada, aquela com maior produtividade de grãos.

A produtividade média de grãos dos cultivares variou de 2.878kg/ha (CMS 47) a 5.504kg/ha (Cargill 909), com média geral de 4.022kg/ha, mostrando o potencial da cultura do milho na região. Os híbridos Cargill 909 e BR 3123, utilizados como testemunhas, apresentaram os melhores rendimentos. As variedades AL 30 e BR 5028 - São Francisco mostraram rendimentos semelhantes ao do híbrido BR 3123, destacando-se, juntamente com o os Sintético Dentado e CMS 50, como as mais produtivas entre as variedades.

A estimativa de β_1 , que avalia o desempenho dos materiais nas condições desfavoráveis, mostrou que os híbridos Cargill 909 e BR 2121, e as variedades AL 30 e BR 5033-Asa Branca foram muito exigentes nessas condições, apresentando $\hat{\beta}_1 > 1$ (Tabela 4).

A estimativa de $\beta_1 + \beta_2$, que avalia a resposta das cultivares nos ambientes favoráveis, evidencia que os híbridos Cargill 909 e BR 3123 e as variedades AL 30, Sintético Dentado, Sintético Duro e BR 5033-Asa Branca foram mais responsivos à melhoria ambiental ($\beta_1 + \beta_2 > 1$).

A maioria das cultivares avaliadas mostrou os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que, segundo o modelo proposto, indicava comportamento imprevisível nos ambientes considerados. Apesar disso, Cruz et al. (1998 a), consideram que aquelas que apresentem valores de R^2 acima de 80%, não devem ter o seu grau de previsibilidade comprometido. Dessa forma, a estimativa de R^2 para as cultivares de melhor adaptação (aquelas com produtividade média acima da média geral), à exceção do híbrido BR 3123, foi superior a 80%, evidenciando um bom ajustamento às retas de regressão do modelo, o que implica também, em uma boa previsibilidade de resposta nos ambientes considerados.

Os resultados apresentados mostram que a cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado não foi encontrada no conjunto avaliado. Da mesma forma não foi encontrada qualquer cultivar para recomendação nos ambientes desfavoráveis. A recomendação para esse tipo de ambiente requer cultivares de boa adaptação ($\hat{\beta}_0$ alto), de pouca exigência nesses ambientes ($\hat{\beta}_1 < 1$) e que não seja responsiva à melhoria ambiental ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 < 1$). No entanto, para exploração nos ambientes favoráveis, merece destaque o híbrido Cargill 909, por apresentar uma alta adaptação ($\hat{\beta}_0$ alto) por ser exigente nas condições desfavoráveis ($\hat{\beta}_1 > 1$) e ser responsivo à melhoria ambiental ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 1$).

A variedade BR 5033, de produtividade média pouco superior em relação à média geral, o que expressa uma boa adaptação, atende também os requisitos para recomendação nos ambientes favoráveis, além de apresentar, juntamente com o híbrido Cargill 909, uma boa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$).

A variedade AL 30, o Sintético Dentado e o Sintético Duro, introduzidos na região no ano agrícola de 1998, mostraram boa adaptação ($\hat{\beta}_0$ alto), respostas à melhoria ambiental e uma boa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$), constituindo-se em alternativas importantes para agricultura regional. A população CMS 50 e as variedades BR 106, BR 5011-Sertanejo, com produtividades médias acima da média geral, o que expressa uma boa adaptação, mostraram estabilidade aceitável nos ambientes considerados, justificando as suas recomendações na região. A variedade BR 5028 - São Francisco, de alta adaptação e alta estabilidade de produção nos ambientes estudados justifica também a sua recomendação para a região. Essa última variedade, juntamente com a BR 5033, apresenta ainda como vantagens o porte baixo da planta e de inserção da primeira espiga e uma boa precocidade. Todas essas variedades, à exceção da AL 30 e dos sintéticos, vem repetindo esse bom comportamento na região, conforme tem sido assinalado por Cardoso et al. (1997), Carvalho et al. (1998a), Carvalho et al. (1998b) e Monteiro et al. (1998). A variedade BR 5037-Cruzeta, de boa adaptação (produtividade média ao redor da média geral), apesar de mostrar baixa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 < 80\%$), tem na precocidade a sua grande vantagem para a região, especialmente, para aquelas áreas mais secas do Nordeste brasileiro.

Conclusões

1. As variedades melhoradas (AL 30, BR 5028-São Francisco, BR 106, BR 5011 e BR 5033) e os sintéticos (Sintético Dentado, Sintético Duro têm importância fundamental nos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais;
2. O híbrido Cargill 909 e a variedade BR 5033 adequam-se aos ambientes favoráveis;
3. Os materiais de melhor adaptação, à exceção do híbrido Cargill 909, mostram boa estabilidade nos ambientes considerados.

Referências Bibliográficas

- CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de.; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos.; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí no biênio 1993/94. Revista Científica Rural, Bagé, v.2., n.1, p.35-44, 1997.
- CARVALHO, H.W.L.de.; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. de L. da S. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 27, n.7, p. 1073-1082, 1992.
- CARVALHO, H.W.L. de.; PACHECO, C.A.P.; SANTOAS, M.X.dos.; LEAL, M. de L. DA S. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. Revista Científica Rural, Bagé, v.3, n.1, p.15-22, 1998C.
- CARVALHO, H.W.L. de.; SANTOS, M.X.dos.; LEAL M. de L. da S.; ALBUQUERQUE, M.M.; TABOSA, J.N. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1996. Revista

Científica Rural, Bagé, v. 3, n.2, p.20-26, 1998b.

- CARVALHO, H.W.L. de.; SANTOS, M.X. dos.; LEAL, M. de L. da S.; Monteiro, A.A.T.; CARVALHO, B.C.L. de. Avaliação de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. Revista Científica Rural, Bagé, v.3. n.2, p. 27-36, 1998d.
- 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.Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1995. Revista Científica Rural, Bagé, v. 3, n.1, p. 08-14, 1998a.
- CRUZ, D.D. TORRES, R.T.de.; VENCOVSKY, R. Alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. Revista Brasileira de Genética, v. 12, n. 13, p. 567-582, 1989.
- ERERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties Crop Science, Madison, v.6, p. 36-40, 1996.
- MARIOTTI, I.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de cana de azucar. I. Internacciones dentro de una localid experimental. Revista Agronomica del Nordeste Argentino, Tucuman, v. 13, n. ¼, 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. de S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no estado do Ceará. Revista Científica Rural, Bagé, v. 3, n.2, p. 01-10, 1998.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMAN, M.J.O. Interação dos genótipos x ambientes. In: RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos.; ZIMERMANN, M.J.O. Genética quantitativa em plantas antógamas aplicação no melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Editora UFG, 1993. Cap. 6, p. 131-169. (Publicação, 120).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos locais e tipos de solos das áreas experimentais. Região Nordeste do Brasil, 1998.

Estado	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude(m)	Tipo de solo
Piauí	Teresina "Latossolo"	05°05'	42°49'	72	A
	Teresina "Aluvial"	05°05'	42°49'	72	LVA
	Angical do Piauí	06°15'	42°55'	15	BE
	Guadalupe	06°56'	43°50'	180	LVA
	Parnaíba	02°63'	41°41'	15	AQ
	Floriano	06°46'	43°01'	85	A
R.G. do Norte	Ipanguassu	05°37'	36°50'	70	A
	Cruzeta	-	-	-	-
Pernambuco	Vitória Stº Antão	08°12'	35°21'	350	LVA
	Itambé	07°21'	35°07'	190	LVA
Alagoas	União dos Palmares	09°06'	36°04'	156	LVA
Sergipe	N.Sra. das Dores	10°30'	37°13'	200	LVA
	Neópolis	10°16'	36°51'	7	A
	Umbaúba	12°22'	37°40'	109	LVA
Bahia	Adustina 1	10°32'	38°07'	250	LVA
	Adustina 2	10°32'	38°07'	250	PVA
	Paripiranga	-	-	-	LVA
	Barreiras (Faz. Melancias)	12°12'	46°07'	810	AQ
	Barreiras (Faz. Stª Cruz)	12°14'	45°20'	670	AQ

A – Aluvial; LVA – Latossolo Vermelho – Amarelo; PVA – Podzólico Vermelho-Amarelo; BE – Brunizém-Escuro; AQ – Areia Quartzosa.

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Região Nordeste do Brasil, 1998.

Locais	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Total
Teresina "Latossolo"	287,5*	143,9	210,9	89,4	10,4	-	-	-	741,7
Teresina "Aluvia"	287,5*	143,9	210,9	89,4	10,4	-	-	-	741,7
Angical do Piauí	159,0*	189,2	248,0	73,4	8,4	-	-	-	678,0
Guadalupe	254,6*	117,9	131,8	3,1	3,0	-	-	-	538,4
Parnaíba	193,6*	30,5*	182,5	51,3	103,2	-	-	-	60,1
Florianópolis	-	181,3	180,0	86,0	9,5	-	-	-	604,4
Vitória St ^o Antão	-	-	-	46,1*	102,8	33,2	65,5	95,9	343,5
Itambé	-	-	-	60,6*	133,6	52,0	157,0	141,6	545,8
União Palmares	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. Sra. das Dores	-	-	-	-	120,0	219,0	154,0	60,0	553,0
Neópolis	-	-	-	-	198,0	223,0	301,0	83,0	805,0
Umbaúba	-	-	-	112,0	268,0	425,0	269,0	135,0	1.309,0
Adustina1	-	-	-	70,0*	82,0	160,0	200,0	82,0	594,0
Adustina2	-	-	-	104,0*	111,0	250,0	213,0	125,0	903,0
Paripiranga	-	-	-	104,0*	111,0	250,0	213,0	125,0	903,0
Barreiras(Faz.Melancias)	570,0*	194,0	91,0	42,0	-	-	-	-	584,0
Barreiras(Faz.St ^o Cruz)	150,0*	121,0	29,0	14,0	-	-	-	-	314,0
Ipanguassu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cruzeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mês de plantio

Tabela 3. Quadrados médios da análise de variância conjunta para o peso de grãos nos dezesseis ambientes. Região Nordeste do Brasil, 1998.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Local (L)	18	353,24**
Cultivar (C)	24	75,23**
Interação (LxC)	432	4,06**
Erro	912	242.099,34

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

Cultivares	Médias nos ambientes			$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	Q.M. desvios	R ²
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Cargill 909	5504	4248	6634	1,37**	1,08**	2,46**	1810096,00**	83
BR 3123	5002	4141	5780	0,98ns	0,50*	1,49*	1440150,50**	75
AL 30	4772	3526	5893	0,94ns	0,56**	1,94**	1177893,50**	87
BR 5028	4505	3566	5350	1,38**	0,16ns	1,09ns	601243,00**	85
BR 2121	4389	3174	5483	1,31**	-0,20ns	1,10ns	608418,00**	91
Sintético Dentado	4262	3428	5013	0,94ns	1,17**	2,11**	1102878,50**	81
CMS 50	4208	3153	5156	1,06ns	0,19ns	1,26ns	923562,00**	83
Sintético Duro	4198	3231	5068	1,02ns	0,46*	1,48*	501204,00**	89
BR 106	4142	3274	4923	0,97ns	0,11ns	1,09ns	843349,00**	82
BR 5011	4125	3067	5078	0,99ns	0,03ns	1,02ns	563452,25**	87
BR 5033	4124	2973	5161	1,15*	0,26ns	1,42*	256302,00ns	96
CMS 453	4077	3035	5016	0,98ns	0,05ns	1,04ns	395527,00ns	91
CMS 59	3999	2976	4920	0,99ns	0,01ns	1,01ns	865035,00**	82
BR 5039	3970	2713	5101	1,19*	-0,66**	0,52*	7999254,50**	87
BR 5037	3951	3055	4756	0,93ns	0,19ns	1,13ns	1146364,00**	76
AL 25	3923	2993	4760	0,98ns	0,06ns	1,05ns	132947,75ns	97
Across 8528	3846	2929	4670	0,95ns	0,06ns	1,02ns	623223,00**	85
CMS 22	3842	2857	4729	0,93ns	-0,76**	0,16**	890357,00**	77
Pool 18	3761	2958	4484	0,86*	0,10ns	0,96ns	848708,50**	78
CMS 52	3605	2698	4422	0,91ns	-0,61**	0,29**	369416,0ns	89
CMS 35	3426	2785	4003	0,75**	-0,06ns	0,68ns	781780,00**	74
BR 473	3356	2497	4129	0,91ns	-0,59**	0,31**	448165,00*	87
Saracura	3327	2325	4230	0,94ns	-0,50**	0,43**	791079,00**	80
BR 5004	3325	2401	4157	0,96ns	-1,10**	-0,14**	1872294,70**	64
CMS 47	2878	2459	3256	0,51*	-0,55**	-0,03**	730562,00**	57
Médias	4022							

** e * Significativamente diferente da unidade para $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ e de zero, para $\hat{\beta}_2$ pelo teste

"T" de Student, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

** e * Significativamente diferente de zero a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente, para os Q.M. dos desvios.