

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL NO BIÊNIO 2001/2002

Evanildes Menezes de Souza<sup>1</sup>, Milton José Cardoso<sup>2</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>3</sup> e Manoel Xavier dos Santos<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** *Zea mays*, previsibilidade, variedades, híbridos.

## INTRODUÇÃO

Diversas zonas produtoras de milho distribuem-se na Região Meio-Norte do Brasil, destacando-se, como mais importantes, aquelas situadas nas áreas de cerrados no Sul do Maranhão e no sudoeste piauiense, onde predominam sistemas de produção melhor tecnificados. O agreste e os Tabuleiros Costeiros piauienses vêm também apresentando grande aptidão para o desenvolvimento do milho, conforme ressaltam Cardoso et al. (2000a e 2000b). Nesses trabalhos tem-se registrados rendimentos de até 8 t/ha de grãos e os híbridos vêm apresentando melhor desempenho que as variedades, corroborando os resultados observados em outras áreas do Nordeste brasileiro (Carvalho et al. 1999, 2000 e 2001).

Considerando que a região dispõe de amplo mercado para variedades e híbridos de milho, justificando, dessa forma, a implantação de um programa de melhoramento voltado para a avaliação de variedades e híbridos visando dotar a agricultura regional de materiais de melhor adaptação e portadores de atributos agronômicos desejáveis.

A recomendação de cultivares baseada nas médias de produtividades observadas em vários ambientes não é aconselhável, pois, verifica-se que alguns materiais podem ser muitos produtivos em determinados ambientes e pouco produtivos em outros, provocando incertezas na generalização das recomendações (Arias, 1996).

Este trabalho teve por objetivo conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de diversas cultivares de milho, para dotar a agricultura regional de híbridos e variedades superiores.

---

<sup>1</sup> Estagiária EMBRAPA/UFS, Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju-SE. E-mail: [eva@cpatc.embrapa.br](mailto:eva@cpatc.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Ag. Ph.D. Embrapa- Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP: 64006-220, Teresina-PI

<sup>3</sup> Eng. Ag. M. Sc, Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira Mar, 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju-SE. E-mail: [helio@cpatc.embrapa.br](mailto:helio@cpatc.embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng. Ag. Ph.D. Embrapa- Centro Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 152, CEP: 35701-970, Sete Lagoas-MG. E-mail: [xavier@cnpms.embrapa.br](mailto:xavier@cnpms.embrapa.br)

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 24 cultivares de milho (3 híbridos e 21 variedades) em blocos ao acaso, com três repetições. Os ensaios foram distribuídos em doze ambientes da região Meio-Norte do Brasil, nos Estados do Piauí e Maranhão, sendo 6 ambientes dentro do ano de 2001 e, outros 6, no decorrer do ano de 2002. Cada parcela constou de 4 fileiras de 5,0m de comprimento, a espaços de 1,80m e 0,40m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas 3 sementes por cova, deixando-se duas plantas por cova, após o desbaste. As adubações realizadas em cada ensaio obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos a análise de variância por local, obedecendo-se ao modelo em blocos ao acaso, e, a uma análise de variância conjunta, obedecendo aos critérios de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990), considerando aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de tratamentos.

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  $\sigma_{ji}$  de cada cultivar, de acordo com as variações ambientais . Utilizou-se o seguinte modelo:

$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + e_{ij}$  onde  $Y_{ij}$ : média da cultivar  $i$  no ambiente  $j$ ;  $I_j$  : índice ambiental;  $T(I_j)=0$  se  $I_j < 0$ ;  $T(I_j)= I_j - I_+$  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  $T(I_j)$ ;  $\sigma_{ji}$ : desvio da regressão linear;  $e_{ij}$ : erro médio experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produtividades médias de grãos nos ensaios por local variaram de 3.847 kg/ha, no município de Baixa Grande do Ribeira , no Estado do Piauí, no ano de 2002 e 7.153 kg/ha, no município de São Raimundo das Mangabeiras, no Estado do Maranhão no ano agrícola de 2002 o que evidencia uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios (Tabela1). Os municípios de São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão e Teresina e Parnaíba, no Piauí, apresentaram maiores potencialidades para o desenvolvimento do milho. Os coeficientes de variação encontradas foram baixos, o que expressa boa precisão aos ensaios, conforme critérios adotados por Scapim et al., (1995).

A análise de variância conjunta evidenciou efeitos significativos a 1% de probabilidade pelo teste F, para ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes. Aliado ao modelo proposto, consideram-se como cultivares melhor adaptadas as que expressaram maiores produtividades de grãos (Mariotti et al., 1976).

Constatada a presença da interação cultivares x ambientes procurou-se minimizar o seu efeito através da recomendação de materiais de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho, 1993).

As produtividades médias ( $b_0$ ) variaram de 4.083 kg/ha a 8.050 kg/ha, com média geral de 5.934 kg/ha, o que mostra o potencial para produtividade de grãos desses materiais na região (Tabela 2). Os materiais que expressaram rendimentos médios acima da média geral, evidenciaram melhor adaptação (Mariotti et al., 1976). Analisando-se os materiais que mostraram rendimentos acima da média geral ( $b_0 >$  média geral), a estimativa de  $b_1$  que avalia o desempenho das cultivares nos ambientes desfavoráveis indicou o híbrido BRS 3060 e as variedades AL Bandeirante, AL 30, AL 34, BR 5039 e CMS 39, como exigentes nas condições desfavoráveis e a variedade sertanejo como pouco exigentes nessa mesma condição (Tabela 2). A estimativa de  $b_1 + b_2$  que avalia a resposta das cultivares nas condições favoráveis, evidenciou que os híbridos BRS 3060 e BRS 3101 e a variedade CMS 59 mostraram respostas à melhoria ambiental.

Com relação a estabilidade (Tabela 2), os materiais que mostraram estimativas de  $R^2$  acima de 80% evidenciaram boa estabilidade nos ambientes considerados (Cruz et al., 1989).

No conjunto avaliado não foi encontrado o material ideal baseado no modelo bissegmentado ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Da mesma forma não foi encontrada qualquer cultivar com adaptação específica à ambiente desfavorável ( $b_0 >$  média geral),  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 < 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Apesar disso a variedade Sertanejo se aproximou dessa condição, por exibir uma média alta e estimativa de  $b_1 < 1$ . Para as condições desfavoráveis destacaram-se o híbrido BRS 3060 e a variedade CMS 59 por apresentarem  $b_0 >$  média geral,  $b_1 > 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$  e  $R^2 > 80\%$ , infere-se também que a variedade AL Bandeirante pode ser recomendada para essa condição por mostrar uma média alta, estimativa de  $b_1 > 1$ ,  $R^2 > 80\%$  e tendência a resposta a melhoria ambiental ( $b_1 + b_2 = 1$ ).

**Tabela 1.** Produtividades médias de grão e coeficiente de variação obtidas nos ensaios em 12 ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001-2002.

Ambientes	Produtividade média (kg/ha)	Coeficiente de variação (%)
<b>Maranhão</b>		
Barra do Corda (2001)	5594	6,4
Brejo (2001)	3922	14,1
São Raimundo das Mangabeiras (2001)	7153	9,5
Barra do Corda (2002)	4584	11,7
Brejo (2002)	6250	7,9
São Raimundo das Mangabeiras (2002)	5894	9,2
<b>Piauí</b>		
Baixa Grande do Ribeiro (2001)	6662	6,9
Parnaíba (2001)	7005	8,4
Teresina (2001)	6388	12,0
Baixa Grande do Ribeiro (2002)	3847	10,6
Parnaíba (2002)	6980	7,5
Teresina (2002)	6935	8,8

**Tabela 2.** Produtividades médias de grãos (kg/ha) e estimativa de  $b_0$  parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 24 cultivares de milho em 12 ambientes na Região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001-2002. Média = 5.934 kg/ha; C.V.(%)= 9,6; D.M.S.(5%)= 864.

Cultivares	Médias			$b_1$	$b_2$	$b_1+b_2$	$R^2(\%)$
	Geral	Desfavorável	Favorável				
BR 3060 <sup>1</sup>	8050	5678	8172	1,17*	0,63	1,80*	80
BR 3101 <sup>1</sup>	6971	5556	7465	1,01	0,77	1,79*	81
SHS 600 EX-200 <sup>3</sup>	7179	5357	7384	1,13	0,15	1,28	89
AL Bandeirante <sup>3</sup>	6054	5162	7413	1,21*	0,15	1,36	91
Sertanejo <sup>3</sup>	5279	5370	7171	0,82*	-0,12	0,70	79
AL 30 <sup>3</sup>	5596	4685	7583	1,29**	-1,70**	-0,41**	91
BR 2110 <sup>2</sup>	6867	5392	7067	0,97	-0,28	0,69	74
AL 34 <sup>3</sup>	5484	4951	7187	1,17*	-0,43	0,74	87
BR 5033 <sup>3</sup>	5004	4742	6927	1,10	-1,31**	-0,20**	83
BR 5039 <sup>3</sup>	5433	4559	7038	1,17*	-0,15	1,01	89
CMS 59 <sup>3</sup>	4596	4481	7047	1,20*	0,76	1,96*	90
BR 4150 <sup>3</sup>	5496	4788	6702	0,93	0,17	1,01	93
AL Manduri <sup>3</sup>	5741	4874	6637	0,90	-1,18**	-0,28**	79
Sintético Dentado <sup>3</sup>	5708	4772	6704	1,03	-0,07	0,95	91
São Francisco <sup>3</sup>	4554	4869	6555	0,76**	-0,77	-0,004*	70
Bozm Amarillo <sup>3</sup>	5337	4378	6762	1,22**	0,88*	2,10**	98
BR 5037 <sup>3</sup>	5233	4517	6472	0,99	-0,76	0,23*	91
Assum Preto <sup>3</sup>	5721	4656	6214	0,83*	0,47	1,30	94
Saracura <sup>3</sup>	4800	4452	6304	0,91	1,22**	2,14**	87
BR 473 <sup>3</sup>	5516	4550	6195	0,85	0,25	1,10	87
BR 106 <sup>3</sup>	5467	4297	6337	1,12	0,82*	1,94*	89
Sintético Duro <sup>3</sup>	5400	4242	6356	0,97	0,06	1,04	88
CMS 37 <sup>3</sup>	4687	4369	5840	0,69**	1,17**	1,85*	82
CMS 47 <sup>3</sup>	4083	3759	4884	0,55	-0,76	-0,21**	80

<sup>1</sup>Híbrido triplo, <sup>2</sup>híbrido duplo e <sup>3</sup>variedade. \*\* e \* significativamente diferente da unidade para  $b_1$  e  $b_1 + b_2$  e de zero para  $b_2$ , a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente.

## CONCLUSÕES

1. No conjunto avaliado não foi encontrado o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado.
2. Para as condições desfavoráveis destacaram-se o híbrido BRS 3060 e a variedade CMS 59.
3. Os materiais que evidenciaram adaptabilidade ampla têm importância fundamental no sistema de produção da região.

## REFERÊNCIA 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**. Lavras: ESAL, 1996. 118p. Tese de Doutorado.

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, 2000.

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.

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.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. Na alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567a 580, 1989.

MARIOTTI, I.<sup>a</sup>; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, <sup>a</sup> N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de cana de azucar. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Nordeste Argentino**, Tuculman , v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 8. Ed. São Paulo: Nobel, 1990. 450p.

RAMALHO, M. A. P.; SNTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J de O. Interação dos genótipos x ambientes. In: RAMALHO, M. A. P.; SNTOS, 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).

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, v30, n.5, p.683-686, 1995.