

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS 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, cultivares, produtividade

## INTRODUÇÃO

A Região Meio-Norte do Brasil apresenta grande diversidade de solo e clima em toda a sua extensão, com os solos variando de baixa a alta fertilidade, com clima quente, semi-árido, e períodos chuvosos de outubro a abril. Nesse ambiente de grande diversidade edafoclimática, observa-se também uma grande variação no nível socioeconômico da região, encontrando-se zonas onde ainda é praticada uma agricultura tradicional e zonas que se desenvolveram, a exemplo das áreas de cerrados localizadas no Sul do Maranhão e no Pólo Uruçuí-Gurgéia, no Piauí, onde predominam sistemas de produção de alta tecnologia. Nessa variação de ambientes é interessante a implantação de um programa de avaliação de híbridos de milho, produto de grande importância econômica para a região procurando definir materiais com bom nível de adaptação e portadores de características agronômicas desejáveis.

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 (Ramalho et al., 1993).

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

---

<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@cnpmc.embrapa.br](mailto:xavier@cnpmc.embrapa.br)

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 22 híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001/2002, sendo 6 ensaios realizados no ano de 2001 e, outros 6 instalados no ano de 2002, utilizando-se 6 ambientes do Estado do Maranhão e, 6 do Estado do Piauí. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela constou de 4 fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,80m e, 0,40m entre covas dentro das fileiras. Após o desbaste, deixaram-se duas plantas por cova. As adubações realizadas em cada ensaio obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Foram tomados os pesos de grãos de cada tratamento, os quais foram submetidos a análise de variância por ensaio, obedecendo-se ao modelo em blocos ao acaso. A seguir, realizou-se a análise de variância conjunta, observando-se os critérios de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990).

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

Foram observadas diferenças significativas entre os híbridos em todos os ensaios, a 1 % de probabilidade, pelo teste F. A média de produtividade nos ensaios variou de 4.684 kg/ha, no município de Baixa Grande do Ribeiro, no ano de 2002, a 8.213 kg/ha, no município de Parnaíba, nesse mesmo ano agrícola, ambos no Estado do Piauí (Tabela 1). Os municípios de São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão, Parnaíba e Teresina, no Piauí, apresentaram altas produtividades de grãos, caracterizando-os como mais propícios ao desenvolvimento do milho. Vale ressaltar que esses altos rendimentos médios de grãos colocam essas zonas em condições de competir com a exploração do milho, com as zonas tradicionais de cultivo de milho no Brasil. Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 6,7 % a 15,1 %, conferindo boa precisão aos ensaios, conforme critérios adotados por Scapim et al. (1995).

A análise de variância conjunta mostrou efeitos significativos para ambientes, híbridos e interação híbridos x ambientes, revelando diferenças entre os ambientes e os híbridos e inconsistência no comportamento dos híbridos ante às oscilações ambientais. Constatada a presença da interação híbridos x ambientes procurou-se minimizar o seu efeito através da recomendação de materiais com melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al.1993).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na Tabela 2, observando-se que as produtividades médias dos híbridos variaram de 6.119 kg/ha a 7.687 kg/ha, com média geral de 6.886 kg/ha, o que evidencia alto potencial para a produtividade dos híbridos avaliados. Aliado ao modelo proposto, considerou-se como materiais melhor adaptados aqueles que expressaram rendimentos médios acima da média geral (Mariotti et al. 1976).

Analisando-se o comportamento dos híbridos de melhor adaptação ( $b_0 >$  média geral), a estimativa de  $b_1$ , que avalia o comportamento dos materiais nos ambientes desfavoráveis, mostrou que os híbridos Dina 766 e A 2560 foram exigentes nas condições desfavoráveis ( $b_1 > 1$ ), enquanto o híbrido SHS 5070 mostrou ser pouco exigente nessas condições ( $b_1 < 1$ ). A estimativa de  $b_1 + b_2$  que avalia a resposta dos genótipos nos ambientes favoráveis mostrou que apenas os híbridos Dina 657 e Colorado 32 responderam à melhoria ambiental ( $b_1 + b_2 > 1$ ). Com relação a estabilidade de produção nesse grupo de materiais de melhor adaptação, todos os híbridos, à exceção dos A 2288, BR 3123 e A 2560, expressaram alta estabilidade nos ambientes considerados ( $R^2 > 80\%$ ).

Diante do exposto, nota-se que no conjunto avaliado não foi encontrado o híbrido ideal preconizado pelo modelo bissegmentado ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Também, não foi encontrado qualquer material que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 < 1$  e  $R^2 > 80\%$ ), apesar do híbrido SHS 5070 atender a um maior número de requisitos para recomendação nos ambientes desfavoráveis ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 < 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Não foi encontrado qualquer material com adaptação específica aos ambientes favoráveis ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 > 1$ ,  $b_1 + b_2 > 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Apesar disso, o híbrido Dina 657 pode ser recomendado para essa condição, por apresentar média alta ( $b_0 >$  média geral),  $b_1$  semelhante a unidade, ser responsivo à melhoria ambiental ( $b_1 + b_2 > 1$ ) e apresentar alta estabilidade de produção nos ambientes considerados ( $R^2 = 91\%$ ). Situação semelhante foi observada para o híbrido Colorado 32. Também o híbrido Dina 766 merece destaque para as condições favoráveis por exibir a média alta ( $b_0 >$  média geral,  $b_1 < 1$ ,  $b_1 + b_2 = 1$  e  $R^2 > 80\%$ ). Os demais híbridos com média acima da média geral, que expressaram adaptabilidade alta ( $b_1=1$ ) associada a alta estabilidade de produção ( $R^2 > 80\%$ ) têm grande importância para a região a exemplo dos Pioneer 3021, Agromen 3050, Pioneer 30 F 88, SHS 5050 e Pioneer 30 F 80.

**Tabela 1.** Produtividades médias de grãos e coeficientes de variação obtidas nos diferentes ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001-2002.

Ambientes	Produtividade média(kg/ha)	Coeficientes de variação(%)
<b>Maranhão</b>		
Barra do Corda (2001)	6308	8,7
Brejo (2001)	5201	10,9
São Raimundo das Mangabeiras (2001)	8045	10,0
Barra do Corda (2002)	5166	15,1
Brejo (2002)	7146	10,8
São Raimundo das Mangabeiras (2002)	6407	6,8
<b>Piauí</b>		
Baixa Grande do Ribeiro (2001)	7775	6,9
Parnaíba (2001)	7749	8,1
Teresina (2001)	8046	7,0
Baixa Grande do Ribeiro (2002)	4684	10,4
Parnaíba (2002)	8213	6,7
Teresina (2001)	7906	9,9

**Tabela 2.** Produtividades médias de grãos (kg/ha) e estimativa de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 22 híbridos de milho em doze ambientes da Região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001-2002. Média = 6.886; C.V.(%) = 9,2; D.M.S. (5%) = 958.

Híbridos	Médias			b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub> +b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup> (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável				
Dina 657 <sup>1</sup>	7687	6336	8652	0,99ns	1,63**	2,63**	91
Pioneer 3021 <sup>3</sup>	7565	6369	8419	1,04ns	-0,60ns	0,44ns	87
Dina 766 <sup>1</sup>	7264	5537	8498	1,23**	-0,43ns	0,80ns	84
Agromen 3050 <sup>1</sup>	7236	5971	8140	1,02ns	0,41ns	1,43ns	86
Pioneer 30 F 88 <sup>1</sup>	7139	6044	7921	0,86ns	-0,20ns	0,66ns	82
SHS 5050 <sup>2</sup>	7136	5805	8087	1,03ns	-0,46ns	0,58ns	86
A 2560 <sup>1</sup>	7118	5442	8315	1,21*	-0,74ns	0,47ns	73
SHS 5070 <sup>2</sup>	7070	6027	7815	0,80*	0,15ns	0,96ns	84
Colorado 32 <sup>2</sup>	7031	5918	7825	0,96ns	1,21**	2,17**	81
BR 3123 <sup>2</sup>	6941	5711	7819	0,94ns	-0,74ns	0,20ns	70
Pioneer 30 F 80 <sup>1</sup>	6939	5423	8021	1,08ns	0,48ns	1,56ns	89
A 2288 <sup>1</sup>	6893	5585	7827	0,88ns	-0,75ns	0,13*	74
BR 206 <sup>3</sup>	6841	5548	7764	0,91ns	-0,31ns	0,60ns	92
Colorado 9560 <sup>1</sup>	6833	5653	7676	0,96ns	0,51ns	1,47ns	85
Zeneca 8550 <sup>2</sup>	6820	5000	8120	1,32**	1,06*	2,38**	85
A 3663 <sup>2</sup>	6713	5568	7530	0,89ns	-0,24ns	0,65ns	78
Agromen 3150 <sup>2</sup>	6578	5251	7526	1,03ns	0,22ns	1,26ns	92
Agromen 3100 <sup>3</sup>	6496	4815	7697	1,26**	-0,24ns	1,02ns	92
SHS 4040 <sup>3</sup>	6469	5227	7355	0,87ns	0,56ns	1,44ns	80
Agromen 3060 <sup>2</sup>	6388	5449	7059	0,75**	-1,08*	-0,32**	71
Agromen 2003 <sup>3</sup>	6208	4984	7083	0,87ns	0,23ns	1,09ns	89
A 2005 <sup>1</sup>	6119	4510	7268	1,09ns	-0,70ns	0,39ns	88

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

## CONCLUSÕES

1. O conjunto avaliado apresentou alta produtividade de grãos nas regiões
2. Não foram encontrados materiais com adaptações específicas para as condições favoráveis e desfavoráveis.
3. Não foi encontrado, no conjunto avaliado, o material ideal preconizado pelo modelo.
4. O híbrido SHS 5070 apresentou um maior número de requisitos para adaptação nos ambientes desfavoráveis.
5. Os híbridos Dina 657 e Colorado 32 apresentaram maior número de requisitos para recomendação nos ambientes favoráveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

MARIOTTI, I.A; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A. 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.; 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. **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, v.30, n.5, p.683-686, 1995.