

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MILHO NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL NO ANO AGRÍCOLA DE 2001/2002.

Milton José Cardoso¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Antônio Carlos Oliveira³ e Evanildes Menezes de Souza⁴

Palavras-chave: *Zea mays*, previsibilidade, híbrido, interação genótipo x ambiente.

Introdução

Vários híbridos de milho são lançados, anualmente, no mercado regional por várias instituições públicas e privadas, os quais, para serem utilizados com maior segurança pelos produtores, devem ser avaliados nas mais diferentes condições ambientais, em ensaios de competição. Quando diversos materiais são postos a competir em vários ambientes, a classificação relativa entre eles pode não ser coincidente, o que dificulta seriamente a identificação daqueles efetivamente superiores (Ribeiro et al., 1999). Essa oscilação no comportamento dos materiais ante às oscilações ambientais, denomina-se de interação genótipo x ambiente. Diversos trabalhos têm destacado a importância dessa interação com a cultura do milho no Brasil (Arias, 1996; Carneiro, 1998; Cardoso et al., 2000 e Carvalho et al., 2001), os quais procuraram minimizar os seu efeito por meio de recomendação de materiais de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade de produção de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil.

Material e Métodos

Os ensaios foram executados, sob regime de sequeiro, no ano de 2002, em sete ambientes da Região Meio-Norte do Brasil (Estados do Maranhão - quatro ambientes e Piauí - três ambientes).

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e 42 tratamentos (híbridos). Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,80 m e, 0,25 m entre covas, nas fileiras. Foram colocadas três sementes por cova, deixando-se uma plantas por cova, após o desbaste. As adubações foram

¹ Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa do Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP: 64.006-220, Teresina-PI. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

² Eng. Agrôn., M. Sc, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3.250, Caixa Postal 44, CEP 49.001-970, Aracaju-SE. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa de Milho e Sorgo, Caixa Postal, 152, CEP: 35.701-970. Sete Lagoas, MG, e-mail: oliveira@cnpms.embrapa.br

⁴ Estagiária EMBRAPA/UFS, Embrapa Tabuleiros Costeiros, E-mail: eva@cpatc.embrapa.br

realizadas de acordo com as recomendações dos resultados das análises de solo de cada área experimental e da exigência da cultura.

Os pesos de grãos de cada tratamento foram submetidos às análises de variância por local, obedecendo-se ao modelo em blocos ao acaso. Após a análise de variância por local, efetuou-se a análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. As referidas análises foram realizadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996) para dados balanceados (PROC ANOVA).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se o método de 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 σ_{ij} de cada cultivar, de acordo com as variações ambientais. Utilizou-se o modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + E_{ij}, \text{ onde:}$$

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 $T(I_j)$; δ_{ij} = desvio da regressão linear; E_{ij} = erro médio experimental.

Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta revelou significância ($P<0,01$), pelo teste F, quanto aos efeitos de locais, híbridos e interação híbridos x locais, o que evidencia diferenças entre os locais e híbridos e mostra que o comportamento dos híbridos não foi coincidente nos diferentes locais, justificando estudo mais detalhado dessa interação.

Aliado ao modelo de Cruz et al. (1989), considerou-se como cultivar melhor adaptada, aquela com rendimento médio superior à média geral (Mariotti et al., 1976). Dessa forma, observa-se na Tabela 1 que os híbridos com rendimentos médios superiores à média geral (6.972 kg/ha) expressaram melhor adaptação.

Tabela 1. Produtividade média de grãos (kg/ha) e estimativa dos parâmetros genéticos de adaptabilidade e estabilidade de 42 híbridos de milho em sete ambientes da região Meio-Norte do Brasil, ano agrícola de 2001/2002.

Híbridos	Médias nos ambientes			b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	R ²
	Geral	Favorável	Desfavorável				
DAS 8480 ¹	8.084	5.222	10.231	1,84**	-0,31ns	1,53*	99
DAS 675 ¹	7.703	6.222	8.813	0,97ns	0,71*	1,69*	91
A 2345 ¹	7.657	5.603	9.197	1,21*	0,17ns	1,38ns	92
DAS 766 ¹	7.641	5.987	8.881	1,08ns	0,24ns	1,33ns	96
DAS 8460 ¹	7.641	5.181	9.487	1,55**	-0,27ns	1,28ns	99
Pioneer 3021 ³	7.463	5.950	8.598	1,05ns	-0,24ns	0,81ns	92
Pioneer 30 F 80 ¹	7.332	5.809	8.474	0,95ns	0,79**	1,74**	97
Agromen 2012 ³	7.323	5.475	8.709	1,02ns	-0,01ns	1,01ns	84
Pioneer 30 F 44 ¹	7.322	5.471	8.720	1,14ns	0,01ns	1,15ns	92
DAS 8550 ²	7.321	5.152	8.946	1,33**	0,43ns	1,77**	97
Pioneer 30 K 75 ¹	7.236	5.747	8.353	1,00ns	0,52*	1,52ns	95
Pioneer 30 F 88 ¹	7.233	6.288	7.942	0,70**	0,13ns	0,83ns	83
A 2555 ¹	7.146	6.017	6.068	0,05ns	-0,27ns	-0,65**	81
AHA 5050 ²	7.139	5.407	8.543	1,11ns	-0,37ns	0,75ns	98
AS 1544 ¹	7.133	5.754	8.254	0,92ns	-0,08ns	0,83ns	95
Pioneer 30 F 33 ¹	7.072	5.130	8.259	1,13ns	0,26ns	1,40ns	89
DAS 8501 ¹	7.009	5.366	8.242	1,13ns	0,10ns	1,24ns	94
AS 32 ²	7.007	5.561	8.092	0,93ns	0,34ns	1,28ns	99
DAS 9560 ¹	6.983	5.782	7.884	0,83ns	0,71*	1,55*	90
A 2288 ¹	6.931	5.280	8.170	0,98ns	-0,76**	0,21**	90
Colorado 32 ²	6.950	5.566	7.989	0,91ns	1,07**	1,98**	98
SHS 4040 ³	6.880	5.540	7.884	0,80*	0,90**	1,71**	84
A 4646 ³	6.876	5.294	8.080	1,01ns	0,52ns	1,54**	94
BR 3123 ²	6.887	5.243	8.121	1,00	-0,51ns	0,49ns	95
Agromen 3050 ¹	6.879	5.532	7.888	0,91ns	0,15ns	1,06ns	93
BR 206 ³	6.816	5.344	7.919	0,87ns	0,04ns	0,92ns	94
AS 1533 ¹	6.794	5.357	7.871	0,96ns	-0,02ns	0,93ns	96
A 2560 ¹	6.740	4.682	8.282	1,20*	-0,78**	0,42*	82
Agromen 3180 ²	6.738	5.243	7.929	1,06ns	-0,11ns	0,94ns	92
BR 201 ³	6.734	5.093	8.000	1,04ns	-0,19ns	0,84ns	96
AS 523 ¹	6.711	5.296	7.733	0,87ns	0,03ns	0,91ns	92
SHS 5070 ²	6.770	5.189	7.966	1,05ns	-0,27ns	0,78ns	82
AS 3466 ²	6.712	5.048	7.960	0,99ns	0,03ns	1,03ns	93
Agromen 2003 ³	6.618	5.070	7.779	0,92ns	0,54ns	1,46ns	96
Agromen 3100 ³	6.588	4.983	7.791	1,03ns	-0,15ns	0,87ns	98
A 3663 ²	6.559	5.006	7.725	0,94ns	-0,30ns	0,64ns	84
Agromen 3150 ²	6.545	5.043	7.672	1,03ns	-0,01ns	1,01ns	95
AS 3477 ¹	6.518	4.864	7.758	1,01ns	-0,55*	0,46*	93
A 2005 ¹	6.413	4.590	7.780	1,08ns	-0,01ns	1,08ns	91
A 3575 ²	6.297	5.093	7.200	0,74**	0,32ns	1,06ns	85
AS 3601 ²	6.253	5.058	7.149	0,72**	0,01ns	0,73ns	87
Agromen 3060 ²	6.114	5.028	6.928	0,74**	-0,40ns	0,33*	74

C.V. = 8,7 % e média = 6.972 kg/ha.

** e * Significativamente diferente da unidade para b₁ e b₁ + b₂ e zero para b₂ a 1% e 5% de probabilidade pelo teste "t" de Student, respectivamente, e ns: não significativo.

¹Híbrido simples, ²híbrido triplo e ³híbrido duplo.

As estimativas de b_1 , que avalia o desempenho dos genótipos nos ambientes desfavoráveis, mostraram que, entre os híbridos de melhor adaptação, apenas Pioneer 30 F 88 foi menos exigente nessas condições ($b_1 < 1$). Por outro lado, os híbridos DAS 8480, A 2345, DAS 8460 e DAS 8550 mostraram-se muito exigentes, mesmo nessa condições, em virtude de apresentarem estimativas de $b_1 > 1$.

As estimativas de $b_1 + b_2$, que avalia a resposta das cultivares nos ambientes favoráveis, mostraram que, no grupo de híbridos de melhor adaptação, apenas os DAS 8480, DAS 657, Pioneer 30 F 80, DAS 8550 e DAS 9560 responderam positivamente à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), (Tabela 1).

A estabilidade dos materiais pode ser avaliada pela estimativa de R^2 na metodologia de Cruz et al., (1989). Constatou-se que todos os híbridos, à exceção do Agromen 3060, expressaram boa estabilidade nos ambientes considerados ($R^2 > 80\%$), o que indica bom ajustamento às retas de regressão (Tabela 1).

Considerando-se esses resultados nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo de Cruz et al., (1989), ou seja, aquele que mostra uma média alta ($b_0 >$ média geral), o b_1 menor possível (menos exigente nos ambientes desfavoráveis), e $b_1 + b_2$ o maior possível (responsivo à melhoria do ambiente) e $R^2 > 80\%$ (alta estabilidade nos ambientes considerados), não foi encontrado entre os híbridos avaliados. Da mesma forma, não foi mostrado qualquer híbrido que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Nesse caso, o híbrido teria que apresentar uma produção média alta ($b_0 >$ média geral), os b_1 e $b_1 + b_2 < 1$ e $R^2 > 80\%$. Apesar disso, infere-se que o híbrido Pioneer 30 F 88 pode ser recomendado, para essa classe de ambiente, por apresentar produtividade média alta ($b_0 >$ média geral), ser pouco exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$) e expressar estimativa de $b_1 + b_2$ semelhante a unidade. Por outro lado, os híbridos DAS 8480 e DAS 8550 atenderam aos requisitos necessários para recomendação nas condições favoráveis ($b_0 >$ média geral, b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e $R^2 > 80\%$). Os híbridos DAS 657, Pioneer 30 F 80 e DAS 9560 que mostraram $b_0 >$ média geral, $b_1 =$ unidade, $b_1 + b_2 > 1$ e $R^2 > 80\%$ podem também ser recomendados para essas condições. Os híbridos A 2345 e DAS 8460, com alta produtividade, estimativas de $b_1 > 1$ e de $b_1 + b_2$ semelhantes a unidade e valores de $R^2 > 80\%$ devem também ser recomendados para as condições favoráveis. Os demais híbridos, de rendimentos médios superiores à média geral e b_1 semelhante à unidade evidenciaram adaptabilidade geral, sendo de grande utilidade para a região.

Conclusões

1. Os híbridos mostram alta estabilidade de produtividade na região Meio-Norte brasileira.
2. Os híbridos DAS 8480 e DAS 8550 destacam-se em ambientes favoráveis.

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**. Lavras. 1996. 118p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.

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.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Lavras. 1998. 168p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. S.; 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.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOSKY, R. An 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.

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^o, 1999, Sete Lagoas, M. G. **Memórias**...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo/CIMMYT, 1999. p.251-260.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS /STAT user's guide**: version 6.4. Ed. Cary, 1996. V.1.

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.