

## ESTABILIDADE PRODUTIVA DE HÍBRIDOS E VARIEDADES DE MILHO NO MEIO-NORTE BRASILEIRO<sup>1</sup>

Milton José Cardoso<sup>2</sup>, Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>3</sup>,  
Antônio Carlos de Oliveira<sup>4</sup> e Evanildes Menezes de Souza<sup>3</sup>

### ABSTRACT

#### YIELD STABILITY OF MAIZE HYBRIDS AND VARIETIES IN THE MIDDLE-NORTH REGION OF BRAZIL

Twenty-four maize cultivars (21 varieties and three hybrids) were evaluated in twelve environments of the Middle-North Region of Brazil (six in Piauí and six in Maranhão), in the 2000/2001 and 2001/2002 growing seasons, aiming to obtain regionally adapted materials. The experiments were carried out in a randomized complete block design with three replications. In the joint analysis of variance, differences were observed among environments and among cultivars, but no consistent cultivar responses to environmental variations were observed. The mean grain yield (5,934 kg.ha<sup>-1</sup>) indicates the region has a high potential for maize, able to compete with such states as Mato Grosso and Goiás, traditional producers. All the cultivars tested, except the Sertanejo variety and the BRS 2110 hybrid, showed high stability in the environments.

KEY WORDS: genotype x environment interaction, cultivar, *Zea mays*

### RESUMO

Foram avaliadas 24 cultivares de milho (21 variedades e três híbridos), em doze ambientes da Região Meio-Norte do Brasil (seis no Estado do Piauí e seis no Estado do Maranhão), nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002, objetivando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica desses materiais para fins de recomendação. Na análise conjunta de variância, observaram-se diferenças entre os ambientes, entre as cultivares e inconsistência no comportamento das cultivares diante das oscilações ambientais. A produtividade média de grãos observada (5.934 kg.ha<sup>-1</sup>) mostra a potencialidade da região para o desenvolvimento da cultura do milho, colocando-a em condições de competir com áreas de estados como Mato Grosso e Goiás. Todos os materiais avaliados, à exceção da variedade Sertanejo e do híbrido BRS 2110, mostraram alta estabilidade nos ambientes considerados.

PALAVRAS-CHAVE: interação genótipo x ambiente, cultivar, *Zea mays*

### INTRODUÇÃO

Na região Meio-Norte do Brasil são utilizados diferentes sistemas de produção de milho, distribuídos nas diferentes áreas produtoras, destacando-se como mais avançados aqueles localizados nas áreas de cerrados, predominantes no Sul e Leste do Maranhão e no Sudoeste do Piauí. Essas áreas apresentam como vantagens uma topografia plana, que facilita a implementação da mecanização agrícola, e suficiente quantidade e distribuição pluviométrica, para permitir com sucesso, uma larga produção comercial de grãos sob regime de sequeiro. Trabalhos de competição de cultivares de milho realizados nessas áreas têm mostrado bom desempenho produtivo de diversos

materiais, especialmente de híbridos, com registros de produtividades superiores a 8.000 kg.ha<sup>-1</sup> (Cardoso *et al.* 2000a, 2000b, 2000c). Esses resultados positivos têm sido de fundamental importância para subsidiar os agricultores na escolha de híbridos de melhor estabilidade de produção e dotados de atributos agrônômicos desejáveis, em sistemas de produção que procuram explorar todo o potencial da cultura.

Em razão da predominância, nessa vasta região, de sistemas de produção de pequenos e médios produtores rurais, torna-se também necessário a implantação de um programa de melhoramento voltado para a avaliação de variedades, procurando definir materiais para sistemas de produção nas áreas dos

1. Trabalho recebido em jan./2004 e aceito para publicação em dez./2004 (registro nº 575).

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

3. Embrapa Tabuleiros Costeiros, C. P. 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE. E-mail: helio@cpac.embrapa.br; eva@cpac.embrapa.br

4. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG. E-mail: oliveira@cnpmis.embrapa.br

tabuleiros costeiros, agreste e de domínio do semi-árido. Nessa última região, em razão da pouca quantidade de chuvas, acompanhada de distribuição irregular, deve-se dar preferência por materiais que associem boas produtividades à superprecocidade. Cardoso *et al.* (1997, 2000b) detectaram a importância das variedades de ciclo curto Cruzeta, CMS 35 e CMS 47, nas áreas de domínio do semi-árido da região Meio-Norte.

A recomendação de cultivares baseada nas médias de produtividades observadas nos vários ambientes não é aconselhável, pois, verifica-se que alguns materiais podem ser muito produtivos em determinados ambientes e pouco produtivos em outros, provocando incertezas na generalização das recomendações (Arias 1996). A presença da interação de cultivares com ambientes tem sido destacada em diversos trabalhos (Carneiro 1998, Ribeiro *et al.* 2000, Gama *et al.* 2000, Carvalho *et al.* 2002), sendo necessário atenuar o seu efeito pela recomendação de materiais de melhor estabilidade fenotípica (Ramalho *et al.* 1993).

Este trabalho objetivou avaliar a adaptabilidade e a estabilidade produtiva de variedades e híbridos de milho, quando submetidas a diferentes ambientes nos estados do Piauí e Maranhão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em doze ambientes (seis locais e dois anos), nos Estados do Maranhão (seis ensaios) e do Piauí (seis ensaios), nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002. Os locais situam-se entre as latitudes 2° 53' S, em Parnaíba, PI, a 7° 32' W, em Baixa Grande do Ribeiro, PI (Tabela 1). As precipitações pluviárias registradas no período experimental constam na Tabela 2.

Cada ensaio avaliou 24 cultivares de milho (21 variedades e três híbridos), no delineamento experi-

mental de blocos completos casualizados, com três repetições. A unidade experimental ou parcela foi constituída de quatro fileiras de plantas, com 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m e 0,25 m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas duas sementes por cova, deixando-se uma planta por cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 8,0 m<sup>2</sup>. As adubações realizadas em cada ensaio obedeceram aos resultados das análises de solo e à exigência da cultura.

Os pesos de grãos de cada tratamento, após serem ajustados para o nível de 15% de umidade, foram submetidos à análise de variância por local, obedecendo ao modelo de blocos completos casualizados. Após isso, realizou-se a análise conjunta de variância, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (Pimentel Gomes 1990), considerando aleatório os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de cultivares.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados segundo o método proposto por Cruz *et al.* (1989), que utiliza o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:  $Y_{ij}$  é a média da cultivar  $i$  no ambiente  $j$ ;  $I_j$  é o índice ambiental;  $T(I_j) = 0$  se  $I_j < 0$  e  $T(I_j) = I_j - I_+$  se  $I_j > 0$ , sendo  $I_+$  a média dos índices  $I_j$  positivos;  $\beta_{0i}$  é a média geral da cultivar  $i$ ;  $\beta_{1i}$  é o coeficiente de regressão linear associado à variável  $I_j$ ;  $\beta_{2i}$  é o coeficiente de regressão linear associado à variável  $T(I_j)$ ;  $\delta_{ij}$  é o desvio da regressão linear; e  $\varepsilon_{ij}$  é o erro médio experimental.

Além das estimativas genotípicas dos coeficientes de regressão ( $b_{0i}$ ,  $b_{1i}$  e  $b_{2i}$ ), foram estimados, para cada cultivar, a variância dos desvios da regressão ( $s^2d_i$ ) e o coeficiente de determinação do modelo ( $R^2_i$ ).

Tabela 1. Características geográficas e edáficas dos locais onde foram conduzidos os experimentos

Estado	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Tipo de solo <sup>1</sup>
Maranhão	S. Raimundo das Mangabeiras	7° 22'	45° 36'	225	AVA
	Brejo	3° 41'	42° 45'	55	LA
	Barra do Corda	5° 43'	45° 18'	84	LA
Piauí	Baixa Grande do Ribeiro	7° 32'	45° 14'	325	AA
	Parnaíba	2° 53'	41° 41'	15	NQ
	Teresina	5° 05'	42° 49'	72	NF

<sup>1</sup> AVA: Argissolo Vermelho Amarelo, L: Latossolo Amarelo, AA: Argissolo Amarelo, NQ: Neossolo Quartzarênico, NF: Neossolo Flúvico.

Tabela 2. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental, na região Meio-Norte do Brasil, nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002

Ambientes	Dez 2000	Jan 2001	Fev 2001	Mar 2001	Abr 2001	Dez 2001	Jan 2002	Fev 2002	Mar 2002	Abr 2002
S.R. Mangabeiras	360,0*	136,0	81,0	178,0	103,0	189,0*	523,0	71,0	274,0	86,0
Brejo	-	190,0*	213,0	536,0	65,0	-	68,0*	46,0	152,0	408,0
Barra do Corda		108,2*	48,8	102,5	96,6	-	333,2*	116,6	155,0	104,4
B. G. do Ribeiro	388,9*	154,3	278,9	222,4	148,2	230,0*	512,03*	84,5	166,5	172,0
Parnaíba	-	175,0*	245,0	119,0	379,2	-	221,0*	109,0	189,0	249,8
Teresina	-	254,0*	240,0	244,0	312,5	-	360,0*	94,0	229,0	134,1

\*- indica o mês de plantio, em cada local.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre cultivares, a 1 % de probabilidade, pelo teste F, quanto ao peso de grãos, o que revela comportamento diferenciado entre os materiais avaliados, dentro de cada local (Tabela 3). Os coeficientes de variação obtidos variaram de 6,4% a 14,1%, conferindo boa precisão aos ensaios (Scapim *et al.* 1995). As médias das produtividades de grãos nos ambientes oscilaram de 3.847 kg.ha<sup>-1</sup>, em Baixa Grande do Ribeiro-PI, no ano agrícola de 2002, a 7.153 kg.ha<sup>-1</sup>, em São Raimundo das Mangabeiras-MA, em 2001, o que mostra ampla faixa de variação nas condições ambientais. Parte dessa variação ocorreu, provavelmente, por causa das diferenças de solo (Tabela 1). No ano agrícola de 2001, os municípios de São Raimundo das Mangabeiras, MA, e Baixa Grande do Ribeiro, Parnaíba e Teresina, PI, mostraram produtividades médias superiores à média geral

(5.594 kg.ha<sup>-1</sup>). No ano de 2002, os municípios de Brejo, no Maranhão, e Parnaíba e Teresina, no Piauí, superaram também a média geral nesses estados. Esses ambientes mostraram melhores potencialidades para o desenvolvimento do milho. As produtividades médias de grãos registradas nesses ambientes mais favoráveis colocam essas áreas em condições de competir com áreas nos estados de Goiás e Mato Grosso, proporcionando reduções nos custos de importação de milho de outras partes do país para complementar a demanda regional.

Como ocorreram diferenças significativas entre os ambientes, entre cultivares e a interação cultivares x ambientes também mostrou-se significativa para produtividade de grãos, tornou-se interessante avaliar a adaptabilidade e a estabilidade das cultivares. Em se tratando de produtividade de grãos, considerou-se como mais adaptadas as cultivares com melhores produtividades de grãos (Vencovsky & Barriga 1992, Cruz & Regazzi 1994).

Tabela 3. Resumo das análises de variância de rendimentos de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) de ensaios conduzidos nos Estados do Maranhão e Piauí (anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002)

Ambiente	Quadrado Médio		Média	C V <sup>1</sup> %
	Cultivares	Resíduo		
<b>Maranhão</b>				
Barra do Corda (2001)	2.463.344**	387.463	5.594	6,4
Brejo (2001)	2.344.294**	304.277	3.922	14,1
S. Raimundo das Mangabeiras (2001)	2.046.722**	459.894	7.153	9,4
Barra do Corda (2002)	1.174.288**	287.951	4.584	11,7
Brejo (2002)	1.294.227**	242.313	6.250	7,9
S. Raimundo das Mangabeiras (2002)	1.494.541**	294.073	5.894	9,2
<b>Piauí</b>				
B. G. do Ribeiro (2001)	2.095.042**	210.544	6.662	6,9
Parnaíba (2001)	1.719.592**	347.281	7.055	8,4
Teresina (2001)	2.368.559**	592.032	6.388	12,0
B. G. do Ribeiro (2002)	389.929*	166.369	3.847	10,6
Parnaíba (2002)	2.383.324**	277.024	6.980	7,5
Teresina (2002)	2.437.195**	368.213	6.935	8,8

\*\* - valores significativos a 1 % e 5 % de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>1</sup> - CV: Coeficiente de variação experimental.

Assim, foram consideradas de melhor adaptação as cultivares que expressaram produtividades médias de grãos superiores à média geral (5.594 kg.ha<sup>-1</sup>).

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na Tabela 4. Observou-se uma variação na produtividade de grãos de 4.083 kg.ha<sup>-1</sup> (CMS 47) a 8.050 kg.ha<sup>-1</sup> (BRS 3060). Esses valores são semelhantes aos que têm sido relatados em experimentos de avaliação de variedades e híbridos comerciais na região (Cardoso *et al.* 2000a, 2000b, 2000c).

Pelo método de Cruz *et al.* (1989), preconiza-se como cultivar ideal aquela que apresente alta produtividade média de grãos ( $b_{0i}$  acima da média geral), melhor adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis ( $b_{1i}$  o menor possível), capacidade de reposta à melhoria ambiental ( $b_{1i} + b_{2i}$  o maior possível) e alta estabilidade nos ambientes considerados ( $R^2_i > 80\%$ ). No tocante à estabilidade, segundo os propositores do método, ela pode ser avaliada pela estimativa de  $R^2_i$ , enfatizando-se que materiais com estimativas  $R^2_i$  acima de 80% não devem ter previsibilidade comprometida.

Ao analisar o comportamento dos materiais de melhor adaptação, isto é, com produtividades médias de grãos acima da média geral (5.594 kg.ha<sup>-1</sup>), as estimativas  $b_{1i}$ , que avaliam os seus desempenhos nas condições desfavoráveis, revelaram que o híbrido BRS 3060 e as variedades AL Bandeirante, AL 30 mostraram ser muito exigentes nessas condições ( $b_{1i} > 1$ ) e que a variedade Assum Preto mostrou ser menos exigente nessas mesmas condições ( $b_{1i} < 1$ ). As estimativas ( $b_{1i} + b_{2i}$ ), que avaliam as respostas das cultivares nos ambientes favoráveis, evidenciaram nesse grupo de materiais que apenas os híbridos BRS 3060 e BRS 3101 responderam à melhoria ambiental ( $b_{1i} + b_{2i}$  acima de 1,0). Todas as cultivares avaliadas mostraram o desvio da regressão ( $s^2d_i$ ) estatisticamente semelhante a zero, o que indica comportamento previsível nos ambientes considerados. Também, os valores de  $R^2_i$  evidenciaram que os materiais avaliados expressaram alta estabilidade nesses ambientes, à exceção do híbrido BRS 2110 e da variedades Sertanejo, Al Manduri e São Francisco que mostraram estimativas  $R^2_i$  inferiores a 80%.

Tabela 4. Produtividades médias de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade,  $b_{0i}$ ,  $b_{1i}$ ,  $b_{2i}$ , ( $b_{1i} + b_{2i}$ ),  $s^2d_i$  e  $R^2_i$ , de 24 cultivares de milho avaliadas em doze ambientes na região Meio-Norte do Brasil, no biênio 2001-2002

Cultivares <sup>1</sup>	Médias <sup>2</sup>			$b_{1i}$	$b_{2i}$	$(b_{1i} + b_{2i})$	$s^2d_i$	$R^2_i$ (%)
	geral ( $b_{0i}$ )	desfavorável	favorável					
BRS 3060 <sup>HT</sup>	8050	5678	8172	1,17*	0,63	1,80*	1948964 ns	80
SHS 600 EX-200	7179	5357	7384	1,13	0,15	1,28	804765 ns	89
BRS 3101 <sup>HT</sup>	6971	5556	7465	1,01	0,77	1,79*	1431703 ns	81
BRS 2110 <sup>HD</sup>	6867	5392	7067	0,97	-0,28	0,69	1720857 ns	74
AL Bandeirante	6054	5162	7413	1,21*	0,15	1,36	728607 ns	91
AL Manduri	5741	4874	6637	0,90	-1,18**	-0,28**	1092453 ns	79
Assum Preto	5721	4656	6214	0,83*	0,47	1,30	257923 ns	94
Sintético Dentado	5708	4772	6704	1,03	-0,07	0,95	575106 ns	91
AL 30	5596	4685	7583	1,29**	-1,70**	-0,41**	819378 ns	91
BR 473	5516	4550	6195	0,85	0,25	1,10	586821 ns	87
BRS 4150	5496	4788	6702	0,93	0,17	1,01	323552 ns	93
AL 34	5484	4951	7187	1,17*	-0,43	0,74	1080285 ns	87
BR 106	5467	4297	6337	1,12	0,82*	1,94*	874081 ns	89
São Vicente	5433	4559	7038	1,17*	-0,15	1,01	860295 ns	89
Sintético Duro	5400	4242	6356	0,97	0,06	1,04	645270 ns	88
Bozm Amarillo	5337	4378	6762	1,22**	0,88*	2,10**	156464 ns	98
Sertanejo	5279	5370	7171	0,82*	-0,12	0,70	917500 ns	79
BRS 5037	5233	4517	6472	0,99	-0,76	0,23*	504426 ns	91
BRS 5033	5004	4742	6927	1,10	-1,31**	-0,20**	1234805 ns	83
Saracura	4800	4452	6304	0,91	1,22**	2,14**	785518 ns	87
CMS 37	4687	4369	5840	0,69**	1,17**	1,85*	682099 ns	82
CMS 59	4596	4481	7047	1,20*	0,76	1,96*	857492 ns	90
São Francisco	4554	4869	6555	0,76**	-0,77	-0,004*	1248103 ns	70
CMS 47	4083	3759	4884	0,55	-0,76	-0,21**	327724 ns	80
Média (kg.ha <sup>-1</sup> )	5594	4769	6767	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> - Os cultivares cujos nomes são seguidos das letras HT são híbridos triplos, das letras HD são híbridos duplos e os demais são variedades.

<sup>2</sup> - Médias genótípicas ao longo de todos os ambientes (geral), nos ambientes com médias de produtividade abaixo da média geral dos ambientes (desfavorável) e nos ambientes com produtividades médias acima da média geral (favorável).

\*\* e \* - valores diferentes da unidade para  $b_{1i}$  e ( $b_{1i} + b_{2i}$ ), e de zero para  $b_{2i}$  (teste t de Student), a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Relacionando-se a estabilidade das cultivares avaliadas neste trabalho com suas respectivas bases genéticas, nota-se que, à exceção do híbrido duplo BRS 2110 e da variedade Sertanejo, Al Manduri e São Francisco, todos os materiais expressaram estabilidades de comportamento semelhantes ( $R^2_i > 80\%$ ), independentemente de suas bases genéticas (híbrido triplo, híbrido duplo e variedades) (Tabela 4). Resultados de diversos trabalhos com a cultura do milho têm mostrado não haver relação fixa entre a homogeneidade ou heterogeneidade genotípica de determinado material e a sua estabilidade, sendo possível selecionar cultivares mais estáveis em qualquer grupo, quer sejam variedades, híbrido simples, híbrido triplo ou híbrido duplo (Carneiro 1998, Ribeiro *et al.* 2000, Carvalho *et al.* 2000, 2001, 2002).

A cultivar ideal preconizada por Cruz *et al.* (1989), isto é, com  $b_{0i}$  alto,  $b_{1i}$  inferior à unidade,  $(b_{1i} + b_{2i})$  superior a um e com  $R^2_i$  acima de 80%, não foi encontrada no conjunto avaliado. Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis, ou seja, com  $b_{0i}$  alto,  $b_{1i}$  e  $(b_{1i} + b_{2i})$  inferiores à unidade e com  $R^2_i$  acima de 80%. Apesar disso, a variedade Assum Preto, por ser pouco exigente nas condições desfavoráveis ( $b_{1i} < 1$ ) e mostrar estimativa  $(b_{1i} + b_{2i})$  semelhante à unidade, pode ser recomendada para condições desfavoráveis; mesmo com média ( $4656 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) inferior à média geral dos cultivares nestas condições ( $4769 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). O híbrido BRS 3060 e a variedade AL Bandeirante, apesar de se mostrarem exigentes em condições desfavoráveis ( $b_{1i} > 1$ ), apresentaram altas produtividades médias de grãos nessas condições, o que sugere a possibilidade de também serem recomendadas para esses ambientes.

O híbrido BRS 3060 mostrou todos os requisitos necessários para adaptação aos ambientes favoráveis, por expressar  $b_{0i}$  acima da média geral,  $b_{1i}$  e  $(b_{1i} + b_{2i})$  superiores à unidade e por apresentar alta estabilidade nos ambientes considerados ( $R^2_i > 80\%$ ). O híbrido BRS 3101 justificou sua recomendação para as condições favoráveis, por apresentar  $b_{0i}$  acima da média geral,  $b_{1i}$  superior a 1,0 e  $R^2_i$  maior que 80%. A variedade Al 30, também com estimativa  $\beta_{0i}$  superior à média geral e com  $b_{1i}$  acima da unidade, justifica também sua recomendação para essa classe de ambiente. Os híbridos BRS 3101 e BRS 2110 e as variedades SHS 600 EX 200, Al Manduri e Sintético Dentado, com estimativas  $b_{0i}$  superiores à média geral e  $b_{1i}$  semelhantes à unidade, evidenciaram

adaptabilidade geral, consubstanciando-se em alternativas importantes para os diferentes sistemas de produção prevalente na região Meio-Norte do Brasil.

## CONCLUSÕES

1. A produtividade média de grãos alcançada com as cultivares mostra o grande potencial da região Meio-Norte para o desenvolvimento da cultura do milho.
2. O material ideal preconizado pelo método de Cruz *et al.* (1989) não foi encontrado no conjunto avaliado.
3. O híbrido BRS 3060 mostra a maior média nos dois níveis de ambiente justificando sua recomendação tanto para ambiente favorável quanto desfavorável.
4. Os materiais avaliados mostraram boa estabilidade de produção nos ambientes considerados.

## REFERÊNCIAS

- Arias, E. R. A. 1996. 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. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 118 p.
- Cardoso, M. J., H. W. L. Carvalho, M. L. S. Leal & M. X. Santos. 2000a. Estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí. *Revista Científica Rural*, 5 (1): 62-67.
- Cardoso, M. J., H. W. L. Carvalho, M. L. S. Leal & M. X. Santos. 2000b. Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998. *Revista Científica Rural*, 5 (1): 146-153.
- Cardoso, M. J., H. W. L. Carvalho, M. L. S. Leal & M. X. Santos. 2000c. Estabilidade de variedades e híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998/1999. *Agrotrópica*, 12 (3): 151-162.
- Cardoso, M. J., H. W. L. Carvalho, C. A. P. Pacheco, M. X. Santos & M. L. S. Leal. 1997. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí, no biênio 1993/1994. *Revista Científica Rural*, 2 (1): 35-44.
- Carneiro, P. C. S. 1998. Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 168 p.

- Carvalho, H.W. L., M. L. S. Leal, M.J. Cardoso, M. X. Santos, J.N. Tabosa, B.C.L. Carvalho, M. M. Albuquerque & D. M. Santos. 2000. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998/99. *Agrotropica*, 12 (1): 21-28.
- Carvalho, H.W. L., M. L. S. Leal, M.J. Cardoso, M. X. Santos, J.N. Tabosa, B.C.L. Carvalho & M. M. Albuquerque. 2001. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (4): 637-644.
- Carvalho, H. W. L. de., M. L. S. Leal, M. J. Cardoso, M. X. Santos, J.N. Tabosa, B. C. L. Carvalho & M.A. Lira. 2002. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (11): 1581-1588.
- Cruz, C. D., R. A. Torres & R. Vencovsky. 1989. Na alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, 12 (3): 567 - 580.
- Cruz, C. D. & A J. Regazzi. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas. Viçosa, UFV. 390 p.
- Gama, E. E. G., S. N. Parentoni, C. A. P. Pacheco, A. C. Oliveira, P. E. O. Guimarães & M. X. Santos. 2000. Estabilidade de produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (6): 1143-1149.
- Pimentel Gomes, F. 1990. Curso de estatística experimental. 8. ed. Nobel, São Paulo. 450 p.
- Ramalho, M A. P., J. B. Santos & M. J. O. Zimmermann. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro. p. 131-169. Universidade Federal de Goiás / Cegraf, Goiânia. 271 p. (Publicação 120).
- Ribeiro, P. H. E., M, A. P. Ramalho & D. F. Ferreira. 2000. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (11): 2213-2222.
- Scapim, C. A., C. G. P. Carvalho & C. D. Cruz. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30 (5): 683-686.
- Vencovsky, R. & P. Barriga. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto. 496 p.