

ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NOS TESTES REGIONAIS  
DE VERÃO E SAFRINHA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Eduardo Sawazaki<sup>1</sup>  
Maria Elisa A.G. Zagatto Paterniani<sup>1</sup>  
João Carlos C. Galvão<sup>1</sup>  
Aildson Pereira Duarte<sup>1</sup>  
Walter H. Merege<sup>2</sup>  
Lina Leme Cesário Garcia<sup>3</sup>

INTRODUÇÃO

A interação de cultivares (Cv) com ambientes (A) é um problema que deve merecer atenção dos melhoristas de milho. Seu estudo através da Análise de Estabilidade pode auxiliar os procedimentos de recomendação de cultivares. O cultivo do milho em sucessão a uma cultura de Verão, nos meses de janeiro a março (Safrinha), vem aumentando de maneira expressiva no Estado de São Paulo e concorre para aumento da interação Cv x A. A estabilidade é considerada como a capacidade dos genótipos de exibir desempenho o mais possível constante, em função das variações da qualidade ambiental (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). O termo **adaptabilidade** é usado para designar a capacidade potencial dos genótipos para assimilar vantajosamente o estímulo ambiental e conferindo vantagem do ponto de vista do rendimento agrícola.

Diversos métodos têm sido propostos para avaliação da estabilidade. O de EBERHART & RUSSELL (1966) baseia-se num coeficiente de regressão e numa variância dos desvios da regressão para caracterização (previsibilidade de respos-

<sup>1</sup> Instituto Agronômico de Campinas. Caixa Postal 28, CEP 13020-902, Campinas-SP.

<sup>2</sup> DEXTRU-CATI. Caixa Postal 960, CEP 13001-902, Campinas—SP.

<sup>3</sup> CATI - Fazenda de Milho Híbrido Ataliba Leonel. Caixa Postal 97. CEP 18800-000, Piraju-SP.

ta) de cada cultivar. VERMA *et alii* (1978) apresentaram uma técnica alternativa de regressão, que consiste no ajustamento de 2 segmentos de reta (modelo bi-segmentado), um para os ambientes inferiores (abaixo da média) e outro para ambientes superiores. A idéia é caracterizar cada material quanto o seu desempenho nos ambientes sob **stress** ou baixa tecnologia, e também nos ambientes melhores, sem stress ou com melhor tecnologia. Assim, um cultivar ideal é definido como aquele que apresenta alta produtividade associada com alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e é capaz de responder satisfatoriamente à melhoria das condições ambientais.

Mais recentemente, SILVA & BARRETO (1985) e CRUZ *et alii* (1989) aprimoraram a tecnologia de VERMA *et alii* (1988), mantendo a estrutura de estimação de 2 coeficientes de regressão para cada cultivar ou material genético. O modelo proposto por CRUZ *et alii* (1989) proporciona considerável simplificação na obtenção dos parâmetros de estabilidade e das somas de quadrados, prevê estimativas com desvios padrões menores e elimina a correlação residual existente entre os parâmetros de estabilidade do método de SILVA & BARRETO (1985). Diversos autores (COELHO *et alii*, 1988; SOUZA *et alii*, 1991; CARVALHO *et alii*, 1992) têm utilizado a análise de estabilidade para identificar cultivares de milho mais estáveis frente às variações do ambiente (locais, épocas de plantio, etc.).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a estabilidade fenotípica da produção de grãos de 14 cultivares de milho, pelo método de CRUZ *et alii* (1989), em 13 locais do Estado de São Paulo, no ano agrícola 92/93. Os ensaios foram conduzidos em 7 locais nos Testes Regionais de Verão (considerado como "ambiente favorável") e em 6 locais na Safrinha (considerada como "ambiente desfavorável"), o que possibilita a caracterização dos materiais nas duas condições de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 14 cultivares de milho quanto à produ

vidade de grãos nos Testes Regionais de Verão (plantio em out./nov. de 1992) e Safrinha (plantio em março de 1993), apresentados a seguir

Cultivares	Tipo <sup>1</sup>	Empresa
01. C-805	HT	Sementes Cargill Ltda.
02. C-701	HD	Sementes Cargill Ltda.
03. AG-612	HT	Sementes Agroceres S.A.
04. AG-122	HD	Sementes Agroceres S.A.
05. Contimax 322	HT	Zeneca Sementes
06. XL 380	HT	Braskalb Agrop. Bras. S.A.
07. XL 604	HD	Braskalb Agrop. Bras. S.A.
08. Dina 170	HT	Dinamilho-Carol
09. Dina 70	HT	Dinamilho-Carol
10. BR 201	HD	CNPMS-EMBRAPA
11. G-600	HT	Soc. Agrícola Germinal
12. G-85	HT	Soc. Agrícola Germinal
13. AL 25	V	CATI
14. IAC 8214	HD	IAC

<sup>1</sup> HT = Híbrido triplo; HD = Híbrido duplo; V = Variedade.

Os ensaios da época de Verão foram conduzidos em 7 locais do Estado de São Paulo: Campinas, Cerquilha, Vargem Grande do Sul, Mococa, Porto Ferreira, Tarumã e Pedrinha; e os ensaios de Safrinha, em 6 locais: Ituverava, Ibirarema, Manduri, Nuporanga, Ipuã e Campos Novos Paulista. Foram utilizados três blocos ao acaso, com parcelas de 4 linhas de 5,0 m espaçadas de 0,90 m, com 5 plantas/m (Verão) e 3 plantas/m (Safrinha). Obteve-se uma análise de variância conjunta para verificar a existência e magnitude da Interação Cultivar x Ambiente. Posteriormente, foram estimados parâmetros de estabilidade fenotípica da produção de grãos pelo método de CRUZ et alii (1989). Também foi feita análise de estabilidade, separadamente, para o plantio de outubro/novembro (7 locais) e de Safrinha (6 locais), pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966), com a finalidade de

verificar se os cultivares de baixa previsibilidade (F Desvio significativo) se comportavam de modo semelhante em ambas as épocas de plantio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **TABELA 1** apresenta a produtividade média dos materiais (kg/ha), os tipos de solo e características de clima dos locais onde foram conduzidos os ensaios de avaliação de cultivares de milho. Os baixos valores de produtividade na Safrinha parecem ocorrer devido as baixas temperaturas médias mínimas e à deficiência hídrica no período de inverno.

A **TABELA 2** apresenta a análise conjunta da variância dos dados de produtividade de grãos com desdobramento da interação Cv  $\times$  A. Houve diferenças significativas para os efeitos de blocos/ambiente, ambiente e interação Cv  $\times$  A, indicando que os cultivares apresentaram comportamento relativo diferente no plantio de outubro/novembro e de Safrinha. A significância da interação Cv  $\times$  A é uma premissa necessária para fazer o estudo da estabilidade fenotípica. Ainda, os testes de hipótese para o efeito de ambientes dentro de cultivares indicam que este foi significativo para todos os cultivares, possibilitando o estudo da estabilidade, pela regressão, dentro de todos os cultivares.

As produtividades médias no Verão e na Safrinha dos cultivares estudados estão relacionadas na **TABELA 3**. Observa-se que houve maior amplitude de variação no plantio de outubro/novembro (5803 a 7507 kg/ha), provavelmente devido à ocorrência de veranico em Pedrinha e Tarumã, enquanto que na Safrinha houve menores diferenças de produtividade entre os cultivares (2554 a 3355 kg/ha). Através do Teste de Duncan a 5% (**TABELA 3**), verificou-se que os cultivares Dina 170, C-805, AG-612 e AG-122 foram os mais produtivos nas 2 condições de plantio. Já o C-701, Dina 70, G-600, BR 201 e G-85 não diferiram dos materiais de maior produtividade na Safrinha, mas foram menos produtivos no Verão.

A análise da estabilidade permite melhor caracterização

**TABELA 1.** Produtividade média (kg/ha), tipos de solo e características de clima dos locais onde foram conduzidos os ensaios de avaliação dos cultivares de milho (1992/93).

Locais	Produtividade (kg/ha)	Solo	Temperatura Média		Precipitação (mm)
			Mínima	Máxima	
			---- out./92	- mar./93	-----
Campinas	8625	LRe	18,2	28,5	206,5
Vargem Grande do Sul	6852	LR	18,8	28,3	181,6
Cerquilha	7974	...	18,2	27,5	214,5
Mococa	6746	LVA	18,8	28,3	181,6
Porto Ferreira	6432	...	18,8	28,3	181,6
Tarumã	6042	LRe	19,1	30,8	156,4
Pedrinha	5391	LRe	19,1	30,8	156,4
			-----	fev./jul./93	-----
Ituverava	4160	LRe	15,7	27,6	146,7
Ibirarema	2519	LVE	14,6	28,0	121,2
Manduri	3600	LR	14,2	27,2	128,7
Nuporanga	3534	LR	15,7	27,6	146,7
Ipua	1985	LR	15,7	27,6	146,7
Campos Novos Paulista	2571	...	14,6	28,0	121,2

**TABELA 2.** Análise de variância conjunta dos treze ambientes quanto à produção de grãos (kg/ha).

Causa de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos/Ambientes	26	829.760	2,00**
Ambientes (A)	12	201.454.742	206,50**
Cultivares (Cv)	13	4.143.552	4,25**
Interação Cv × A	156	975.552	2,35**
Resíduo médio	338	415.331	
-----			
A + (Cv × A)	168	15.295.705	
-----			
A/Cv. 1	12	19.143.352	46,09**
A/Cv. 2	12	13.234.237	31,86**
A/Cv. 3	12	17.645.154	42,48**
A/Cv. 4	12	15.561.225	37,47**
A/Cv. 5	12	14.712.384	35,42**
A/Cv. 6	12	21.402.460	51,53**
A/Cv. 7	12	17.065.270	41,09**
A/Cv. 8	12	19.143.588	46,09**
A/Cv. 9	12	16.290.399	39,22**
A/Cv. 10	12	12.967.531	31,22**
A/Cv. 11	12	13.333.527	32,11**
A/Cv. 12	12	12.555.561	30,23**
A/Cv. 13	12	9.332.633	22,47**
A/Cv. 14	12	11.750.341	28,29**

\*\* = Significativo ao nível de 1%.

**TABELA 3.** Média geral (MG), média no ambiente inferior (MI) e média no ambiente superior (MS) da produção de grãos dos 14 cultivares de milho (1992/93).

Cultivar	Tipol	MG	MI	MS
Dina 170	HT	5.570	3.355 a	7.469 a
Cargill 805	HT	5.490	3.198 a	7.507 a
Agroceres 612	HT	5.392	3.160 a	7.306 ab
Agroceres 122	HD	5.364	3.268 a	7.161 abc
Cargill 701	HD	5.219	3.239 a	6.915 bc
XL 380	HT	5.184	2.741 bc	7.277 ab
Dina 70	HT	5.121	3.206 a	6.762 bc
Germinál 600	HT	5.096	3.211 a	6.711 c
Contimax 322	HT	5.083	3.019 ab	6.852 bc
BR 201	HD	5.082	3.120 a	6.764 bc
Germinál 85	HT	5.006	3.068 a	6.667 c
XL 604	HD	4.930	2.705 c	6.897 bc
AL 25	V	4.700	3.076 a	6.092 d
IAC 8214	HD	4.304	2.554 c	5.803 d
Média		5.110	3.061	6.866
CV			14,46%	11,31%

1 HT = Híbrido Triplo; HD = Híbrido Duplo; V = Variedade.  
Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

dos cultivares em relação à produtividade nos ambientes estudados. A **TABELA 4** apresenta as estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo CRUZ et alii (1989) e os coeficientes de determinação para os 14 cultivares avaliados. Os cultivares AG-122, C-701, XL 380, BR 201, G-85, XL 604, AL 25 e IAC 8214 apresentaram estabilidade de produção (F do desvio não significativo), tendo-se destacado entre eles o AG-122, pois: **a)** apresenta média maior do que a de todos os demais materiais nas duas épocas de plantio; **b)** É responsivo à melhoria das condições ambientais ( $B1 + B2 > 1,0$ ); **c)** Ajusta-se bem ao modelo bi-segmentado (alto coeficiente de determinação). Dentre os materiais de alta estabilidade, o C-701, BR 201 e G-85 se adaptaram melhor à Safrinha ( $B1 < 1,0$ ), não demonstrando resposta à melhoria do ambiente ( $B1 + B2 < 1,0$ ) (**TABELA 4**).

Observando-se as **TABELAS 2 e 4**, pode-se concluir que os cultivares mais produtivos (Dina 170, C 805 e AG-612) tiveram baixa previsibilidade de produção (F desvio significativo) nos ambientes estudados.

A **TABELA 5** apresenta a análise da estabilidade pelo método EBERHART & RUSSELL (1966), separadamente para os plantios de Verão e Safrinha. Dentre os materiais que apresentaram baixa estabilidade pelo modelo CRUZ et alii (1989), a análise da **TABELA 5** mostra que: **a)** Apenas o C 805 e o AG-612 apresentaram desvios da regressão significativos nas 2 épocas de plantio; **b)** Os cultivares Dina 170, Cx 322, G-600 e XL 604 foram estáveis apenas na Safrinha (variância dos desvios da regressão não significativa); **c)** o Dina 70 foi estável somente no Verão.

Um aspecto importante nos ambientes superiores é que o cultivar responda à melhoria da qualidade ambiental. Pela **TABELA 4** observa-se que os mais responsivos foram: Dina 170, XL 380, Dina 70 e IAC 8214 ( $B1 + B2 > 1,0$ ). Ressalta-se que a avaliação dos cultivares quanto à estabilidade e quanto à resposta à melhoria do ambiente deve ser feita simultaneamente à análise das produtividades médias, para se chegar a uma discriminação satisfatória dos cultivares.



**TABELA 4.** Estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de CRUZ et alii (1989), para 14 cultivares de milho em 13 ambientes, no ano agrícola 1992/93.

Cultivar	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> + B <sub>2</sub>	R <sup>2</sup> %	F	Desvio#
Dina 170	1,07	0,25	1,31*	91,08	4,94**	
Cargill 805	1,14*	-0,09	1,05	95,79	2,33**	
Agroceres 612	1,09	-0,18	0,91	92,80	3,67**	
Agroceres 122	1,03	-0,03	1,06	98,84	0,52	
Cargill 701	0,98	-0,21	0,76*	98,53	0,56	
XL 380	1,20*	0,06	1,26*	97,70	1,38	
Dina 70	0,93	0,67	1,60*	96,02	1,88**	
Contimax 322	1,02	-0,29	0,73*	95,63	1,86*	
Germinial 600	0,93	-0,06	0,87	91,33	3,34*	
BR 201	0,97	-0,20	0,77*	99,04	0,36	
Germinial 85	0,95	-0,32	0,63*	96,00	1,45	
XL 604	1,08	-0,11	0,96	95,30	2,32**	
AL 25	0,79*	0,09	0,88	98,36	0,44	
IAC 8214	0,84*	0,38	1,21*	98,06	0,66	

B<sub>1</sub> = Coeficiente de regressão nos ambientes inferiores;

B<sub>1</sub> + B<sub>2</sub> = Coeficiente de regressão nos ambientes superiores;

R<sup>2</sup>% = Coeficiente de determinação;

# = Valor do teste F para os Desvios da Regressão; \* e \*\*: significativo a 1% ou a 5%.

**TABELA 5.** Estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de EBERHART & RUSSELL (1961), para os 14 cultivares de milho em 1992/93.

Cultivar	Plantio de Verão		R <sup>2</sup> (%) <sup>3</sup>	Plantio de Safrinha		R <sup>2</sup> (%)
	b <sup>1</sup>	s <sup>2</sup> d <sup>2</sup>		b	s <sup>2</sup> d	
Dina 170	1,36*	984.279	69,2	0,85	-23.928	93,2
Cargill 805	1,04	319.089*	75,1	1,02	153.744*	80,4
Agroceres 612	0,92	665.361**	58,5	1,07	109.138*	84,7
Agroceres 122	0,87*	131.180	76,5	1,13*	34.772	91,5
Cargill 701	0,77*	-124.472	91,8	1,12	22.233	92,9
XL 380	1,27	152.604	86,8	1,27*	-13.978	96,2
Dina 70	1,63*	173.145	91,0	0,91	96.412*	81,8
Contimax 322	0,73*	249.367*	62,9	1,21*	14.800	93,4
Germinal 600	0,86*	697.796**	53,9	1,02	42.413	89,3
BR 201	0,78*	-145.643	94,0	1,11	-33.595	97,1
Germinal 85	0,66*	68.388	69,6	1,01	54.376	87,8
XL 604	0,98	420.219**	68,8	0,96	-56.212	98,9
AL 25	0,89	-122.005	93,5	0,71*	-19.982	90,4
IAC 8214	1,23*	-90.286	95,2	0,61*	-25.140	88,9

1 Coeficiente de regressão: significativo pelo teste t.

2 Estimativa da variância dos Desvios da Regressão, significativos pelo teste F a 5 e 1%.

3 Coeficiente de determinação.

Observou-se que os cultivares se ajustaram melhor ao modelo de CRUZ *et alii* (1989), devido aos maiores valores do coeficiente de determinação (TABELA 4).

## CONCLUSÕES

1. Metade dos cultivares (AG 122, C 701, XL 380, BR 201, G 85, AL 25 e IAC 8214) apresentou estabilidade de produção na Safrinha e no plantio de Verão, o que mostra a ampla adaptabilidade desses materiais.

2. Os híbridos mais produtivos (DINA 170, C 805 e AG 612) tiveram baixa previsibilidade de produção (F desvio significativo) nos ambientes estudados.

3. Alguns cultivares com baixa estabilidade pelo método de CRUZ *et alii* (1989) mostraram-se estáveis em uma das épocas de plantio (Verão ou Safrinha) quando se utilizou o modelo linear de EBERHART & RUSSELL (1969).

4. Houve diferença na resposta dos cultivares à melhoria das condições ambientais.

5. Os cultivares se ajustaram melhor ao modelo bisegmentado, para o qual foram encontrados os maiores coeficientes de determinação.

## RESUMO

Foram avaliados 14 cultivares de milho quanto à estabilidade fenotípica da produtividade de grãos pelo método de CRUZ *et alii* (1989), em plantios de Verão (out./ nov. 1992) e Safrinha (mar., 1993), em respectivamente 7 e 6 locais do Estado de São Paulo. Metade dos cultivares (AG 122, C 701, XL 380, BR 201, G 85, AL 25 e IAC 8214) apresentou estabilidade de produção, destacando-se neste grupo o AG 122, pela alta produtividade. Os cultivares mais produtivos (Dina 170, C 805 e AG 612) tiveram baixa previsibilidade de produção em pelo menos uma época de plantio. Houve diferença na resposta dos materiais à melhoria das condições ambientais. Os cultivares BR 201, G 85 e G 600 mostraram maior adaptabilidade para plantio no período

desfavorável de Safrinha ( $B1 < 1,0$ ), não respondendo à melhoria do ambiente ( $B1 + B2 < 1,0$ ). O Dina 70 e o Dina 170 foram os mais responsivos à condição favorável de plantio de Verão, porém mostraram baixa previsibilidade de produção (F desvio significativo). Os altos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2\%$ ) obtidos no modelo bisegmentado mostram que os dados de produção dos cultivares se ajustaram melhor a este modelo do que ao modelo linear.

**Palavras-chave:** Milho, cultivares, estabilidade, produção de grãos.

## SUMMARY

### STABILITY OF MAIZE CULTIVARS IN SUMMER AND OFF-SEASON IN REGIONAL TESTS IN THE STATE OF SÃO PAULO

Fourteen maize cultivars were evaluated for grain yield phenotypic stability according CRUZ *et alii* (1989). The yield trials were carried out in two environments, Summer (Oct./Nov./92) and Off-Season (Mar./93), in respectively 7 and 6 locations of the State of São Paulo, Brazil. Fifty percent of the cultivars (Ag 122, C 701, XL 380, BR 201, G 85, AL 25 and IAC 8214) showed yield stability, with a special mention to AG 122 that had a high yield ability. The highest yielding cultivars (Dina 170, C 805 and AG 612) were of low predictability for yield in at least one planting date. The cultivars showed different responses to an improvement of the environments. Cultivars BR 201, G 85 and G 600 showed greater adaptability to the less favorable Off-Season environment ( $B1 < 1,0$ ), and did not react to an improved environment ( $B1 + B2 < 1,0$ ). Dina 70 and Dina 170 were the most responsive to a favorable Summer environment, but showed low yield predictability (significant F deviation). The high coefficients of determination ( $R^2\%$ ) observed are an indication that the cultivars fitted the bisegmental model.

**Key words:** Maize, cultivars, stability, yield.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, W.L. de; R. MAGNAVACA & M.L.S. LEAL, 1992. Estabilidade da Produção de Cultivares de Milho no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 27(7): 1073-1082.
- COELHO, A.M.; A.R. de MORAIS; E.E.G. e GAMA ; B.G. SILVA; W.M. de O. CORNÉLIO, 1988. Estimativa da Estabilidade de Produção em Cultivares de Milho para o Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 23(9): 1015-1024.
- CRUZ, C.D.; R.A.A. TORRES & R. VENCOVSKY, 1989. An Alternative Approach to the Stability Analysis Proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 12(3): 567-580.
- EBERHART, S.A. & W.A. RUSSELL, 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. **Crop Science**, Madison, 6: 36-40.
- SOUZA, F.R.S.; M.A.P. RAMALHO; A.C. de OLIVEIRA; L. M.A. SANS, 1991. Estabilidade de Cultivares de Milho em Diferentes Épocas de Plantio em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26(6): 885-892.
- STORCK, L. & R. VENCOVSKY, 1992. Novo Modelo para Avaliação da Estabilidade de Cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 27(8): 1201-1211.
- VENCOVSKY, R. & P. BARRIGA, 1992. Componentes da Variação Fenotípica: Análise em Vários Ambientes. In: **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética. 469p.
- VERMA, M.M.; G.S. CHAHAL & B.R. MURTY, 1978. Limitations of Conventional Regression Analysis: A Proposed Modification. **Theoretical and Applied Genetics**, 53:89-91.