

ESTIMATIVA DA ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO EM CULTIVARES DE MILHO PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS¹

ANTÔNIO MARCOS COELHO², AUGUSTO RAMALHO DE MORAIS³, ELTO EUGENIO GOMES E GAMA⁴,
BERNARDO GONÇALVES DA SILVA e WANDA MARIA DE O. CORNÉLIO⁵

RESUMO - Foi estudada estabilidade da produtividade de grãos de 28 híbridos de linhagens, quatro híbridos intervarietais e quatro variedades de milho (*Zea mays* L.), em doze regiões do Estado de Minas Gerais. As cultivares Cargill 115, Dekalb 678, Cargill 525, Germinal 15C, Cargill 111 S e Cargill 511 A, apresentaram boa produtividade. De acordo com o parâmetro de estabilidade (b) as cultivares Germinal 491, Germinal 493, CMS 12, Cargill 203, Pioneer 3218, Pioneer 3216, Pioneer 6875 e Agrocerec 352 F, apresentaram alta estabilidade. As cultivares Germinal 493, Cargill 511 A, Pioneer 3216 e Agrocerec 302 apresentaram os menores valores para os desvios da regressão (S^2d). As cultivares Cargill 511 A, Pioneer XCH 36 e Agrocerec 303 apresentaram ampla estabilidade de produção de acordo com os parâmetros de estabilidade estudados. As variedades de polinização aberta CPJ VI e CMS 12, CMS 06 e IAC Maya XXI foram mais e menos estáveis na resposta ao ambiente, respectivamente.

Termos para indexação: *Zea mays*, variedade, híbrido, interação genótipo-ambiente.

STABILITY ESTIMATES FOR YIELD IN MAIZE CULTIVARS FOR THE STATE OF MINAS GERAIS

ABSTRACT - Yield stability of 28 hybrids, four intervarietal hybrids and four open pollinated varieties was studied at twelve environments in the State of Minas Gerais, Brazil. The cultivars Cargill 115, Dekalb 678, Cargill 525, Germinal 15C, Cargill 111 S and Cargill 511 A showed the best yielding performance. In accordance to the stability parameter (b) the cultivars Germinal 491, Germinal 493, CMS 12, Cargill 203, Pioneer 3218, Pioneer 3216, Pioneer 6875 e Agrocerec 352 F showed high yield stability. According to regression deviation (S^2d), Germinal 493, Cargill 511 A, Pioneer 3216 and Agrocerec 302 showed the least values. The cultivars Cargill 511 A, Pioneer XCH 36 and Agrocerec 303 were the best for yield stability for all three parameters. The open pollinated varieties CPJ VI and CMS 12, CMS 06 and IAC Maya XXI were more and less stable to environmental response, respectively.

Index terms: *Zea mays*, variety, hybrid, genotype x environment interaction.

INTRODUÇÃO

O comportamento, ou grau de adaptabilidade de materiais genéticos a determinados ambientes, é de grande importância para a avaliação do valor agrônomico das cultivares para o produtor de sementes, como também para o agricultor produtor de grãos.

A estabilidade da produtividade de grãos de cultivares em grande amplitude de condições de ambiente, tem sido relevante para avaliar o potencial de genótipos conforme enfatizam Finlay

& Wilkinson (1963) e Gill & Singh (1982). Permite, pois, a identificação de cultivares que interagem o menos possível com os ambientes. Usualmente uma cultivar é considerada estável caso apresente pequenas variações no seu comportamento geral, quando avaliada sob diferentes condições ambientais (Oliveira 1976, Oliveira & Bogarin 1982).

Segundo Gama (1978) amplos esforços devem ser feitos no sentido de identificar genótipos que possuem alta estabilidade para produção em variados ambientes e, Oliveira (1976) considera a utilidade de materiais pouco sensíveis às variações de ambiente para os pequenos produtores, que carecem de recursos para aplicação de um nível de tecnologia adequado.

Vários métodos têm sido propostos para avaliar os efeitos individuais de genótipos sob diferentes condições ambientais. Entre esses, o método de análise da estabilidade proposto por Eberhart & Russell (1966) tem sido largamente utilizado

¹ Aceito para publicação em 10 de março de 1988.

² Eng. - Agr., M.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPMS.

⁵ Eng. - Agr., EPAMIG. Caixa Postal 295 CEP 35700 Sete Lagoas, Mg.

para o estudo da interação genótipo x ambiente. Este método, permite a separação da interação genótipo x ambiente de cada cultivar em duas partes: a variação em virtude da resposta da cultivar variando os índices ambientais e, os desvios de regressão em relação aos índices ambientais. Neste modelo, a estabilidade de cada cultivar é descrita pelos parâmetros: produtividade média (m_i), coeficiente de regressão (b_i) e desvios de regressão ($S^2 d$) e, os autores estabeleceram como ideal uma cultivar que tenha alta produtividade média de grãos, coeficiente de regressão unitário ($b_i = 1$) e desvios de regressão o menor possível ($S^2 d = 0$).

Com relação aos parâmetros de estabilidade de Eberhart & Russell (1966), Paroda & Hayes (1971), consideraram que o coeficiente de regressão (b) é uma medida da resposta de uma cultivar particular, enquanto o desvio de regressão ($S^2 d$) como uma medida de estabilidade; assim, cultivar com menor desvio de regressão é de natureza mais estável. Oliveira (1976), estudando comparativamente seis métodos usados na determinação da estabilidade da produtividade de grãos de cultivares de milho, concluiu que os métodos de Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russell (1966) foram os mais informativos, uma vez que consideram as respostas dos materiais testados em diferentes níveis de condições ambientais, enquanto os métodos de Plaisted & Peterson, Wricke e o tradicional são pouco informativos, pois seus parâmetros de estabilidade informam apenas a magnitude de variação das cultivares para as condições ambientais médias. Carvalho (1980), quando comparou diferentes métodos para estimar a estabilidade de genótipos de trigo submetidos a diferentes ambientes, concluiu que os métodos mais eficientes são aqueles que utilizam três parâmetros.

Scott (1967) avaliou a eficiência da seleção para estabilidade em milho, considerando material estável aquele que apresenta menor variação na produção em todos os ambientes e, aquele que não muda o comportamento quando avaliado em muitos ambientes, concluindo que, a seleção para estabilidade da produção, como definida, foi eficiente.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a estabilidade da produtividade de grãos, para

36 cultivares de milho, em diferentes regiões edafo-agroclimáticas do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.), em kg/ha, fornecidos pelo Ensaio Regional de Avaliação de Cultivares de Milho, conduzidos em doze locais do Estado de Minas Gerais, pelo Programa Estadual de Pesquisa de Milho da EPAMIG no ano agrícola de 1984/85 (Tabela 1).

Em cada ensaio foram utilizadas 36 cultivares de milho; materiais provenientes de firmas produtoras de sementes e entidades oficiais de pesquisa com milho no Brasil (Tabela 2).

O delineamento experimental utilizado foi em Látice simples duplicado 6 x 6 (quatro repetições), sendo as parcelas constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento espaçadas em 1,0 m e 0,40 m entre covas, com duas plantas por cova após desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais integrais de cada parcela perfazendo uma área útil de 10 m².

A adubação de plantio para todos os locais foi de 200 kg/ha da fórmula 4-30-16 de N, P₂O₅ e K₂O, com aplicação de 40 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, em cobertura 40 dias após a germinação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise conjunta da variância (Tabela 4), de acordo com metodologia proposta por Eberhart & Russell (1966), sendo o efeito de cultivares considerado fixo e de locais como aleatório. A estimativa da estabilidade fenotípica foi feita de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij} \text{ com } i = 1, \dots, 36 \text{ e } j = 1, \dots, 12$$

sendo Y_{ij} a produtividade média da i -ésima cultivar no j -ésimo local; m_i a produtividade média da i -ésima cultivar em todos os locais; b_i o coeficiente de regressão que mede a resposta da i -ésima cultivar à variação dos ambientes; I_j o índice ambiental do j -ésimo local, obtido pela diferença entre a média de cada local e a média geral; d_{ij} o desvio de regressão da i -ésima cultivar no j -ésimo local.

Assim,

$$m_i = (\sum_j Y_{ij})/12, I_j = (\sum_i Y_{ij})/36 - (\sum_{ij} Y_{ij})/(12 \times 36),$$

$$b_i = (\sum_j Y_{ij} I_j) / \sum_j I_j^2, s^2 d_i = (\sum_j d_{ij}^2) / 10 - \text{QME}$$

onde QME é o erro médio combinado.

As diferenças entre as produtividades médias das cultivares foram avaliadas pelo teste de Tukey (5%). A hipótese da linearidade dos coeficientes de regressão foi testada pelo teste t , o qual, também foi utilizado para comparar o coeficiente de regressão em relação à unidade

TABELA 1. Coordenadas geográficas, características de clima e solos dos locais onde foram conduzidos os ensaios de avaliação de cultivares de milho, no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85.

1-A. Características climáticas e coordenadas geográficas

Local	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)	Precipitação nov/84-mai/85 (mm)	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Ijaci	-	1445	1739	805	21°10'16"S	44°55'23"W
Guapé	-	-	-	-	20°47'42"S	45°55'26"W
Machado	19,70	1355	1374	781	21°41'00"S	45°56'00"W
S.S. Paraíso	20,00	1709	1314	1000	20°55'00"S	46°59'00"W
Ponte Nova	21,00	1250	1542	398	20°24'00"S	42°54'00"W
P. Morais	20,60	1403	1847	732	19°28'00"S	45°15'00"W
Felixlândia	22,00	1235	1194	614	18°45'52"S	48°58'48"W
Patos de Minas	20,50	1441	1345	896	18°36'00"S	46°31'00"W
Patrocínio	21,80	1372	1345	934	18°57'00"S	47°00'00"W
Uberaba	21,50	1623	1813	759	19°45'27"S	47°56'38"W
Rio P. Minas	-	-	-	775	15°38'45"S	42°31'15"W
G. Valadares	24,00	1098	1398	167	18°51'01"S	41°56'18"W

1-B. Tipos de solos e características químicas

Local	Solo	pH (água)	Al ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P	K ⁺	N. total	M.O.
			(mE/100 g)			ppm		%	%
Ijaci	LEd	6,4	0,10	5,50		3	60	-	-
Guapé	LEd	5,5	0,60	2,20	0,80	1,0	114	-	2,55
Machado	LVd	5,0	0,25	2,25	0,40	4,0	70	-	-
S.S. Paraíso	LRd	5,8	0,10	2,10	0,40	5,0	18	-	-
Ponte Nova	A	5,3	0,05	3,00		2	36	-	-
P. Morais	LEd	5,2	0,10	2,68	0,30	5,0	54	0,12	2,36
Felixlândia	LEd	5,6	0,00	3,20	0,25	8,0	101	0,11	2,20
Patos de Minas	LRe	5,2	0,10	1,56	0,48	53,0	104	0,13	2,54
Patrocínio	LEd	5,1	0,10	0,81	0,38	1	49	0,17	3,40
Uberaba	LEd	6,1	0,00	1,97	1,64	11,0	27	0,06	1,08
Rio P. Minas	-	4,6	0,90	4,60		5,0	111	-	-
G. Valadares	PE	5,6	0,00	2,56	1,17	19	135*	-	1,91

(Steel & Torrie 1960). A significância dos desvios de regressão foi determinada pelo teste F, entre os quadrados médios dos desvios de cada cultivar e o erro médio combinado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produtividades médias (kg/ha) de grãos de milho dos ensaios conduzidos no ano agrícola 1984/85, no Estado de Minas Gerais, estão apresentadas na Tabela 3. Observa-se que a produtividade de grãos teve ampla variação de 555 kg/ha

(Ag 352) em Prudente de Morais, a 6.960 kg/ha (Cargill 111 S) em Felixlândia. De modo geral, os ensaios tiveram boa condução, com exceção de Rio Pardo de Minas em virtude do déficit hídrico e de Prudente de Morais, que além de sofrer um forte veranico após germinação, faltou sementes para replanta de algumas cultivares, por exemplo a cultivar Ag 352. Nos demais locais os coeficientes de variação mantiveram-se em níveis médio (14,92% a 21,22%), de acordo com Pimentel-Gomes (1985).

Através da análise conjunta da variância (Tabe-

TABELA 2. Origem, tipo de cultivar, cor e tipo de grão e dias para florescimento das cultivares de milho, avaliadas no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85.

Cultivar	Origem	Tipo	Cor e tipo de grãos	Dias para florescimento
01. G-491	Germinal	H.D.	Am. semidentado	68
02. G-493	Germinal	H.D.	Am. semidentado	70
03. G 15C	Germinal	H.T.	Am. semidentado	69
04. CMS-12	CNPMS	Variedade	Am. dentado	65-68
05. CMS-06	CNPMS	Variedade	Am. dentado	65-68
06. A 1250	Asgrow	H.T.	Lar. semidentado	60-65
07. A 1255	Asgrow	H.T.	Am. semidentado	60-65
08. IAC Hmd 8222	IAC	H.T.	Lar. semidentado	70-75
09. IAC Hmd 8214	IAC	H.D.	Lar. semidentado	70-75
10. IAC Hmd 7974	IAC	H.D.	Am. semidentado	70-75
11. IAC Phoenyx B 520	IAC	H.I.	Lar. semidentado	70-75
12. IAC Maya XXI	IAC	Variedade	Am. dentado	70-75
13. Cargill 111-S	Cargill	H.D.	Am. semidentado	75-80
14. Cargill 115	Cargill	H.D.	Am. semidentado	75-80
15. Cargill 317	Cargill	H.D.	Am. dentado	75-80
16. Cargill 121	Cargill	H.D.	Lar. semidentado	75-80
17. Cargill 203	Cargill	H.D.	Am. dentado	75-80
18. Cargill 511-A	Cargill	H.D.	Am. dentado	60-65
19. Cargill 525	Cargill	H.D.	Lar. semidentado	60-65
20. Pioneer 3218	Pioneer	H.T. mod.	-	-
21. Pioneer 3216	Pioneer	H.T.	-	-
22. Pioneer 6875	Pioneer	H.D.	Am. semidentado	60
23. Pioneer XCH 36	Pioneer	H.D.	Am. semidentado	65
24. Dekalb 678	Dekalb	H.D.	Am. semidentado	63
25. Dekalb 605	Dekalb	H.D.	Am. semidentado	62
26. Dekalb 560	Dekalb	H.D.	Am. semidentado	64
27. Ag 403	Agroceres	H.D.	Lar. semidentado	72
28. Ag 302	Agroceres	H.D.	Am. dentado	68
29. Ag 303	Agroceres	H.D.	Am. dentado	65
30. Ag 352-F	Agroceres	H.D.	Am. dentado	72
31. Ag 401	Agroceres	H.D.	Lar. semidentado	70
32. Ag 352	Agroceres	H.D.	Am. dentado	72
33. CPJ VI	EPAMIG	Composto	Am. dentado	76
34. BR-300	CNPMS	H.I.	Am. semidentado	62-66
35. BR 301	CNPMS	H.I.	Am. semidentado	60-65
36. BR 302	CNPMS	H.T.C.	Lar. semidentado	64

H.I. = Híbrido intervarietal; H.D. = Híbrido duplo; H.T. = Híbrido triplo e H.T.C. = Híbrido topcross.

la 4), verificaram-se efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, de locais, cultivares e interação cultivares x locais, mostrando que as cultivares comportaram-se diferentemente nos diversos ambientes, embora o quadrado médio de ambientes (locais) seja maior que quadrado médio de cultivares. Quando se decompôs o efeito de locais dentro de cultivares, a interação cultivares x locais (linear) não mostrou significância; indican-

do que as cultivares apresentaram uniformidade de comportamento no tocante as suas reações às flutuações ambientais e, que seus coeficientes de regressão foram semelhantes entre si, evidenciando que houve pequena diferença genética entre as cultivares utilizadas.

Verificou-se, também, efeito significativo da parte atribuída aos desvios de linearidade, mostrando que as cultivares diferiram quanto a esse

TABELA 3. Produtividade média de grãos, em kg/ha, do Ensaio Regional de Avaliação de Cultivares de Milho, instalado no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85. EPAMIG, 1985.

Cultivares	Municípios											
	Patos de Minas	Patrocínio	Uberaba	Felixlândia	Governador Valadares	Prudente de Morais	Ponte Nova	Rio P. Minas	Ijaci	Guapé	Machado	S. Seb. Paraíso
01. Germinal 481	5000	4101	4168	6221	4599	5100	3484	4750	4886	4065	4096	5095
02. Germinal 493	4625	3831	4070	5506	4147	3240	3121	4525	4621	3338	4027	4443
03. Germinal 15C	5300	5103	5780	5888	5289	3828	2786	6075	6478	4585	4396	5938
04. CMS 12	5525	3485	4381	5358	4291	4130	3211	4325	4032	3563	3705	4135
05. Agron 1250	5275	3198	5219	6774	4248	3420	2583	4750	4807	4420	2926	3743
06. Agron 1236	4825	3863	3408	4620	3315	1380	3648	3800	4192	3830	3696	3283
07. IAC HMD 8222	4725	3292	3147	5380	2763	1528	3181	4000	4269	3440	3286	3168
08. IAC HMD 8214	4750	3038	3397	4924	2724	2275	3188	4700	4643	4080	3739	2718
09. IAC HMD 7974	5700	4142	3819	5400	3236	2070	3305	4450	4743	4720	3564	4573
10. IAC Phoenix 8520	4878	4010	5241	6377	3587	3040	4283	3425	5121	4905	4771	5590
11. IAC Maya XXI	5350	4694	5485	6292	3510	3745	3170	3600	6185	5050	4129	5808
12. Cargill 111-S	5800	5102	5188	6960	3726	4858	4289	3900	6097	4940	3968	5588
13. Cargill 115	6025	5372	6384	6072	4628	5490	3213	5225	5400	5230	4747	6093
14. Cargill 317	5625	3910	5308	5274	2188	2630	3624	3850	5340	4668	3872	5198
15. Cargill 121	5675	5152	5568	6057	3875	5518	2894	3650	5846	5568	4619	5400
16. Cargill 203	5825	4813	4521	5709	4691	4863	3413	4325	5037	5715	4189	5710
17. Cargill 511-A	6125	4864	5854	5895	4654	3940	3408	5375	5008	4758	3850	5373
18. Cargill 525	5750	4704	5607	6504	4286	5853	3203	5575	6403	4938	3655	5825
19. Pioneer 3218	6925	4914	5367	6241	3932	2758	3271	5600	4523	4413	3977	6543
20. Pioneer 3216	6450	4645	4754	6077	3695	2593	3285	3850	5153	3953	3925	4233
21. Pioneer 6875	5775	4441	4460	5446	3681	4746	3795	4275	4356	4133	3489	4723
22. Pioneer XCH 36	6550	4243	6072	5773	3846	4208	3938	4625	5039	4323	4324	5438
23. Dekalb 678	5625	6409	6390	6430	6370	4010	2980	4000	5566	5040	4825	6333
24. Dekalb 605	6000	5585	4632	6717	5417	3820	3518	3475	6148	4068	4015	5185
25. Dekalb 560	6470	4248	5442	6070	3308	4163	3171	6150	4878	5575	4021	5188
26. Agroceres 403	5350	4337	4318	5461	4441	2088	3329	3800	5558	4263	4293	4168
27. Agroceres 302	5850	5187	4629	5972	4473	3063	3059	4675	5022	4255	4214	4525
28. Agroceres 303	5825	5800	5835	5835	4153	3060	3879	4250	6407	4958	3928	4953
29. Agroceres 352-F	6250	5105	5156	6068	4733	2798	3658	4175	5721	4683	4384	3745
30. Agroceres 401	5350	4887	4487	5799	3957	3133	3883	4400	5996	4640	3450	4750
31. Agroceres 352	5460	4274	3188	5319	3022	0585	3325	4000	3369	3523	3604	1918
32. CPJ VI	5675	4301	4060	5510	3959	3563	3585	3950	4915	3863	2911	4173
33. BR 300	5300	4268	3634	4641	3656	1603	3220	4275	4931	3995	3423	3263
34. BR 301	5700	3835	4671	5368	4578	2903	3990	4875	5162	4285	3925	3943
35. BR 302	4875	4345	4648	5577	3851	1880	3869	4325	5600	3118	3146	3318
36. CMS 06	6075	5338	4576	5989	5083	1280	4028	4478	5870	4023	3816	5293
Média	5802	4498	4753	5789	4028	3288	3437	4428	5229	4411	3910	4707
CV (%)	14,93	17,28	17,77	15,00	16,88	30,91	20,80	31,44	18,46	18,30	21,22	16,82

TABELA 4. Análise conjunta da variância da produtividade de grãos (kg/ha) de 36 cultivares de milho, do Ensaio Regional de Avaliação de Cultivares de Milho, no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Locais	11	87.642.000 **
Repetição/Locais	36	10.122.040 **
Cultivares	35	12.035.550 **
Locais x Cultivares	385	1.470.668 **
Locais + Locais x Cultivares	(396)	
Locais (linear)	1	964.096.000 **
Cultivares x Locais (linear)	35	1.152.828
Desvios combinados	360	1.460.612 **
Erro médio ponderado	1.260	801.548

** Significância ao nível de 1%.

tipo de resposta e, que este parâmetro é de grande importância na identificação de materiais genéticos que apresentam comportamentos previsíveis (desvios de regressão não significativos).

De acordo com o modelo de análise de estabi-

lidade proposto por Eberhart & Russell (1966), uma cultivar estável apresenta coeficiente de regressão (\hat{b}) igual à unidade, e desvios de regressão (S^2d) o menor possível. Quando \hat{b} é significativamente menor que 1,0 ($\hat{b} < 1,0$) significa que a cultivar apresenta pouca sensibilidade às oscilações ambientais e maior especificidade na adaptação a ambientes de baixa produtividade, não sofrendo grandes prejuízos em condições mais desfavoráveis de cultivo. Um valor de \hat{b} significativamente maior que a unidade ($\hat{b} > 1,0$), indica que a cultivar apresenta reação positiva com a utilização de técnicas que promovam melhoria do ambiente, sendo recomendada somente para condições favoráveis de cultivo. Um $\hat{b} = 1,0$ caracteriza comportamento diretamente proporcional à melhoria de ambiente, ou seja, se associado à alta produção, a cultivar tem capacidade geral de adaptação e, à baixa produção, é pobremente adaptada para todos ambientes (Finlay & Wilkinson 1963, Santos & Vello, 1979).

Com relação ao efeito não linear, elevados desvios da linearidade indicam que a cultivar sofre

grandes oscilações em torno do comportamento previsto pela linha de regressão. Por outro lado, baixos desvios mostram cultivares que apresentam produtividades mais próximas da reta e, portanto, previsíveis. No entanto, apenas o desvio da linearidade não indica uma cultivar estável (Santos & Vello 1979, Santos et al. 1982).

Não se obteve coincidência na magnitude dos valores estimados, entre coeficientes de regressão, desvios de regressão e produtividade média de grãos (Tabela 5). O maior valor de (\hat{b}) obtido foi para a cultivar Pioneer 3218 ($\hat{b} = 1,384$) e o menor para Germinal 491 ($\hat{b} = 0,545$); o maior desvio foi a cultivar Agroceres 352 ($S^2d = 821280$) e o menor Agroceres 401 ($S^2d = 107867$) enquanto a produtividade média de grãos variou de 3.379 kg/ha (Agroceres 352) a 5.406 kg/ha (Cargill 115). Não houve correlação significativa entre os parâmetros; produção média vs (\hat{b}) ($r = 0,0306$), produção média vs desvios ($r = 0,0708$) e (\hat{b}) vs desvios ($r = 0,0117$), mostrando que estes parâmetros foram independentes na classificação das cultivares.

As cultivares Cargill 115, Dekalb 678, Cargill 525, Germinal 15C, Cargill 111-S, Cargill 511-A, Cargill 121, Cargill 203, Dekalb 560, Dekalb 605, Agroceres 303, Pioneer XCH 36, Pioneer 3218 e IAC Maya XXI podem ser consideradas como de ampla adaptabilidade, pois se classificaram com as maiores produtividades (kg/ha), além de possuírem valores (\hat{b}) semelhantes à unidade, com exceção de Cargill 203 ($\hat{b} = 0,653$) e Pioneer 3218 ($\hat{b} = 1,384$), cujos coeficientes de regressão foram significativos, ao nível de 10% de probabilidade.

As cultivares Germinal 491, Germinal 493, Cargill 203, Pioneer 6875 e CMS 12 apresentaram valores de (\hat{b}) significativamente inferiores à unidade, sendo, portanto, materiais com adaptabilidade para ambientes desfavoráveis; no entanto, as cultivares Germinal 491 e Cargill 203, com produtividades maiores que a média geral, apresentaram desvios (S^2d) significativos, mostrando-se pouco previsíveis quanto à produção de grãos. Por outro lado, as cultivares Pioneer 3218, Pioneer 3216 e Agroceres 352-F mostraram valores de (\hat{b}) significativamente maiores que a unidade, sendo, desse modo, materiais exigentes quanto à melhoria de

ambientes; porém, Pioneer 3218 e Agroceres 352 F, com produtividade acima da média, apresentaram (S^2d) significativos. As demais cultivares apresentaram valores de (\hat{b}) não significativamente diferentes de 1,0.

Os desvios de regressão (S^2d) das cultivares Germinal 493, CMS 12, IAC Hmd 8222, IAC Hmd 7974, Cargill 317, Cargill 511-A, Pioneer 3216, Pioneer 6875, Pioneer XCH 36, Agroceres 403, Agroceres 302, Agroceres 303, Agroceres 401, CPJ VI e BR 301 apresentaram valores não significativos, mostrando poucas oscilações no comportamento previsto pela regressão. As cultivares Germinal 493, Cargill 511-A, Agroceres 302 e Agroceres 401 mostraram os menores valores de (S^2d), enquanto Agroceres 352, CMS 06, Cargill 121, Dekalb 678, Cargill 525, Dekalb 560, Pioneer XCH 36, Germinal 15C e Asgrow 1250 apresentaram os maiores valores para este parâmetro.

As cultivares Agroceres 352, IAC Hmd 8222, Asgrow 1255, IAC Hmd 8214 e BR 300 apresentaram as menores produtividades médias, valores de (\hat{b}) não significativamente diferentes da unidade e desvios de regressão significativos, com exceção da cultivar IAC Hmd 8222 cujo desvio foi não significativo.

Os materiais genéticos que mostraram maior capacidade de responder progressivamente à melhoria das técnicas de cultivo foram Cargill 511-A, Pioneer XCH 36 e Agroceres 303, além de terem exibido alta capacidade de produção de grãos, apresentaram valores de (\hat{b}) não significativamente diferentes da unidade e desvios de regressão não significativos.

Tratando-se de variedades de polinização aberta, a variedade CMS 12 é um material para ambiente desfavorável, enquanto a variedade CMS 06 é um material mais exigente quanto à melhoria do ambiente. As variedades CPJ VI e CMS 12 apresentaram comportamento mais previsível, enquanto IAC Maya XXI e CMS 06 menos previsíveis.

A Fig. 1, ilustra as diferenças de estabilidade de quatro cultivares de milho, que apresentaram coeficiente de regressão significativamente diferentes da unidade, e suas performances quanto à variação dos índices ambientais. Pioneer 3216 é uma cultivar exigente quanto à melhoria de ambiente ($\hat{b} = 1,36$); nota-se que este material

TABELA 5. Produtividade média de grãos, percentagem em relação a média geral, coeficientes de regressão linear e respectivos desvios padrões e desvios de regressão de 36 cultivares de milho, no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85.

Cultivar	Produtividade média de grãos ¹		Coeficiente de regressão ² b ± d.p.	Desvio de regressão ³ S ² d
	kg/ha	%		
01. Cargill 115	5406a	120	0,847 ± 0,255	236526**
02. Dekalb 678	5273ab	117	1,078 ± 0,311	445947**
03. Cargill 525	5184abc	115	0,936 ± 0,295	383794**
04. Germinal 15C	5121abcd	114	1,029 ± 0,283	336079**
05. Cargill 111-S	5034abcde	112	0,986 ± 0,244	197953**
06. Cargill 501-A	5001abcde	111	1,063 ± 0,140	-68373
07. Cargill 121	4985abcdef	111	0,801 ± 0,318	475175**
08. Cargill 203	4892abcdefg	109	0,653 ± 0,224	137022**
09. Dekalb 560	4889abcdefg	108	1,086 ± 0,289	359427**
10. Dekalb 605	4880abcdefgh	108	1,147 ± 0,266	272232**
11. Agrocere 303	4875abcdefgh	108	1,141 ± 0,193	49939
12. Pioneer XCH 36	4798abcdefghi	106	0,926 ± 0,187	34247
13. Pioneer 3218	4788abcdefghi	106	1,384 ± 0,227 ⁺	144976**
14. IAC Maya XXI	4752abcdefghi	105	1,195 ± 0,236	172958**
15. Germinal 491	4629bcdefghi	103	0,545 ± 0,233 [*]	162044**
16. IAC Phoenix B 520	4610bcdefghi	102	0,913 ± 0,267	278586**
17. Agrocere 352 F	4581bcdefghi	102	1,321 ± 0,209 ⁺	91712 [*]
18. Agrocere 302	4561cdefghi	101	1,052 ± 0,129	-88961
19. CMS-06	4541cdefghij	101	1,214 ± 0,320	486647**
20. Agrocere 401	4525cdefghij	101	0,990 ± 0,118	-107867
21. Pioneer 6875	4447defghij	99	0,608 ± 0,194 [*]	50481
22. BR-301	4435defghij	98	0,850 ± 0,176 [*]	7375
23. Pioneer 3216	4374efghijk	97	1,363 ± 0,134 [*]	-80037
24. Cargill 317	4374efghijk	97	1,110 ± 0,192	45885
25. Agrocere 403	4284fghijkl	95	1,081 ± 0,187	32731
26. Asgrow 1250	4263ghijkl	94	1,239 ± 0,276	307934**
27. CMS-12	4176hijklm	93	0,642 ± 0,197 [*]	60351
28. IAC Hmd 7974	4127ijklm	92	1,170 ± 0,183	24193
29. Germinal 453	4125ijklm	92	0,743 ± 0,194 ⁺	-54382
30. BR-302	4121ijklm	91	1,191 ± 0,218	117862
31. CPJ VI	4120ijklm	91	0,923 ± 0,175	4692
32. BR-300	3836jklmn	85	0,986 ± 0,227	145487**
33. IAC Hmd 8214	3681klmn	82	0,859 ± 0,257	243220**
34. Asgrow 1255	3657lmn	81	0,847 ± 0,225	137461**
35. IAC Hmd 8222	3513mn	78	1,099 ± 0,199	65013
36. Agrocere 352	3379n	75	0,958 ± 0,391	821280**
Média	4507	100	1,000 ± 0,208	
CV (%)	19,86			

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey (5%).

² *, * Significativamente diferente de 1, pelo teste t, aos níveis de 10% e 5%, respectivamente.

³ *, ** Significativamente maior que erro médio combinado, pelo teste F, aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

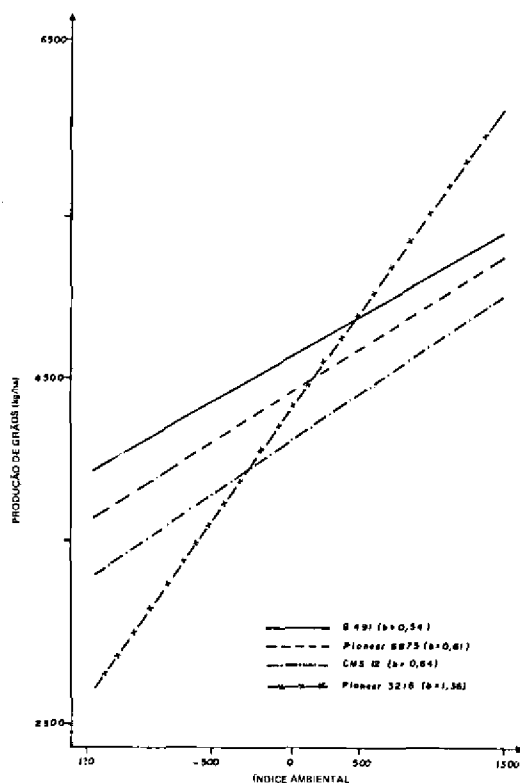


FIG. 1. Resposta de quatro cultivares de milho de acordo com a variação de locais, no Estado de Minas Gerais em 1984/85.

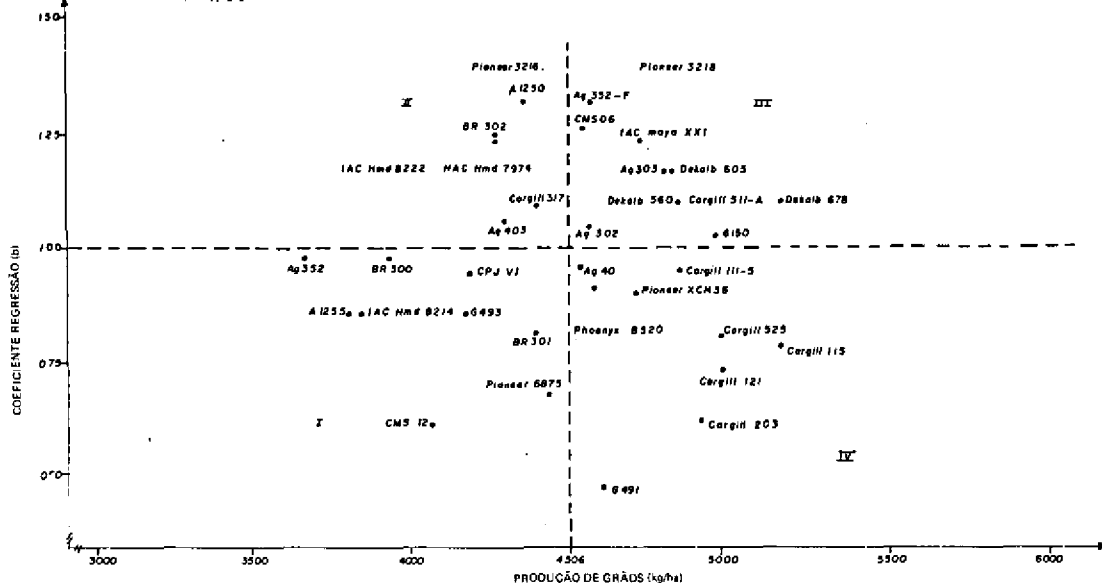


FIG. 2. Representação gráfica da relação entre as produções médias de grãos e coeficientes de regressão (b) de 36 cultivares de milho no Estado de Minas Gerais, ano agrícola 1984/85.

teve produtividade de grãos menor, porém, não significativa, que Germinal 491, Pioneer 6875 e CMS 12, nos ambientes de baixa produtividade e, consistentemente maiores, nos ambientes de maior produtividade.

A Fig. 2, relaciona as produtividades de grãos das cultivares com seus respectivos coeficientes de regressão, que a título de ilustração pode ser útil na visualização de cultivares estáveis. As cultivares do primeiro quadrante (I) são caracterizadas por boa adaptação a ambientes de baixas produtividades, menor que a média geral (produções baixas em ambientes ruins); as do segundo (II) como de baixas produtividades e exigentes à melhoria de ambiente (produções baixas em ambientes bons); enquanto as do terceiro (III) caracterizam-se por altas produtividades (maior que a média geral) associadas à melhoria ambiental, ou seja, cultivares exigentes (boas produções em bons ambientes) e, finalmente, as do quarto (IV) com altas produtividades e alta estabilidade, isto é, boa adaptação a ambientes desfavoráveis (boas produções em ambientes ruins).

Pode-se verificar (Fig. 2), por exemplo, que Cargill 115 e Cargill 525 (quadrante IV) se destacam com uma performance acima da média e boa adaptabilidade, enquanto Agroceres 352 (quadrante

te I) apresentou comportamento abaixo da média e baixa adaptabilidade.

Com base nos resultados obtidos pode-se fazer as seguintes considerações: houve uma grande variação de ambientes, os quais influenciaram bastante a exteriorização das características produtivas das cultivares estudadas; as cultivares Cargill 115, Dekalb 678 e Cargill 525, apesar de apresentarem as três maiores produções, mostraram menor capacidade adaptativa, em decorrência de seus desvios de regressão serem significativos; as cultivares Cargill 511-A, Agrocerec 303 e Pioneer XCH 36 revelaram uma excelente capacidade adaptativa, em razão de suas médias de produção estarem acima da média geral e de haverem apresentado coeficientes de regressão próximos de 1,0 e desvios de regressão não significativos; as cultivares Pioneer 6875, Agrocerec 401 e BR 301 apresentaram, também, boas características de adaptabilidade aos diversos ambientes estudados, porém, com produções médias um pouco menores.

Cumpra-se ressaltar, que melhores rendimentos de grãos, podem ser obtidos em experimentos com melhores precisões experimentais.

CONCLUSÕES

1. A cultivar Agrocerec 352, além de pouco produtiva, mostrou-se instável na resposta aos ambientes.
2. As cultivares Cargill 511-A, Agrocerec 303 e Pioneer XCH 36 se comportaram como as mais estáveis, com alta produtividade média, (\bar{b}) semelhante à unidade e baixos valores de ($S^2 d$).
3. As cultivares Germinal 491, Pioneer 6875 e CMS 12 foram as menos exigentes à melhoria do ambiente, com (\bar{b}) inferior a 1,0, enquanto Pioneer 3216, Agrocerec 352-F e Pioneer 3218 as mais exigentes, com (\bar{b}) superior à unidade.
4. As cultivares Agrocerec 401, Agrocerec 302, Pioneer 3216, Cargill 511-A e Germinal 493 apresentaram rendimentos mais previsíveis, com baixos ($S^2 d$).
5. As variedades de polinização aberta CMS 12 e CMS 06 são menos e mais exigentes quanto à melhoria do ambiente, respectivamente, e CPJ VI e Maya XXI foram mais e menos estáveis na resposta ao ambiente, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) na Fazenda Experimental de Ijacy-MG, aos pesquisadores Romeu Pereira dos Santos (EPAMIG de Machado), Flávio de Oliveira (EPAMIG de G. Valadares) e Silvio Julio (EPAMIG de Janaúba - Rio Pardo de Minas), condução dos trabalhos de campo.

Ao programa MG II nos municípios de Ijacy, Guapé, Machado e Rio Pardo de Minas, pelo apoio financeiro na execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, F.I.F. Uma análise comparativa entre diversos parâmetros estimativos de estabilidade em trigo (*Triticum aestivum* L.). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1980. 57p. Tese Mestrado.
- EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, Madison, 6: 36-40, 1966.
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, 14:742-54, 1963.
- GAMA, E.E.G. Stability analysis of single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.) produced from selected and unselected inbred lines. Ames, Iowa State University, 1978. 118p. Tese Doutorado.
- GILL, S.A. & SINGH, T.H. Stability parameters for yield and yield components in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 11:9-13, 1982.
- OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, UnB., 1976. 64p. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, A.C. & BOGARIN, G.P. Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 10, Guarujá, 1979. Anais. Brasília, EMBRAPA/Sociedade Internacional de Biometria, 1982. p.510-21.
- PARODA, R.S. & HAYES, J.D. An investigation of genotype-environment interactions for rate of ear emergence in spring Barley. *Heredity*, Londres, 26:157-75, 1971.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 11. ed. Piracicaba, Nobel, 1985. 466p.
- SANTOS, J.B. & VELLO, N.A. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de 12 cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. *Rel. Cient. I. Gen.*, Piracicaba, 13: 246-55, 1979.

- SANTOS, J.B.; VELLO, N.A. & RAMALHO, M.A.P. Stability of grain yield and of its basic components in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Bras. Genet.*, Ribeirão Preto, 5(4):761-72, 1982.
- SCOTT, G.E. Selecting for stability in maize. *Crop Sci.*, Madison, 7: 549-51, 1967.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedure of statistics. New York, McGraw. Hill, 1960. 481p.