

Influência do Índice Ambiental na Estimação de Parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade de Eberhart e Russell.

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

PACHECO C.A.P.¹, OLIVEIRA A.C.¹, GAMA E. E. G.¹, SANTOS M. X.¹, PARENTONI S. N.¹, MEIRELLES, W.F.¹, GUIMARÃES P. E. O.¹ e RIBEIRO, P.H.E.¹

¹Embrapa Milho e Sorgo – C.P.151, Sete Lagoas, MG, 35701-970. cleso@cnpms.embrapa.br

Palavras chaves: interação genótipos x ambientes, milho.

Introdução

Como o nome sugere, a interação genótipos x ambientes é própria dos genótipos e dos ambientes avaliados e precisa ser quantificada sempre que se proceder alterações em qualquer desses fatores, o que é uma rotina na vida do melhorista que, quando não está avaliando novos materiais está interessado no comportamento em diferentes anos.

A metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966), por sua eficiência e simplicidade de utilização, ainda é muito utilizada por diversos pesquisadores. A utilização do índice ambiental codificado em relação à média geral de todos os ambientes, cujo somatório é zero, proporciona a interessante característica de tornar a constante de regressão igual à média geral do genótipo, além de permitir que os ambientes possam ser classificados em favoráveis ou desfavoráveis em função de terem média superior ou inferior à média geral. Apesar dessa e de outras vantagens, o índice ambiental apresenta como principal restrição estatística o fato de não ser independente da observação Y_{ij} . O objetivo desse trabalho foi de verificar a influência do índice ambiental na análise e nas estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade por meio do intercâmbio de diferentes índices ambientais obtidos de quatro diferentes grupos de genótipos avaliados numa mesma série de ambientes.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados dos ensaios preliminares de cultivares de milho da Embrapa Milho e Sorgo, obtidos na safra 2000/2001 em nove ambientes nas regiões Sudeste e Centro-oeste. A identificação dos ambientes pode ser feita consultando-se as tabelas de resultados. Quatro grupos (A, B, C e QPM) de 25 genótipos, sendo 23 genótipos distintos mais duas testemunhas comerciais, comuns aos quatro grupos, foram avaliados em látice simples 5 x 5, em parcelas de duas fileiras de 5,0 m de comprimento. Depois das análises individuais, foram selecionados os ensaios cuja relação maior/menor erro efetivo não ultrapassasse o valor de sete, dentro de cada grupo de genótipo, de modo a se obter homogeneidade de variância residual. Posteriormente foram realizadas as análises de adaptabilidade e estabilidade, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966), descrita por Cruz e Regazzi (1994), por

meio do Programa GENES (Cruz, 1997), versão para DOS. Foram realizadas quatro análises de adaptabilidade e estabilidade para cada grupo de genótipos: uma com o próprio índice ambiental do grupo mais uma com cada um dos índices ambientais dos outros três grupos. Adicionalmente foi realizada uma análise de estratificação de ambientes pelo algoritmo de Lin (1982), descrita por Cruz e Regazzi (1994) para cada grupo de genótipos.

Resultados e Discussão

A simples classificação dos índices ambientais (IA) em ordem crescente evidencia que o ambiente 9 (Londrina) foi o mais favorável, enquanto que o ambiente 8 (Sete Lagoas – cerrado) foi o mais desfavorável para todos os quatro grupos (Tabela 1). Alguns ambientes, como o 2 (Birigui), variaram entre favorável e desfavorável dependendo do grupo de genótipos, indicando que a parte complexa da interação G x A pode variar com o grupo de genótipos avaliados, o que pode ser um complicador nos estudos de estratificação de ambientes. Um ponto interessante de se observar é a ocorrência ou não de simetria entre os índices ambientais. Observando-se os IA's verifica-se que os genótipos QPM tiveram melhor comportamento, quanto a produção média, no ambiente mais desfavorável (Sete Lagoas – cerrado), que os genótipos dos outros grupos, e o segundo pior comportamento no ambiente mais favorável. Embora o grupo QPM tenha apresentado grande simetria, considerando os extremos, apresentaram maior concentração de ambientes favoráveis, tendo pouca variação entre dois deles (5 e 7). O grupo B apresentou diferenças mais uniformes entre os ambientes, mas foi o mais assimétrico considerando os ambientes extremos. Já A e C foram muito parecidos na simetria, embora, como os outros, tenham apresentado discordâncias quanto à classificação dos ambientes. Silva (1995) cita que a falha de representatividade dos ambientes, que pode ser notada quando o índice ambiental apresenta distribuição irregular, concentrando valores em alguns subintervalos ou revelando valores extremos isolados, pode ser um problema sério por exercer forte influência sobre as estimativas dos parâmetros de regressão conduzindo a resultados enganosos. Observou-se alta correlação entre os IA's. Os coeficientes de correlação (r) variaram de $r=0,96$ entre A e C e de $r=0,80$ entre A e QPM (Tabela 2). A análise de agrupamento (Tabela 3) mostrou grande similaridade entre alguns ambientes para os quatro grupos, especialmente, Anhembi (1), Goianésia (4), Janaúba (5) e Sete Lagoas – cerrado (8). Chamaram a atenção os ambientes Sete Lagoas – fértil (7), que só entrou nessa série ambiental nas análises feitas para os grupos de genótipos B e QPM, e Londrina (9) pelos grupos de genótipos C e QPM, uma vez que resultados obtidos com outros grupos de genótipos tem classificado esses locais como similares (Pacheco, 1997). Os ensaios de Birigui (2), Goiânia (3), com estresse por ervas daninhas, e Paracatu (6), com estresse de doenças foliares, foram considerados como ambientes específicos, por A e B, ou se agruparam com um ou outro ambiente da série ambiental mencionada acima.

As trocas de índice ambiental (IA) alteram as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart e Russell (1966), e os quadrados médios (QM) de ambiente linear, da interação genótipos x ambientes linear e dos desvios combinados, como pode ser verificado para cada grupo de ensaio, usando seu próprio IA (em negrito) e os IA's dos outros grupos (Tabela 4). A significância dos QM de ambiente linear indica a existência de variações significativas no ambiente

proporcionando variações nas médias dos genótipos. Por sua vez, a interação G x A Linear é um indicador de diferenças significativas entre os coeficientes de regressão dos genótipos avaliados e, conseqüentemente, de sua forma de responder ao estímulo ambiental. Entretanto, só foi encontrado F significativo para o grupo A, quando se utilizaram os IA's de C e QPM. Comparando-se os valores de F para G x A Linear, dentro de uma mesma linha (Tabela 4), percebe-se que houve uma forte tendência dos valores em negrito serem inferiores aos demais valores, indicando que o uso do próprio IA tendeu a subestimar esses QM em relação aos QM estimados com o uso do IA dos outros grupos. Isso foi verdade especialmente para o grupo QPM, cujo F em negrito foi muito menor que os outros, mas para os demais grupos, o menor valor de F foi obtido não com o IA do próprio grupo mas com o IA do grupo A. É interessante lembrar o fato de os IA's, por construção, apresentarem somatório igual a zero e média dos \hat{b}_1 igual a unidade. Pode-se verificar que os \hat{b}_1 's foram influenciados pela troca de IA's, resultando em \hat{b}_1 's médios menores que 1,0 (Tabela 4). Lembrando a maior simetria e correlação entre os IA's de A e C, pode-se inferir que o afastamento da unidade, como os vistos para os IA's B e QPM seja um indicador da dissimilaridade entre os IA's, ou seja, quanto mais próximos de 1,0 mais parecidos serão os índices ambientais e menores deverão ser os efeitos da permutação de um pelo outro. O IA do grupo QPM, ao contrário dos IA's dos outros grupos, levou a \hat{b}_1 's médios maiores que 1,0, quando de sua utilização nos demais grupos, sem exceção.

Os QM's dos Desvios Combinados significativos, indicam que os genótipos diferem entre si quanto à previsibilidade de comportamento frente a variação ambiental, sendo uns mais estáveis ou previsíveis que outros. De maneira geral, com a utilização dos próprios IA's dentro de cada grupo, como preconizado pela análise de Eberhart e Russell (1966), chegou-se a valores de F muito menores do que os obtidos com a utilização dos IA's dos outros grupos de cultivares. Isso refletiu diretamente na classificação dos genótipos quanto à sua previsibilidade de produção. O IA do grupo B foi o que mais afetou a classificação dos outros grupos reduzindo o número de genótipos previsíveis a menos de 20% dos avaliados. Além disso, quando se fez a comparação entre IA's dentro de genótipos, para cada grupo de genótipos, percebeu-se que a utilização do IA do grupo B propiciou a maior discordância de classificação de genótipos em relação aos outros grupos, com 8 genótipos identificados como previsíveis pelo IA de B contra três classificações como imprevisíveis, ou vice-versa, pelos outros três IA's. Para o IA de C ocorreram 6 discordâncias, enquanto que os IA de A e de QPM apresentaram as maiores concordâncias, com apenas dois genótipos com classificação trocada, se fosse feita a análise convencional com base nos próprios índices ambientais. Finalmente, pode-se comentar que, embora os ensaios tenham sido conduzidos em áreas contíguas, com duas testemunhas em comum, é provável que as diferenças encontradas nas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade tenham entre suas causas uma influência muito mais acentuada da falta de representatividade dos índices, provocada pelos erros ambientais e pelas variações na interação genótipos x ambientes, inerentes aos diferentes grupos, do que à covariância entre as médias dos genótipos e seus respectivos índices ambientais.

Conclusões

1) as diferenças de comportamento entre os grupos de genótipos nos nove ambientes avaliados afetaram a formação de grupos de ambientes homogêneos na estratificação ambiental, 2) as trocas de índices ambientais não afetaram da mesma forma as estimativas dos parâmetros e a classificação dos genótipos dos quatro grupos, quanto às suas estabilidades de produção e respostas aos estímulos dos ambientes; 3) as diferenças observadas na classificação dos genótipos, em relação aos índices originalmente propostos, foram importantes para dois dos quatro grupos de genótipos e irrelevantes para os outros dois. Pode-se deduzir daí que as causas dessa variação provavelmente estejam ligadas mais fortemente aos erros experimentais e às diferenças na interação entre os genótipos e os ambientes do que à covariância das médias dos genótipos com os seus respectivos índices ambientais.

Literatura citada

- CRUZ, C.D. **Programa Genes (aplicativo computacional em genética e estatística)**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 442 p.
- CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Sci.**, v. 6, p. 36-40, 1966.
- SILVA, J.G.C. Análise da adaptabilidade através de regressão linear segmentada. 1. Fundamentos. **Pesq. Agropec. Brasil.**, 30: (4), 1995.

Tabela 1 – Índices ambientais dos nove ambientes avaliados com base nas médias de 25 tratamentos dos ensaios preliminares de milho A, B, C e QPM da Embrapa Milho e Sorgo em 2000/2001.

Índice			Índice			Índice			Índice		
Amb	QPM	Variação	Amb	A	Variação	Amb	B	Variação	Amb	C	Variação
9	1888.08	1422.68	9	2472.46	1546.44	9	1592.43	177.44	9	2885.42	1874.84
3	465.40	148.84	5	926.02	459.20	5	1414.99	609.76	5	1010.58	553.72
2	316.56	35.76	2	466.82	102.24	3	805.23	374.64	2	456.86	349.16
5	280.80	20.84	6	364.58	151.12	1	430.59	272.64	4	107.70	51.24
7	259.96	206.12	1	213.46	217.96	6	157.95	182.52	7	56.46	109.20
1	53.84	631.68	7	-4.50	127.76	4	-24.57	228.60	1	-52.74	430.32
4	-577.84	235.68	3	-132.26	569.84	7	-253.17	442.08	6	-483.06	82.76
6	-813.52	1059.80	4	-702.10	2902.40	2	-695.25	2732.96	3	-565.82	2849.56
8	-1873.32		8	-3604.50		8	-3428.21		8	-3415.38	

Tabela 2 – Coeficientes de correlação entre os índices ambientais dos ensaios preliminares A, B, C e QPM

	QPM	A	B	C
QPM	1.000	0.891	0.799	0.906
A	0.891	1.000	0.902	0.957
B	0.799	0.902	1.000	0.858
C	0.906	0.957	0.858	1.000

Tabela 3 – Grupos de ambientes que proporcionam interação genótipos x ambientes não significativa para os quatro grupos de ensaios preliminares de milho da Embrapa Milho e Sorgo, safra 2000/2001

Grupos	QPM					A				B					C					Ambientes		
i	4	7	2	5	1	9	1	5	4	8	4	7	5	8	1	1	4	5	9	8	1	Anhembi
ii	3	4	4	7	4	9	4	7	4	7	4	7	4	7	2	Birigui						
iii	1	8	1	7	8	9	8	9	1	3	1	3	1	3	3	Goiânia						
iv	5	8	2	2	2	7	9	7	9	7	9	7	9	4	Goianésia							
v	3	5	6	3	3	2	9	2	9	2	9	2	9	5	Janaúba							
vi	3	7	6	6	6	1	6	1	6	1	6	1	6	6	Paracatu							
vii	8	9	9	9	9	2	3	2	3	2	3	2	3	7	S.Lagoas - fértil							
viii	6	9												8	S.Lagoas - cerrado							
ix	7	8												9	Londrina							
x	1	6																				

Tabela 4 – Resumo das análises de variâncias de acordo com a metodologia de Eberhart e Russell (1966), para diferentes grupos de ensaios preliminares de milho da Embrapa Milho e Sorgo, safra 2000/2001.

		IA QPM		IA A		IA B		IA C	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
AMBIENTE	QPM	53349948		53349948		53349948		53349948	
AMBIENTE	A	130436192		130436192		130436192		130436192	
AMBIENTE	B	110609216		110609216		110609216		110609216	
AMBIENTE	C	136197184		136197184		136197184		136197184	
GENOTIPO	QPM	7541230	4.76**	7541230	4.76**	7541230	4.76**	7541230	4.76**
GENOTIPO	A	5949108	2.84**	5949108	2.84**	5949108	2.84**	5949108	2.84**
GENOTIPO	B	5680555	2.84**	5680555	2.84**	5680555	2.84**	5680555	2.84**
GENOTIPO	C	11386149	6.93**	11386149	6.93**	11386149	6.93**	11386149	6.93**
GxA	QPM	1583573	1.51**	1583573	1.51**	1583573	1.51**	1583573	1.51**
GxA	A	2095824	2.62**	2095824	2.62**	2095824	2.62**	2095824	2.62**
GxA	B	1997960	2.30**	1997960	2.30**	1997960	2.30**	1997960	2.30**
GxA	C	1643065	1.79**	1643065	1.79**	1643065	1.79**	1643065	1.79**
AMB/GEN	QPM	3654228		3654228		3654228		3654228	
AMB/GEN	A	7229439		7229439		7229439		7229439	
AMB/GEN	B	6342410		6342410		6342410		6342410	
AMB/GEN	C	7025230		7025230		7025230		7025230	
AMB.LINEAR	QPM	426801024	406**	338486496	322**	272659648	259**	350165120	333**
AMB.LINEAR	A	827570944	1033**	1043492160	1302**	849619008	1080**	955381952	1192**
AMB.LINEAR	B	565296832	649**	720470336	828**	884872896	1016**	651005888	748**
AMB.LINEAR	C	893932800	976**	997574272	1089**	801606592	875**	1089576704	1189**
G x A LINEAR	QPM	1171613	1.11	1546839	1.47	1559504	1.48	1428092	1.36
G x A LINEAR	A	1591181	1.99**	1225677	1.53	1203384	1.50	1405845	1.75*
G x A LINEAR	B	1024683	1.18	838851	0.96	849789	0.98	1233115	1.42
G x A LINEAR	C	1340323	1.46	1100021	1.20	1313843	1.43	1248085	1.36
DEV.COMB.	QPM	1576710	1.50**	2029903	1.93**	2404322	2.29**	1979456	1.88**
DEV.COMB.	A	3315013	4.14**	2131303	2.66**	3242206	4.05**	2610081	3.26**
DEV.COMB.	B	3877721	4.46**	3016500	3.47**	2075557	2.39**	3359369	3.86**
DEV.COMB.	C	2736764	2.99**	2177483	2.38**	3267974	3.57**	1631449	1.78**
RESIDUO	QPM	1050915		1050915		1050915		1050915	
RESIDUO	A	801104		801104		801104		801104	
RESIDUO	B	870115		870115		870115		870115	
RESIDUO	C	915754		915754		915754		915754	
MEDIA	QPM	7601		7601		7601		7601	
MEDIA	A	8332		8332		8332		8332	
MEDIA	B	8242		8242		8242		8242	
MEDIA	C	7627		7627		7627		7627	
CV(%)	QPM	13.49		13.49		13.49		13.49	
CV(%)	A	10.74		10.74		10.74		10.74	

DEV.COMB.	A	3315013	4.14**	2131303	2.66**	3242206	4.05**	2610081	3.26**
DEV.COMB.	B	3877721	4.46**	3016500	3.47**	2075557	2.39**	3339389	3.86**
DEV.COMB.	C	2736764	2.99**	2177483	2.38**	3267974	3.57**	1631449	1.78**
RESIDUO	QPM	1050915		1050915		1050915		1050915	
RESIDUO	A	801104		801104		801104		801104	
RESIDUO	B	870115		870115		870115		870115	
RESIDUO	C	915754		915754		915754		915754	
MEDIA	QPM	7601		7601		7601		7601	
MEDIA	A	8332		8332		8332		8332	
MEDIA	B	8242		8242		8242		8242	
MEDIA	C	7627		7627		7627		7627	
CV(%)	QPM	13.49		13.49		13.49		13.49	
CV(%)	A	10.74		10.74		10.74		10.74	
CV(%)	B	11.32		11.32		11.32		11.32	
CV(%)	C	12.55		12.55		12.55		12.55	
Média de	QPM	1.00		0.57		0.55		0.57	
Média de	A	1.39		1.00		0.98		0.94	
Média de $\hat{\beta}_1$	B	1.15		0.83		1.00		0.77	
Média de $\hat{\beta}_1$	C	1.45		0.98		0.95		1.00	

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC
