

INTERAÇÃO DE LOCAIS E CAPACIDADES COMBINATÓRIAS DE LINHAGENS DE MILHO EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS *

Péricles Pereira**
José Carlos Silva***
Ricardo Magnavaca****
Luiz Carlos de Sousa Bueno**

RESUMO

Neste trabalho foram utilizados 45 híbridos simples provenientes de cruzamentos dialélicos entre 10 linhagens de milho consideradas de elite pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Esses híbridos foram estudados em ensaios em blocos casualizados, com quatro repetições, e instalados em dois municípios (locais) do Estado de Minas Gerais (Sete Lagoas e Capinópolis), no ano agrícola 1976/77. Foi analisada apenas a produção de grãos por parcela. Esses ensaios foram analisados individualmente e de forma conjunta.

Com a finalidade de verificar a influência dos locais sobre os parâmetros genéticos, testou-se a interação das capacidades combinatórias com locais. Esse estudo indicou maior inconsistência da capacidade geral de combinação em ambientes diferentes, quando comparada com a capacidade específica de combinação.

INTRODUÇÃO

Elevado número de trabalhos é encontrado na literatura, abordando aspectos relacionados com o comportamento de caracteres morfológicos em milho. Todos procuram contribuir para melhor conhecimento da planta, seu genótipo e suas interações com o meio. Essas informações permitem que os geneticistas busquem, com maior possibilidade de sucesso, híbridos e populações adaptáveis às condições de meio e potencialmente mais produtivos.

A expressão fenotípica dos caracteres depende do genótipo e de sua interação com o meio.

O conhecimento da variância genética e de sua interação com o ambiente pode determinar procedimentos específicos num programa de melhoramento. Estudando a variância genética em híbridos simples de milho, SPRAGUE & TATUM (8) propuseram sua divisão

em dois tipos, de acordo com a ação gênica considerada: variância da capacidade geral de combinação (C.G.C.), que reflete a variância genética aditiva, sendo função do comportamento médio de uma linhagem cruzada com outras, e variância da capacidade específica de combinação (C.E.C.), que reflete a variância genética não aditiva, sendo caracterizada pelo comportamento específico de uma linhagem quando cruzada com outra.

Resultados experimentais mostram que as capacidades geral e específica de combinação estão sujeitas a alterações de ambiente. MATZINGED, SPRAGUE & COCKERHAN (4), trabalhando com linhagens de milho, tomadas ao acaso de uma população, determinaram a importância relativa dos efeitos das capacidades de combinação e suas interações com anos e locais. Esses autores relataram a maior alteração dos efeitos genéticos aditivos em diferentes ambientes, quando comparados

-
- * Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo primeiro autor, como uma das exigências para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em Genética e Melhoramento de Plantas.
 - ** Professor do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras - Lavras, MG.
 - *** Professor da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG.
 - **** Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA - Sete Lagoas, MG.

com os efeitos não aditivos. Resposta semelhante foi encontrada, para altura de planta, em híbridos intervarietais de *Nicotiana rustica*, por ALLARD (1).

Este trabalho teve como objetivo verificar a presença ou não de interações das capacidades combinatórias com locais, a fim de estudar o comportamento dos efeitos genéticos nos diferentes locais.

MATERIAL E MÉTODOS

Dez linhagens de milho consideradas de elite pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - Sete Lagoas (MG.), foram cruzadas entre si no esquema dialélico, produzindo-se 45 híbridos simples. Estes híbridos foram avaliados num experimento em blocos casualizados com quatro repetições e instalado em dois locais: o primeiro, em campo experimental do CNPMS - Sete Lagoas, MG., e o segundo, em Capinópolis, MG., ambos no ano agrícola 1976/77. A principal finalidade de se usar diferentes locais foi estudar a interação dos génotipos com os ambientes.

As parcelas foram espaçadas de 1 m e cada uma representada por uma fileira de 10 m de comprimento.

Na sementeira empregaram-se quatro sementes por cova, com espaçamento de 0,5 m entre covas. O desbaste foi realizado quando as plantas atingiram um palmo de altura, deixando-se duas plantas por cova, resultando em uma densidade de 40.000 plantas por hectare.

Fez-se adubação uniforme, na proporção de 60kg de N, 60kg de P_2O_5 e 40kg de K_2O , por hectare. O adubo nitrogenado foi a-

plicado em duas vezes: um terço no sulco, por ocasião do plantio e o restante em cobertura, 45 dias após a emergência das plantas.

Em torno do experimento foi plantada uma variedade híbrida de milho (Cargill 111), de porte semelhante, como bordadura.

A característica agrônômica analisada foi a produção de grãos. Na colheita, retiraram-se amostras de grãos de cada tratamento para determinação do teor de umidade, ajustando-se todos os resultados para a umidade padrão de 15,5%. Os dados foram ainda corrigidos para o "stand" ideal de 40 plantas por parcela, empregando-se a fórmula de ZUBER (9).

Procedeu-se à análise de variância simples para cada local e também análise de variância conjunta (dois locais), pois a relação entre os quadrados médios residuais das análises individuais foi menor que 2,7 (PIMENTEL GOMES, 1970)⁵.

Na análise da capacidade combinatória a soma de quadrados para tratamentos foi decomposta em capacidade geral e específica de combinação. Utilizou-se para esta decomposição o Método 4, proposto por GRIFFING (3), no qual é incluída apenas a geração F_1 .

Com a finalidade de verificar a influência dos locais sobre os parâmetros genéticos, foram determinados os quadrados médios das interações. Nesta análise, utilizaram-se os efeitos da C.G.C. e os efeitos da C.E.C. da análise da capacidade combinatória para cada local. A soma de quadrados para tratamentos (híbridos) x locais, obtida na análise de variância conjunta, foi desdobrada juntamente com seus respectivos graus de liberdade, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$X_{ijl} = \mu + G_i + G_j + S_{ij} + A_l + (GA)_{il} + (GA)_{jl} + (SA)_{ijl} + 1/r \sum_m ijlm$$

onde:

X_{ijl} = média das observações do tratamento ij para o local l, nas m-ésimas repetições.

μ = média geral da população.

G_i e G_j = efeito da capacidade geral de combinação (C.G.C.), correspondente aos i e j-ésimos progenitores.

S_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação (C.E.C.) para o cruzamento entre os i e j-ésimos progenitores, tal que $S_{ij} = S_{ji}$.

A_l = efeito do local de ordem l; $l = 1, 2$.

$(GA)_{il}$ = efeito da interação da C.G.C. da linhagem i com o local l.

$(GA)_{jl}$ = efeito da interação da C.G.C.

(SA)_{ijl} = efeito da interação da C.G.C. com o local l.

$1/r \sum_m E_{ijlm}$ = média dos erros experimentais do tratamento ij para o local l, nas m-ésimas repetições.

E_{ijlm} - NID (0, σ^2).

σ^2 = componente da variância devido ao erro experimental na análise de variância conjunta.

Neste modelo, o efeito de local foi considerado fixo; portanto $\sum A_1 = 0$.

Esta análise de variância é semelhante à efetuada por GNOATTO (2), e baseia-se nos trabalhos de GRIFFING (3) e ROJAS & SPRAGUE (6). O esquema da análise conjunta da capacidade combinatória e de suas interações com locais é apresentado no Quadro 1, onde:

m = graus de liberdade do resíduo no esquema de análise conjunta.

Me = quadrado médio do erro; corresponde ao quadrado médio do erro da análise conjunta.

G₁₁ = estimativa do efeito da C.G.C. da linhagem i no local 1.

G₁₂ = estimativa do efeito da C.G.C. da linhagem i no local 2.

S_{ij1} = estimativa do efeito da C.E.C. do cruzamento das linhagens i e j no local 1.

S_{ij2} = estimativa do efeito da C.E.C. do cruzamento das linhagens i e j no local 2.

G_i = soma das estimativas dos efeitos da C.G.C. da linhagem i nos locais 1 e 2.

S_{ij} = soma das estimativas dos efeitos da C.E.C. do cruzamento das linhagens i e j nos locais 1 e 2.

l = número de locais.

r = número de repetições ou blocos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância simples, em blocos casualizados, para cada local, e da análise de variância conjunta, são apresentados no Quadro 2. Constam também

nesse quadro os coeficientes de variação e a média geral da produção de grãos/parcela.

Os coeficientes de variação foram 10,93 e 22,42%, para o ensaio de Sete Lagoas e de Capinópolis, respectivamente. O reduzido número de falhas por parcela observado no primeiro ensaio foi, sem dúvida, um dos principais fatores a assegurar sua maior precisão.

O teste F mostrou diferenças significativas entre tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade, em ambos os locais.

A análise de variância conjunta indicou diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para efeitos de tratamentos e interações tratamentos x locais, mostrando um comportamento diferencial dos híbridos nos dois locais. Essa flexibilidade observada nos genótipos testados em diferentes condições ambientais era esperada, uma vez que se trata de germoplasma de base genética restrita. Por outro lado, o caráter produção, de baixa herdabilidade, foi muito influenciado pelo ambiente. Tais resultados concordam com os obtidos por SPRAGUE & FEDERER (7), para produção de milho, que observaram interação relativamente alta entre híbridos simples e locais.

Visto que os genótipos não produzem sempre efeitos constantes em cada ambiente, uma vez que podem reagir de modo distinto a condições externas diferentes, testou-se, mediante a análise conjunta, a sensibilidade das capacidades combinatórias às mudanças de locais. O Quadro 3 mostra os resultados da análise de variância conjunta para a capacidade geral e específica de combinação, bem como as interações C.G.C. x locais e C.E.C. x locais, correspondentes ao caráter produção de grãos/parcela dos 45 híbridos simples obtidos nos cruzamentos dialélicos.

O valor 4,06 obtido pelo teste F para a interação C.G.C. x locais, indicou significância ao nível de 1% de probabilidade, ao passo que o valor 1,34 para a interação C.E.C. x locais foi não significativo. Esses resultados estão em concordância com os obtidos por MATZINGER et alii (4) em linhagens endogâmicas de milho. Esses autores relataram a maior inconsistência dos efeitos genéticos aditivos quando foram medidos em ambientes diferentes e comparados com os efeitos não aditivos. Por outro lado, ROJAS & SPRAGUE (6) enfatizaram a inconsistência dos efeitos não aditivos quando foram testados em diversos ambientes e comparados com os efeitos aditivos.

QUADRO 1 - Esquema da análise conjunta da capacidade combinatória, interação da capacidade geral e específica de combinação com locais, esperanças dos quadrados médios e respectivas expressões da soma de quadrados.

Fontes de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	E. (Q. M.)
C.G.C.	$p - 1$	S_g	M_g	$\sigma^2 + 1r(p-2) \left(\frac{1}{p-1} \right) \sum_i G_i^2$
C.E.C.	$p(p-3)/2$	S_s	M_s	$\sigma^2 + 1r 2/p(p-3) \sum_{i < j} \sum_{ij} S_{ij}^2$
C.G.C. x locais	$(p-1)(l-1)$	$S_g \times l$	$M_g \times l$	$\sigma^2 + r(p-2) \frac{1}{(p-1)(l-1)} \sum_i \sum_l (GA)_{il}^2$
C.E.C. x locais	$[p(p-3)/2] \times (l-1)$	$S_s \times l$	$M_s \times l$	$\sigma^2 + r \frac{2}{p(-3)(l-1)} \sum_{i < j} \sum_l \sum_{ijl} (SA)_{ijl}^2$
Erro	m		M_e	σ^2

$$S_g = \frac{1}{p-2} \sum_i X_i^2 - \frac{4}{p(p-2)} X_{..}^2$$

$$S_s = \sum_{i < j} \sum_{ij} X_{ij}^2 - \frac{1}{p-2} \sum_i X_i^2 + \frac{2}{(p-1)(p-2)} X_{..}^2$$

$$S_g \times l = r(p-2) \left(\sum_i \bar{G}_{i1}^2 + \sum_i \bar{G}_{i2}^2 - \sum_i \bar{G}_{i.}^2 \right)$$

$$S_s \times l = n \left(\sum_{i < j} \sum_{ij1} S_{ij1}^2 + \sum_{i < j} \sum_{ij2} S_{ij2}^2 - \sum_{i < j} \sum_{ij} \bar{S}_{ij.}^2 \right)$$

QUADRO 2 - Quadrado médio (Q.M.), coeficiente de variação (C.V. %) e média geral (\bar{X}) dos tratamentos, obtidos da análise de variância, em blocos casualizados, relativos à produção de grãos, em cada local.

Local	Q.M.	C.V. %	\bar{X}	Análise Conjunta	
				Q.M.	
				Trat.	Trat. x Local
Sete Lagoas	5,333**	10,93	4,880	10,973**	1,101**
Capinópolis	6,741**	22,42	3,914		

"Stand" médio (Sete Lagoas) = 39 plantas/parcela (97,5%).

"Stand" médio (Capinópolis) = 33 plantas/parcela (82,5%).

** Significativo ao nível de probabilidade de 1% ($P < 0,01$).

QUADRO 3 - Análise de variância conjunta referente ao caráter produção de grãos/parcela para as capacidades combinatórias e interação dessas com locais, segundo Método 4 e Modelo I de Griffing.

Fontes de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
C.G.C.	09	336,232	37,359	64,41**
C.E.C.	35	146,568	4,188	7,22**
C.G.C. x locais	09	21,210	2,357	4,06**
C.E.C. x locais	35	27,247	0,778	1,34 NS
Erro	267	154,833	0,580	-

** Significativo ao nível de probabilidade de 1% ($P < 0,01$).

NS - Não significativo.

SQ - Soma de quadrados.

GL - Graus de liberdade.

QM - Quadrados médios.

CONCLUSÕES

Os híbridos estudados comportaram-se diferentemente nos dois locais quanto à produção de grãos, o que pode ser explicado pela

maior inconsistência da capacidade geral de combinação em ambientes diversos, quando comparada com a capacidade específica de combinação.

SUMMARY

INTERACTION OF LOCATIONS AND COMBINING ABILITIES OF CORN INBRED LINES IN DIALLEL CROSSES.

The performance of forty-five single hybrids of maize obtained by diallel crosses among ten inbred lines was studied at Sete Lagoas and Capinópolis, Minas Gerais, Brazil, in 1976/77.

Analysis for grain yield was made separately and altogether, including two locations.

The combining ability x location interactions showed greater variability of general combining ability as compared with specific combining ability at different locations.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLARD, R.W. The analysis of genetic - environmental interactions by means of diallel crosses. *Genetics*, Austin, TX, **41**:305-18, 1956.
2. GNOATTO, I.L. *Análise de cruzamentos dialélicos entre linhagens de milho (Zea mays L.) de diversas origens*. Piracicaba, ESALQ, 1969, 80 p. (Tese M.S.).
3. GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*,

Victoria, **9**:463-93, 1956.

4. MATZINGER, D.F.; SPRAGUE, G.F.; COCKERHAN, C.C. Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. *Agronomy Journal*, Madison, **51**:346-50, 1956.
5. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. São Paulo, Nobel, 1970. 430 p.
6. ROJAS, B.A. & SPRAGUE, G.F. A comparison of variance components in corn yield trials. III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. *Agronomy Journal*, Madison, **44**:462-6, 1952.
7. SPRAGUE, G.F. & FEDERER, W.T. A comparison of variance in corn yield trials. II. Error, year x variety, location x variety and variety components. *Agronomy Journal*, Madison, **43**:535-41, 1951.
8. ————— & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, **34**:923-32, 1942.
9. ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, **34**:30-47, 1942.