

EFEITO DA SELEÇÃO PRÉVIA E DE IRREGULARIDADES NO 'STAND' SOBRE AS ESTIMATIVAS DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA GENOTÍPICA EM UM DIALELO ENTRE LINHAGENS DE MILHO^{1/}

Cosme Damião Cruz ^{2/}

José Carlos Silva ^{2/}

Carlos Sigueyuki Sedyama ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A importância relativa dos componentes de variância genotípica em populações resultantes de seleção prévia, bem como a influência da remoção dos efeitos de 'stand' sobre as estimativas dos parâmetros genéticos, é assunto relevante para o melhoramento de plantas.

Melhoristas de plantas preocupam-se em evitar irregularidades ou falhas nos 'stands' experimentais, de forma que os parâmetros estimados e as conclusões obtidas tenham validade. Em estações experimentais, tenta-se obter um 'stand' uniforme pelo plantio de sementes em excesso, fazendo-se, quando as plantas estão em estágio inicial de crescimento, desbaste para o 'stand' desejado. Entretanto, mesmo após o desbaste o 'stand' pode, algumas vezes, ser alterado pela ação de doenças, pragas, cultivos, excesso de água, etc. Surgem, em consequência desses imprevistos, problemas na realização de certas comparações experimen-

^{1/} Parte do trabalho de tese, do primeiro autor, para obtenção do título de «Magister Scientiae» em Genética e Melhoramento, na Universidade Federal de Viçosa.

Recebido para publicação em 6-2-1984.

^{2/} Departamento de Biologia Geral da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

tais, em particular quando o caráter não é medido apenas nas plantas competitivas.

Têm sido apresentadas algumas alternativas para corrigir as irregularidades dos 'stands'. Entre elas, destacam-se a fórmula de correção proposta por ZUBER (18) e o ajustamento através da metodologia de análise de covariância.

A fórmula de ZUBER (18) prevê um ajuste que acrescenta 70% da produção média por planta para cada planta perdida e considera que 30% são recuperados pelas plantas que não falharam. Essa fórmula não leva em consideração a disposição das falhas no campo e é aplicável apenas para o ajustamento de alguns caracteres. Vários autores (10, 11, 12, 17) têm usado essa fórmula para corrigir peso dos grãos/parcela e peso das espigas/parcela.

O uso de 'stand' como covariável pode ser eficiente em reduzir a variabilidade experimental decorrente das falhas ocorridas na fileira. O ajuste pode ser feito por um modelo linear que pressuponha que todos os tratamentos estejam sujeitos à mesma variação de erros, após o ajustamento pela regressão, e que os erros da regressão, para os tratamentos, sejam todos definidos pelo mesmo parâmetro B(2). Além disso, uma apreciação da variável 'stand' deve ser feita, para avaliar se seu uso na análise de covariância é apropriado.

A importância relativa da variância dos efeitos genéticos aditivos e da variância devida aos desvios da dominância tem sido discutida por diversos pesquisadores, para diversas características. Tem sido verificado que a variância da capacidade específica de combinação, relacionada com os efeitos genéticos não-aditivos, é superior à variância da capacidade geral de combinação, relacionada com os efeitos aditivos, para número de espigas/parcela (4, 7, 10), peso das espigas/parcela (4, 10) e produção de grãos/parcela (4, 7, 9, 10, 13). Entretanto, resultados contrários têm sido apresentados em alguns trabalhos, para os mesmos caracteres. Assim, para número de espigas/parcela (15), peso das espigas/parcela (8, 14) e produção de grãos/parcela, (1, 6, 11, 17), a variância da capacidade geral de combinação (ou variância aditiva) foi superior à variância da capacidade específica de combinação. Explicações para as discrepâncias de resultados são apresentadas por SPRAGUE e TATUM (16), que afirmam que, em material heterogêneo, sem seleção prévia, a variação é devida principalmente aos efeitos aditivos. Assim, ao descartar uma linhagem pelo seu mau desempenho, o diferencial para efeitos aditivos pode ser reduzido e a importância dos efeitos não-aditivos, conseqüentemente, pode aumentar.

Desse modo, foi realizado este trabalho, com a finalidade de verificar os efeitos da seleção prévia de linhagens e das irregularidades no 'stand' sobre as estimativas dos componentes de variância genotípica, comparando-se dois modos de correção das falhas no 'stand'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e oito F_1 's, obtidos de cruzamentos, em todas as combinações possíveis, de oito linhagens pré-selecionadas de milho de endosperma dentado, foram avaliados, segundo o Método 4, Modelo I, do sistema de análise de cruzamentos dialélicos proposto por GRIFFING (5).

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com duas repetições, no campo experimental de Setor de Genética, na Universidade Federal de Viçosa. As parcelas foram espaçadas de um metro e cada uma foi representada por uma fileira de seis metros de comprimento, com 0,5 metro entre covas. Semearam-se três sementes por cova, deixando-se, após o desbaste, aos 45 dias, duas plantas por cova, de tal forma que cada parcela fosse constituída por 24 plantas.

Foram avaliados o peso dos grãos, em kg/parcela, o peso das espigas, em

kg/parcela, o número de espigas por parcela, o 'stand' final e a percentagem de umidade dos grãos por ocasião da colheita.

Os caracteres peso dos grãos/parcela, peso das espigas/parcela, corrigidos para umidade constante de 15,5% e número de espigas/parcela foram submetidos à análise de covariância, tendo como covariável o número de plantas/parcela ('stand' final). Paralelamente, os dados de pesagem, após a correção da umidade, foram corrigidos também para o 'stand' ideal de 24 plantas/parcela, com o uso da fórmula proposta por ZUBER (18):

$$P_{cc} = P_c \cdot \frac{H - 0,3 F}{H - F}$$

sendo

- P_{cc} = peso de campo, corrigido para 'stand' (24 plantas por parcela, no caso);
- P_c = peso de campo antes da correção;
- H = número ideal de plantas por parcela (24 plantas);
- F = número de plantas perdidas por parcela.

As somas dos quadrados dos tratamentos foram decompostas em capacidade geral e capacidade específica de combinação, conforme GRIFFING (5), o que possibilita estimar os componentes aditivos e não-aditivos da variância genotípica, avaliar sua importância relativa e efetuar comparações entre as estimativas obtidas pelos dois métodos de correção dos dados — análise de covariância e fórmula de ZUBER (5).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1 e 2 encontram-se os resultados das análises de covariância e variância, respectivamente, relativos aos seguintes caracteres: peso das espigas, em kg/parcela, peso dos grãos, em kg/parcela, número de espigas/parcela e número de plantas/parcela. O teste F indicou diferenças significativas, a 1% de probabilidade, entre os tratamentos, para todos os caracteres, com exceção do número de plantas/parcela. A falta de diferenças significativas entre os tratamentos, para número de plantas/parcela, tornou seu uso apropriado como covariável, nas análises de covariância, e como fator de correção, na fórmula de ZUBER (18). A análise de covariância e a fórmula de ZUBER, basicamente, corrigiram as diferenças de 'stand' entre as repetições.

Estimativas dos quadrados médios do resíduo e dos tratamentos, para peso das espigas/parcela e peso dos grãos/parcela, obtidas a partir de dados corrigidos pela fórmula de ZUBER (Quadro 2), foram ligeiramente superiores às referentes aos mesmos caracteres analisados pelo método da análise de covariância, tendo como covariável o 'stand' final (Quadro 1). A pequena superioridade dessas estimativas não chegou, entretanto, a alterar a significância dos quadrados médios dos tratamentos, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os desdobramentos das somas dos quadrados dos tratamentos em capacidade geral (CGC) e capacidade específica (CEC) de combinação e as médias dos quadrados desses efeitos encontram-se nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

Também se verificou que as estimativas dos quadrados médios e das médias dos quadrados dos efeitos de CGC e da CEC, para peso das espigas/parcela e peso dos

QUADRO 1 - Quadrados médios das análises de covariância relativos a peso das espigas/parcela (kg), peso dos grãos/parcela (kg) e número de espigas/parcela, tendo como covariável o número de plantas/parcela ('stand')

| Fontes de variação | G.L. | Peso das espigas/ parcela (kg) | Peso dos grãos/ parcela (kg) | Número de espigas/ parcela |
|---------------------------------|------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Blocos | 1 | 0,013 | 0,123 | 0,587 |
| Tratamentos (ajustados) | 27 | 2,353** | 1,806** | 21,360** |
| Resíduo (ajustado) | 26 | 0,225 | 0,107 | 7,108 |
| Coefficiente de variação (%) | | 11,51 | 9,27 | 10,17 |
| Média geral | | 4,12 | 3,53 | 26,21 |
| Coefficiente de regressão | | -0,0202 | 0,0205 | -0,3082 |

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

QUADRO 2 - Quadrados médios das análises de variância relativos a número de plantas/parcela, peso das espigas/parcela (kg), peso dos grãos/parcela (kg)

| Fontes de variação | G.L. | Número de plantas/ parcela | Peso das espigas/ parcela (kg) $\frac{1}{-}$ | Peso dos grãos/ parcela (kg) $\frac{1}{-}$ |
|---------------------------------|------|-------------------------------|---|---|
| Blocos | 1 | 0,286 | 0,002 | 0,102 |
| Tratamento | 27 | 0,849 | 2,500** | 1,925** |
| Resíduo | 27 | 0,841 | 0,238 | 0,112 |
| <hr/> | | | | |
| Coefficiente de variação (%) | | 3,91 | 11,67 | 9,35 |
| Média geral | | 23,46 | 4,18 | 3,58 |

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

1/ Análise realizada com dados corrigidos, para 'stand', pela fórmula de ZUBER (18).

QUADRO 3 - Quadrados médios das capacidades combinatórias, geral e específica, e quadrados médios do erro, para peso das espigas (kg/parcela), peso dos grãos (kg/parcela) e número de espigas/parcela

| Fontes de variação | G.L. | Peso das espigas/ parcela <u>1/</u> | Peso dos grãos/ parcela <u>1/</u> | G.L. | Peso das espigas/ parcela <u>2/</u> | Peso dos grãos/ parcela <u>2/</u> | Número de espigas/ parcela <u>2/</u> |
|-----------------------|------|--|--|------|--|--|---|
| C.G.C. | 7 | 1,048** | 1,111** | 7 | 1,052** | 1,024** | 26,461** |
| C.E.C. | 20 | 1,320** | 0,910** | 20 | 1,345** | 1,007** | 5,590 |
| Resíduo | 27 | 0,119 | 0,056 | 26 | 0,112 | 0,053 | 3,550 |

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

1/ Análise realizada com dados corrigidos, para 'stand', pela fórmula de ZUBER (18).

2/ Análise realizada com dados corrigidos, para 'stand', pela análise de covariância.

QUADRO 4 - Médias dos quadrados dos efeitos da capacidade geral e específica de combinação, para o peso das espigas (kg/parcela), peso dos grãos (kg/parcela) e número de espigas/parcela

| Médias dos quadrados dos efeitos | Peso das espigas/parcela $\frac{1}{2}$ | Peso dos grãos/parcela $\frac{1}{2}$ | Peso das espigas/parcela $\frac{2}{2}$ | Peso dos grãos/parcela $\frac{2}{2}$ | Número de espigas/parcela $\frac{2}{2}$ |
|--|---|---|---|---|--|
| $\frac{1}{7} \sum_i \hat{G}_i^2$ | 0,154 | 0,176 | 0,157 | 0,162 | 3,818 |
| $\frac{1}{20} \sum_{i < j} \hat{S}_{ij}^2$ | 1,201 | 0,854 | 1,233 | 0,954 | 2,040 |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 0,119 | 0,056 | 0,112 | 0,053 | 3,550 |

1/ Análise realizada com dados corrigidos, para 'stand', pela fórmula de ZUBER (16).

2/ Análise realizada com dados corrigidos, para 'stand', pela análise de covariância.

$$\frac{1}{7} \sum_i \hat{G}_i^2 = \frac{1}{2} \hat{\sigma}_A^2$$

$$\frac{1}{20} \sum_{i < j} \hat{S}_{ij}^2 = \hat{\sigma}_D^2$$

$\frac{1}{7} \sum_i \hat{G}_i^2$ = estimativa da média dos quadrados dos efeitos da capacidade geral de combinação.

$\frac{1}{20} \sum_{i < j} \hat{S}_{ij}^2$ = estimativa da média dos quadrados dos efeitos da capacidade específica de combinação.

$\hat{\sigma}_A^2$ = estimativa da variância aditiva.

$\hat{\sigma}_D^2$ = estimativa da variância dos desvios da dominância.

$\hat{\sigma}_e^2$ = estimativa da variância residual.

grãos/parcela, obtidas de dados corrigidos pela fórmula de ZUBER (18), foram bem semelhantes às alcançadas para esses mesmos caracteres pela análise de covariância. Assim, seu uso é aceitável para esse fim, em particular nessas condições experimentais, em que o número de plantas/parcela apresentou baixo coeficiente de variação e a média geral do experimento ficou bem próxima do 'stand' ideal (Quadro 2).

As covariâncias dentro dos grupos de 'meios-irmãos' e de 'irmãos completos' estabelecidas pelo sistema dialélico, expressas com base na capacidade geral e na capacidade específica de combinação, são relacionadas com os componentes aditivos e não-aditivos da variância genotípica. Assim, considerando que as linhagens progenitoras não são representadas por um único indivíduo, mas por diferentes indivíduos dessas linhagens, as médias dos quadrados dos efeitos da capacidade geral de combinação ($1/7 \sum \hat{G}_i^2$) e da capacidade específica de combinação ($1/20 \sum_{i < j} \hat{S}_{ij}$) foram iguais a $1/2 F \sigma_A^2$ e $F^2 \sigma_D^2$, respectivamente. Se, apenas, um só indivíduo tivesse sido utilizado para representar a linhagem, o valor do coeficiente de endogamia, F , deveria ser substituído nas expressões citadas por $(1 + F)/2$, como relata COCKERHAM (3). As variâncias dos efeitos genéticos aditivos e dos desvios da dominância podem ser estimadas, no presente trabalho, considerando que o valor de F é igual a 1,0 e que as linhagens progenitoras são representadas por vários indivíduos (Quadro 4).

Verifica-se, no Quadro 4, que, para peso das espigas/parcela e peso dos grãos/parcela, a média dos quadrados dos efeitos da capacidade específica de combinação foi superior à média dos quadrados dos efeitos da capacidade geral de combinação. Tal resultado comprova, nessas condições experimentais, o efeito de seleção prévia, que reduz a variância dos efeitos aditivos, tornando, em consequência, a variação dos efeitos não-aditivos a principal determinante da variância genotípica. Embora o material seja constituído de genótipos selecionados de ensaios anteriores, a seleção foi feita principalmente para produção de grãos; assim, o número de espigas/parcela apresentou ainda considerável proporção de variabilidade devida a efeitos genéticos aditivos, indicando que métodos de melhoramento que tiram proveito da porção aditiva da variância genotípica poderão ser usados com sucesso.

4. RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos da seleção prévia e das irregularidades do 'stand' sobre a estimação de componentes de variância genotípica em populações de milho, foi feita a análise dialélica das combinações híbridas obtidas dos cruzamentos de oito linhagens de milho de endosperma dentado.

O emprego da análise de covariância, tendo como covariável o número de plantas por parcela, e o emprego da fórmula de ajustamento de ZUBER tiveram a mesma eficiência em remover os efeitos das irregularidades do 'stand' sobre a estimação das variâncias.

O descarte antecipado de linhagens de mau comportamento, feito com base na capacidade geral de combinação, reduziu a importância dos efeitos aditivos nas combinações híbridas entre as linhagens selecionadas e, em consequência, tornou os efeitos genéticos não-aditivos de maior importância para peso de grãos e de espigas por parcela.

5. SUMMARY

(THE EFFECTS OF PREVIOUS SELECTION AND STAND IRREGULARITIES ON THE ESTIMATES OF THE COMPONENTS OF GENOTYPIC VARIANCE IN A DIALLEL CROSS AMONG INBRED LINES OF CORN (*Zea mays* L.))

The objective of this work was to evaluate the effects of stand irregularities and of previous selection for general combining ability in the estimation of the components of genotypic variance, in a diallel cross among eight inbred lines of corn.

In order to adjust the data for stand irregularities (missing plants), two types of adjustment were used: (1) a covariance analysis using number of plants per plot as a covariate; and (2) the Zuber adjustment formula. Both types of adjustment were equally efficient in removing the effects of stand irregularities, so that the estimates of the variances were very similar.

The effect of previous selection for general combining ability for yield reduced the relative importance of the additive effects in the hybrids to less than that of the non-additive effects.

6. LITERATURA CITADA

1. ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J. *Capacidade de combinação entre compostos e híbridos simples de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, São Paulo. ESALQ, 1976. 91 p. (Tese de Mestrado).
2. COCHRAN, W.G. Analysis of covariance: its nature and uses. *Biometrics*, 13: 261-281. 1957.
3. COCKERHAM, C.C. Implications of genetic variances in a hybrid breeding program. *Crop. Sci.*, 1:47-52. 1961.
4. GOMIDE, F.B. *Cruzamentos dialélicos entre variedades de milho (Zea mays L.)*. UFV, Viçosa, 1980. 71 p. (Tese de Mestrado).
5. GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austr. Jour. Biol. Sci.*, 9:463-493. 1956.
6. GRIFFING, B. & LINDSTROM, E.W. A study of the combining abilities of corn inbreds having varying proportions of Corn Belt and non-Corn Belt germ plasm. *Agron. Jour.*, 46:545-552. 1954.
7. LIMA, T.S.O. *Avaliação das capacidades geral e específica de combinação e correlação entre caracteres em oito populações de milho (Zea mays L.)* opaco-2. UFV, Viçosa, 1977. 61 p. (Tese de Mestrado).
8. LUCHSINGER, A. & VIOLIC, A. Capacidad combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz (*Zea mays* L.). *Fitotecnia Latinoamericana*, 8:36-45. 1972.
9. MATZINGER, D.F.; SPRAGUE, G.F. & COCKERHAM, C.C. Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. *Agron. Jour.* 51: 346-350. 1950.

10. PEREIRA, P. *Comportamento de linhagens de milho (Zea mays L.) em cruzamentos dialélicos*. UFV, Viçosa, 1978. 46 p. (Tese de Mestrado).
11. PEREIRA, P.J. *Avaliação de híbridos em cruzamentos dialélicos entre nove linhagens de milho braquítico-2 (Zea mays L.)* UFV, Viçosa, 1981. 46 p. (Tese de Mestrado).
12. PINTO, L.R.M. *Avaliação de oito variedades de milho em cruzamentos dialélicos, com análise das médias dos híbridos, suas gerações avançadas e autofecundações*. UFV, Viçosa, 1982. 83 p. (Tese de Doutorado).
13. 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. *Agron. Jour.*, 44:462-466. 1952.
14. SINGH, A.K.; DIXIT, R.K. & SINGH, H.G. Combining ability analysis for yield and its attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian Jour. Agr. Res.*, 13:27-30. 1971.
15. SORRELS, M.E.; LONNQUIST, J.H. & HARRIS, R.E. Inheritance of prolificacy in maize. *Crop Sci.*, 19:301-306. 1979.
16. SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Jour. Am. Soc. Agron.*, 34:923-932. 1942.
17. VIANNA, R.T. *Correlações genéticas e capacidade geral de combinação em linhagens endogâmicas de milho (Zea mays L.)*. Viçosa, UFV, 1977. 70 p. (Tese de Mestrado).
18. ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *Jour. Am. Soc. Agron.*, 34:30-47, 1942.