

# EXPERIENTIÆ

ÓRGÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

---

VOLUME 24

FEVEREIRO, 1978

NÚMERO 2

---

## COMPARAÇÕES DE TRÊS MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE EXPERIMENTOS EM «LATTICE» EM MILHO (*Zea mays* L.)\*

Ronaldo Torres Vianna  
José Carlos Silva\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

Como apontam EBERHART (2) e SUWANTARADON (9), os processos de determinação das esperanças matemáticas de quadrados médios, para as estimativas dos componentes de variância, em experimentos de «lattice», são complexos, principalmente no caso da análise conjunta de vários desses experimentos, como geralmente ocorre na prática. Os autores (2, 9) apresentam, em seu trabalho, análises de «lattice», como blocos casualizados, usando médias de tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice», procurando eliminar, ao máximo, com esse procedimento, a variação devida ao meio ambiente (efeito de blocos). Eles acreditam obter, nesses tipos de análise, precisão satisfatória nos testes estatísticos e nas estimativas dos componentes de variância.

---

\* Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como parte das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 12-09-1977.

\*\* Respectivamente, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

De acordo com dados obtidos da análise de famílias de «meios-irmãos» de milho, PATERNIANI (6) afirma que as estimativas dos componentes de variância obtidas da análise usual do «lattice» e as obtidas da análise do «lattice» como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados, são semelhantes.

É de grande interesse para os melhoristas, principalmente para os geneticistas quantitativos, a apresentação de métodos estatísticos de uso mais simples ou simplificações dos métodos analíticos já existentes, sem perda da precisão nas estimativas dos componentes de variância e nos testes estatísticos. Tais métodos permitiriam aos melhoristas realizar maior número de experimentos, concomitantemente com populações maiores, dispondo mais rapidamente dos resultados das análises, o que permitiria um desenvolvimento contínuo das pesquisas que se propõem. Portanto, são imprescindíveis processos comparativos de análise estatística que visem à triagem de métodos mais simples e seguros para que os melhoristas possam atingir rapidamente os objetivos preconizados.

Torna-se muito interessante, também, aliar-se a eficiência da análise usual do «lattice» à facilidade de determinação de esperanças matemáticas de quadrados médios encontrada na análise de blocos casualizados (2, 9).

No presente trabalho, fizeram-se três diferentes análises da variância dos dados, para comparações:

- a) análise da variância usual do «lattice» simples 8 x 8;
- b) análise do «lattice» simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados;
- c) análise do «lattice» simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice».

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se famílias de «meios-irmãos» resultantes, respectivamente, dos cruzamentos («topcrosses»): linhagens «flint» x «Composto Dent B» e linhagens «dent» x «Composto Flint B».

As progênes ou famílias de «meios-irmãos» resultantes do cruzamento entre as linhagens «flint» e o «Composto Dent B» foram plantadas em delineamento de «lattice» simples 8 x 8,

tendo o próprio «Composto Dent B» como testemunha (Experimento n.º 1).

As progênes de «meios-irmãos» resultantes do cruzamento entre as linhagens «dent» e o «Composto Flint B» também foram plantadas em delineamento de «lattice» simples 8 x 8, tendo o «Composto Flint B» como testemunha (Experimento n.º 2).

O esquema de plantio em «lattice» foi usado conforme apresentado por COCHRAN e COX (1).

Ambos os experimentos foram montados no campo experimental do Setor de Genética da U.F.V., Viçosa, em outubro do ano agrícola de 1975.

As sementes foram plantadas em fileiras de dez metros de comprimento, com espaçamento de 0,30 metros entre plantas e 1,00 metro entre fileiras, plantando-se duas sementes por cova, sendo feito desbaste posterior (40 a 45 dias após a emergência), deixando-se uma planta por cova. Usou-se bordadura em torno de todos os experimentos montados. A área útil da parcela foi de 10 m<sup>2</sup>. Deixou-se polinização livre entre as plantas de cada um dos experimentos de teste de progênes. Usou-se adubação NPK, na fórmula: 60 — 60 — 40, sendo 1/3 do nitrogênio aplicado no plantio e 2/3 aplicados em cobertura, logo após o desbaste.

As características anotadas nas progênes de «meios-irmãos» foram:

- 1 — Altura da planta (média da parcela)
- 2 — Altura da primeira espiga (média da parcela)
- 3 — Número de plantas acamadas (total da parcela)
- 4 — Número de plantas quebradas (total da parcela)
- 5 — Número de plantas (total da parcela)
- 6 — Número de espigas (total da parcela)
- 7 — Peso de 50 grãos (média da parcela)
- 8 — Peso de espigas (total da parcela)
- 9 — Peso de grãos (total da parcela)
- 10 — Número de dias até o florescimento (média da parcela)
- 11 — Porcentagem de umidade dos grãos (média da parcela)

Fez-se correção dos dados referentes a pesagens para um padrão de 15,5% de umidade. Em razão de falhas ou variações de «stand», procedeu-se também à correção das pesagens para «stand», à exceção do peso de 50 grãos, que não foi considerado, utilizando-se a fórmula de ZUBER (10).

## 2.1. Análises da Variância

Fizeram-se três diferentes análises da variância dos dados, para cada experimento, no computador IBM/360 da U.F.V. Confrontaram-se os valores dos componentes de variância genética, relativos ao efeito de tratamentos, encontrados em cada uma das análises, para se testar a viabilidade de cada uma dessas análises, que são as seguintes:

### 2.1.1. Primeira Análise

Fez-se a análise da variância usual do «lattice» simples 8 x 8, de acordo com o método apresentado por COCHRAN e COX (1), com recuperação de informação entre blocos. Nessa análise, as esperanças matemáticas dos quadrados médios, para determinação dos componentes de variância, foram obtidas de acordo com indicações de FEDERER (3) e PATERNIANI (6), como é mostrado esquematicamente no Quadro 1.

Usou-se, para essa análise, o modelo linear estatístico geral para «lattice», proposto por COCHRAN e COX (1). Encontram-se referências desse modelo em GRAYBILL (5) e em SUWANTARADON (9).

QUADRO 1 - Esquema da análise da variância e esperanças dos quadrados médios, para um delineamento em "lattice" simples

FV	GL	QM	E (QM)
Repetições	$(r-1)=1$		
Progênes (Trat. N. Ajust.)	$(k^2-1)=63$	$Q_3$	$\sigma_e^2 + r_2 \sigma_B^2 + 2q \sigma_{F(1)}^2$
Blocos dentro de repet. (Ajust.)	$(r(k-1))=14$	$Q_2$	$\sigma_e^2 + r_1 \sigma_B^2$
Resíduo intrablocos	$(k-1)(rk-k-1)=49$	$Q_1$	$\sigma_e^2$

FV = fontes de variação

GL = graus de liberdade

QM = quadrados médios

E(QM) = esperanças dos quadrados médios

Os termos  $r_1$  e  $r_2$  do Quadro 1 e os componentes de variância são estimados, nesta análise, de acordo com PATERNIANI (6), como segue:

$$r_1 = \frac{2q - 1}{2q} \cdot k$$

$$r_2 = \frac{k(k-1)}{k^2 - t - 1}$$

onde:

$q$  = n.º de repetições do delineamento básico ( $q=1$ , neste trabalho)

$k$  = n.º de tratamentos ou famílias por bloco ( $k = 8$ , neste trabalho)

$t$  = n.º de testemunhas ou número de tratamentos excluídos para se estimar a variância entre progênes ( $t = 0$ , neste trabalho)

$$\sigma_e^2 = Q_1$$

$$\sigma_B^2 = (Q_2 - Q_1) / r_1$$

$$\sigma_{F(1)}^2 = (Q_3 - Q_1 - r_2 \sigma_B^2) / 2q$$

### 2.1.2. Segunda Análise

Fez-se a análise do «lattice» simples 8 x 8, como blocos casualizados, neste caso usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados (7, 8). Para essa análise, as esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas de acordo com as indicações de FEDERER e SPRAGUE (4) e PATERNIANI (6), como é mostrado esquematicamente no Quadro 2.

Usou-se, neste caso, o modelo estatístico para blocos casualizados, proposto por FEDERER e SPRAGUE (4).

Os componentes de variância são estimados, nessa análise, como segue (veja no Quadro 2):

QUADRO 2 - Esquema da análise da variância e esperanças dos quadrados médios, para um delineamento em blocos completamente casualizados

FV	GL	QM	E(QM)
Repetições	$(r - 1) = 1$		
Progênes (Trat. N. Ajust.)	$(f^* - 1) = 63$	$Q_2$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{F(2)}^2$
Erro	$(r-1)(f-1) = 63$	$Q_1$	$\sigma_e^2$

\*f = n.º de famílias testadas

$$\sigma_e^2 = Q_1$$

$$\sigma_{F(2)}^2 = (Q_2 - Q_1) / r$$

### 2.1.3. Terceira Análise

Fez-se, inicialmente, a análise usual do «lattice» simples 8 x 8 e, posteriormente, uma análise como blocos casualizados, neste caso usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice», ambos obtidos da análise da variância do «lattice». Nessa análise, as esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas de acordo com as indicações de SUWANTARADON (9) e EBERHART (2), como se vê esquematicamente no Quadro 3.

Neste caso, usou-se, também, o modelo estatístico para blocos casualizados proposto por FEDERER e SPRAGUE (4), conforme as indicações de SUWANTARADON (9) e EBERHART (2).

Os componentes da variância, nessa análise, foram estimados como os da segunda análise (análise da variância do «lattice» como blocos casualizados). Obteve-se, desse modo, uma nova estimativa do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(3)}^2$ , para confronto com as outras duas estimativas,  $\sigma_{F(1)}^2$  e  $\sigma_{F(2)}^2$ , desse mesmo componente, obtidas pelas análises

lises anteriores. Espera-se que os valores estimados de  $\sigma_{F(1)}^2$ ,  $\sigma_{F(2)}^2$  e  $\sigma_{F(3)}^2$  sejam semelhantes.

QUADRO 3 - Esquema da análise da variância e esperanças dos quadrados médios, para um delineamento em blocos completamente casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e o erro efetivo do "lattice"

FV	GL	QM	E(QM)
Repetições	$(r-1) = 1$		
Progênes (Trat. Ajust.)	$(f-1) = 63$	$Q_2$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{F(3)}^2$
Erro efetivo	$(k-1)(rk-k-1) = 49$	$Q_1^*$	$\sigma_e^2$

\* $Q_1$  = quadrado médio do erro efetivo, calculado pelo método de COCHRAN e COX (1), a partir da análise da variância do "lattice".

Os dados de campo, submetidos às análises de variância descritas, referentes aos caracteres altura da planta, altura da primeira espiga, peso de 50 grãos, número de dias até o florescimento e porcentagem de umidade dos grãos, foram tomados em termos de média da parcela. Os dados de campo referentes aos caracteres número de espigas por parcela e peso de grãos por parcela foram tomados do total da parcela. Não se analisaram os demais caracteres anotados.

Em todas as análises de variância em que se usaram as médias dos tratamentos ajustados todas as somas de quadrados dos tratamentos foram multiplicadas por dois, por ser cada média proveniente de duas repetições.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Análises Estatísticas

#### 3.1.1. Primeira Análise

Nos Quadros 4 e 5 vêem-se as análises da variância do «lattice» simples 8 x 8 e, ainda, a média geral, o erro efetivo, a eficiência e o coeficiente de variação do «lattice» para os sete caracteres estudados do experimento n.º 1: linhagens «flint» x «Composto

QUADRO 4 - Análise usual da variância do "lattice" simples 8 x 8, para sete caracteres do experimento n° 1: linhagens "flint" x "Composto Dent B"

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (não aj.)	63	0,0463**	0,0533**	69,1979**	4,0685**	1,0320**	12,8234**	2,3106**
Blocos dentro de repet. (aj.)	14	0,0447	0,0349	19,9464	0,4274	0,4542	5,1250	0,2725
Resíduo intrabloco	49	0,0071	0,0057	11,9719	0,4946	0,2998	1,6352	0,2524
Média geral		2,8967	1,8998	37,8594	15,0759	5,4639	78,4687	16,2734
Erro efetivo do "lattice"		0,0085	0,0068	13,0356	0,4946	0,3225	1,8826	0,2565
Eficiência do "lattice"		182,6765	179,8599	105,4350	96,9803	103,6145	128,0496	100,1285
C.V. do "lattice"		3,1776	4,3393	9,5366	4,6650	10,3933	1,7486	3,1121

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 5 - Análise usual da variância do "lattice" simples 8 x 8, para sete caracteres do experimento n° 2: linhagens "dent" x "Composto Flint B"

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (não aj.)	63	0,0499**	0,0353**	76,3472**	1,9431**	1,2949**	7,8408**	2,2389**
Blocos dentro de repet. (aj.)	14	0,0690	0,0389	100,3259	0,9519	0,6429	4,5179	1,0698
Resíduo intrabloco	49	0,0112	0,0076	29,6103	0,4984	0,3394	2,4209	0,5123
Média geral		2,7146	1,7405	41,6937	15,7034	6,5725	79,2656	17,1156
Erro efetivo do "lattice"		0,0133	0,0089	34,2484	0,5512	0,3750	2,6706	0,5716
Eficiência do "lattice"		181,0007	162,8155	132,3418	108,7097	108,4880	108,0987	111,2969
C.V. do "lattice"		4,2467	5,4278	14,0699	4,7279	9,3175	2,0617	4,4173

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

Dent B», e do experimento nº 2: linhagens «dent» x «Composto Flint B», respectivamente. Como se observa nesses quadros, os quadrados médios dos tratamentos foram altamente significativos, pelo teste de F, para todos os caracteres, em ambos os experimentos, evidenciando uma grande variação na capacidade geral combinatória das linhagens endogâmicas usadas nos cruzamentos. De modo geral, concordando com os resultados obtidos por ZUBER (10) e PATERNIANI (6), as análises usuais da variância do «lattice», feitas com recuperação de informação entre blocos, mostraram maior eficiência que as análises como blocos casualizados, à exceção de alguns caracteres, em ambos os experimentos, cuja eficiência do «lattice» foi mínima ou nula. Os coeficientes de variação, para todos os caracteres, em ambos os experimentos, foram de baixa magnitude, indicando precisão satisfatória nos ensaios de campo.

### 3.1.2. Segunda Análise

Nos Quadros 6 e 7 vêem-se as análises da variância do «lattice» simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados para os sete caracteres dos experimentos n.º 1 e n.º 2, respectivamente. Observa-se, também, nesses quadros, que os quadrados médios dos tratamentos foram altamente significativos para todos os caracteres, em ambos os experimentos, apesar da menor eficiência dessas análises, em relação às análises de «lattice» correspondentes, que se vêem nos Quadros 4 e 5.

### 3.1.3. Terceira Análise

Vêem-se nos Quadros 8 e 9 as análises da variância do «lattice» simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se, neste caso, as médias dos tratamentos ajustadas pelo programa de análise da variância do «lattice» e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice» para os sete caracteres dos experimentos n.º 1 e n.º 2, respectivamente. Observa-se, nesses quadros, que os quadrados médios dos tratamentos foram altamente significativos para todos os caracteres, em ambos os experimentos. Os procedimentos de análise e as esperanças matemáticas dos quadrados médios, usados nas análises que se vêem nos Quadros 8 e 9 (terceira análise), de acordo com EBERHART (2) e SUWANTARADON (9), são mais simples que os da análise da variância usual do «lattice»,

QUADRO 6 - Análise da variância do "lattice" simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro de blocos casualizados, para sete caracteres do experimento n.º 1: linhagens "flint" x "Composto Dent B"

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (não aj.)	63	0,0463**	0,0533**	69,1979**	4,0685**	1,0320**	12,8234**	2,3106**
Resíduos (blocos casualizados)	63	0,0155	0,0122	13,7440	0,4797	0,3341	2,4107	0,2569
Média geral		2,8967	1,8998	37,8594	15,0759	5,4639	78,4687	16,2734
C.V.		4,2980	5,8140	9,7923	4,5941	10,5788	1,9787	3,1146

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 7 - Análise da variância do "lattice" simples 3 x 8, como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro de blocos casualizados, para sete caracteres do experimento nº2:linhagens "dent" x "Composto Flint B"

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (não aj.)	63	0,0499**	0,0353**	76,3472**	1,9431**	1,2949**	7,8408**	2,2389**
Resíduo (blocos casualizados)	63	0,0240	0,0146	45,3249	0,5992	0,4068	2,8869	0,6362
Média geral		2,7146	1,7405	41,5937	15,7034	6,5725	79,2656	17,1156
C.V.		5,7069	6,9423	16,1860	4,9294	9,7042	2,1435	4,6602

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 8 - Análise da variância do "lattice" simples 8 x 8, como blocos casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do "lattice", para sete caracteres do experimento nº 1: linhagens "flint" x "Composto Dent B"

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (aj.)	63	0,0415**	0,0507**	71,9838**	4,0686**	1,0298**	13,4623**	2,3067**
Erro efetivo	49	0,0085	0,0068	13,0356	0,4946	0,3225	1,8826	0,2565
Média geral		2,8967	1,8998	37,8594	15,0759	5,4639	78,4687	16,2734
C.V.		3,1828	4,3406	9,5366	4,6649	10,3935	1,7486	3,1122

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 9 - Análise da variância do "lattice" simples 8 x 8, com blocos casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do "lattice", para sete caracteres do experimento n.º 2: linhagens "dent" x "Composto Flint B"

		Quadros Médios						
Fontes de Variação	G.L.	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Nº de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	Nº de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
Repetições	1							
Tratamentos (aj.)	63	0,0412**	0,0324**	71,9206**	1,7915**	1,2167**	7,3169**	2,1386**
Erro efetivo	49	0,0133	0,0089	34,2484	0,5512	0,3750	2,6706	0,5716
Média geral		2,7146	1,7405	41,5937	15,7034	6,5725	79,2656	17,1156
C.V.		4,2483	5,4203	14,0700	4,7278	9,3172	2,0617	4,4173

\*\* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

principalmente no caso da análise conjunta de vários experimentos de «lattice», cujas esperanças matemáticas de quadrados médios são complexas e de difícil derivação. Esses autores acreditam obter, em análises semelhantes às que se vêem nos Quadros 8 e 9, precisão satisfatória nos testes estatísticos e nas estimativas dos componentes de variância, as quais podem ser, nesse caso, ligeiramente maiores ou menores que as estimativas correspondentes,  $\sigma_{F(1)}^2$  e  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtidas das outras análises, dependendo da eficiência do «lattice».

### 3.2. Estimativas dos Componentes de Variância Genética

Vêm-se nos Quadros 10 e 11 as estimativas dos componentes de variância genética para os sete caracteres dos experimentos n.º 1 e n.º 2, respectivamente.

De acordo com os dados de PATERNIANI (6), as estimativas do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(1)}^2$ , obtidas da análise usual do «lattice», e as estimativas do mesmo componente,  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtidas da análise do «lattice» como blocos casualizados, são semelhantes. Como o processo de determinação das esperanças matemáticas dos quadrados médios, numa análise usual do «lattice», é mais complexo e trabalhoso que numa análise de blocos casualizados, torna-se mais indicado utilizarem-se as estimativas daquele componente de variância,  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtidas dessa última análise.

As estimativas desses componentes de variância,  $\sigma_{F(1)}^2$  e  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtidas, respectivamente, da análise usual do «lattice» (primeira análise) e da análise do «lattice» como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados (segunda análise), foram semelhantes, para cada um dos sete caracteres dos experimentos n.º 1 e n.º 2, como se observa nos Quadros 10 e 11, respectivamente, para cada experimento. Esses resultados concordam com os de PATERNIANI (6), sugerindo também o uso da estimativa de  $\sigma_{F(2)}^2$ .

Fez-se, para cada um dos sete caracteres de ambos os experimentos, uma terceira estimativa do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(3)}^2$ , a partir da análise do «lattice» como blocos casualizados, usando-se, neste caso, as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice» (terceira análise, apresentada nos Quadros 8 e 9). Observa-se, nos Quadros 10 e 11, que as estimativas de  $\sigma_{F(3)}^2$ , para



QUADRO 10 - Componentes de variância genética devidos ao efeito de tratamentos,  $\sigma^2_{F(1)}$ ,  $\sigma^2_{F(2)}$  e  $\sigma^2_{F(3)}$ , obtidos, respectivamente, da primeira, da segunda e da terceira análises da variância, para sete caracteres do experimento n° 1: linhagens "flint" x "Composto Dent B"

Componentes de Variância Genética	Caracteres						
	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	N° de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	N° de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
$\sigma^2_{F(1)}$ (obtido da primeira análise)	0,0154	0,0206	27,7269	1,7944	0,3489	5,2063	1,0269
$\sigma^2_{F(2)}$ (obtido da segunda análise)	0,0154	0,0206	27,7270	1,7944	0,3490	5,2064	1,0269
$\sigma^2_{F(3)}$ (obtido da terceira análise)	0,0165	0,0219	29,4741	1,7870	0,3537	5,7899	1,0251

QUADRO 11 - Componentes de variância genética devidos ao efeito de tratamentos,  $\sigma^2_{F(1)}$ ,  $\sigma^2_{F(2)}$  e  $\sigma^2_{F(3)}$ , obtidos, respectivamente, da primeira, da segunda e da terceira análises de variância, para sete caracteres do experimento n° 2: linhagens "dent" x "Composto Flint B"

Componentes de variância Genética	Caracteres						
	Altura de planta (m)	Altura de espigas (m)	N° de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de grãos/parcela (kg/10m <sup>2</sup> )	N° de dias até o florescimento	Porcentagem de umidade dos grãos
$\sigma^2_{F(1)}$ (obtido da primeira análise)	0,0129	0,0104	15,5112	0,6720	0,4440	2,4770	0,8014
$\sigma^2_{F(2)}$ (obtido da segunda análise)	0,0130	0,0104	15,5112	0,6720	0,4441	2,4770	0,8014
$\sigma^2_{F(3)}$ (obtido da terceira análise)	0,0140	0,0118	18,8361	0,6202	0,4209	2,3232	0,7835

os sete caracteres de ambos os experimentos, em relação às estimativas correspondentes  $\sigma_{F(1)}^2$  e  $\sigma_{F(2)}^2$ , são ligeiramente maiores para alguns caracteres e ligeiramente menores para outros. Geralmente, em ambos os experimentos, as estimativas de  $\sigma_{F(3)}^2$  foram ligeiramente maiores que as de  $\sigma_{F(1)}^2$  e  $\sigma_{F(2)}^2$  para aqueles caracteres em que o «lattice» revelou alta eficiência em relação a blocos casualizados, mostrando assim o provável efeito da eliminação da variação do meio, dado que as duas primeiras análises se basearam em tratamentos não ajustados. Esse tipo de análise, usando os tratamentos ajustados, é bastante usado por determinado grupo de melhoristas, conforme se vê em EBERHART (2) e SUWANTARADON (9).

A semelhança entre as estimativas de  $\sigma_{F(1)}^2$ ,  $\sigma_{F(2)}^2$  e  $\sigma_{F(3)}^2$  mostra a possibilidade de se usar qualquer uma das três análises alternativas na estimativa dos componentes de variância.

Em locais onde as facilidades de computação eletrônica são menores aconselha-se o uso da estimativa do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtida da análise do «lattice» como blocos casualizados, usando, nesse caso, os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados (segunda análise, apresentada nos Quadros 6 e 7). Essas estimativas,  $\sigma_{F(2)}^2$ , como se observa nos Quadros 10 e 11, para os sete caracteres dos experimentos n.º 1 e n.º 2, respectivamente, são essencialmente as mesmas que se obteriam com a análise usual do «lattice»,  $\sigma_{F(1)}^2$ . Portanto, as estimativas de  $\sigma_{F(2)}^2$  exprimem, como as de  $\sigma_{F(1)}^2$ , o grau de variação genética entre os tratamentos não ajustados para os efeitos dos blocos.

Para experimentação extensiva em que as facilidades de computação eletrônica são maiores, a terceira análise apresenta-se como uma alternativa viável.

#### 4. RESUMO

No presente trabalho, utilizaram-se progênies de «meios-irmãos» (famílias resultantes dos «topcrosses» entre linhagens «flint» e o Composto Dent B» (Experimento n.º 1) e entre linhagens «dent» e o «Composto Flint B» (Experimento n.º 2)).

Foram trabalhadas dez a quinze espigas em cada cruzamento. As progênies resultantes de ambos os «topcrosses» foram plantadas utilizando-se o delineamento experimental de «lattice»

simples 8 x 8.

As características estudadas nas progênies (famílias de «meios-irmãos») foram: altura da planta, altura da espiga, número de espigas por parcela, peso de 50 grãos, peso de grãos por parcela, número de dias até o florescimento e porcentagem de umidade dos grãos na colheita.

Neste trabalho, teve-se maior interesse pelas características associadas com a produção. Os dados referentes a pesagens foram corrigidos para um padrão de 15,5% de umidade e para «stand» ideal.

Foram feitas três diferentes análises da variância dos dados, para comparações:

- análise da variância usual do «lattice» simples 8 x 8 (primeira análise);
- análise do «lattice», como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados (segunda análise);
- análise do «lattice», como blocos casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice» (terceira análise).

Os três tipos de análise forneceram resultados semelhantes com relação aos componentes de variância estimados. Assim, as estimativas do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(1)}^2$ , obtidas da análise usual da variância do «lattice» simples 8 x 8 (primeira análise) foram essencialmente semelhantes, para cada um dos sete caracteres estudados em ambos os experimentos, às estimativas correspondentes desse mesmo componente,  $\sigma_{F(2)}^2$ , obtidas da análise da variância do «lattice» como blocos casualizados, usando-se os tratamentos não ajustados e, como resíduo, o erro experimental de blocos casualizados (segunda análise). As estimativas do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(3)}^2$ , obtidas da análise da variância do «lattice» como blocos casualizados, usando-se as médias dos tratamentos ajustados e, como resíduo, o erro efetivo do «lattice» (terceira análise), foram ligeiramente maiores para alguns caracteres e ligeiramente menores para outros, em ambos os experimentos, dependendo da eficiência do «lattice», em relação às estimativas correspondentes desses componentes obtidas da primeira,  $\sigma_{F(1)}^2$ , e da segunda análises,  $\sigma_{F(2)}^2$ . Para os caracteres de ambos os experimentos cuja eficiência do «lattice» foi alta, as estimativas de  $\sigma_{F(3)}^2$  foram ligeiramente maiores que as de  $\sigma_{F(1)}^2$  e de  $\sigma_{F(2)}^2$ , e, em alguns casos de baixa eficiência do «lattice», ligei-

ramente menores. Em razão da semelhança entre as três estimativas do componente de variância genética devido ao efeito de tratamentos,  $\sigma_{F(1)}^2$ ,  $\sigma_{F(2)}^2$  e  $\sigma_{F(3)}^2$ , conclui-se que há viabilidade de uso de qualquer uma das três análises estatísticas alternativas apresentadas nas estimativas dos componentes de variância.

### 5. SUMMARY

The objective of this work was to verify the viability of three alternative methods of statistical analysis for the estimation of the components of variance for experiments using the lattice design. Seven characters were studied using data of half-sib families of corn, coming from crosses of «flint» lines with «Composite Dent B» and «dent» lines with «Composite Flint B» (topcross).

The three methods were: a) regular analysis of variance of a simple lattice design (8 x 8); b) analysis of variance of the lattice design as a random blocks design, using unadjusted treatments and with the residual being the experimental error of the random blocks; and c) analysis of variance of the lattice design as a random blocks design, but using the mean of the adjusted treatments, and the residual being the mean effective error of the lattice design.

The three methods of analysis gave similar results with relation to the variance components studied. The estimates of the genetic component of variance,  $\sigma_{F(1)}^2$ , obtained in the first analysis were essentially equal to the corresponding estimates,  $\sigma_{F(2)}^2$ , derived from the second analysis for all characters.

For those characters where the lattice design showed superiority over the random blocks design, the estimates of  $\sigma_{F(3)}^2$  obtained in the third analysis were slightly greater than  $\sigma_{F(1)}^2$  and  $\sigma_{F(2)}^2$ , and in those cases where the lattice design did not show superiority, the estimates of  $\sigma_{F(3)}^2$  were slightly lower.

It is concluded that it is valid to use any of the three methods presented to estimate these components.

### 6. LITERATURA CITADA

1. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2.<sup>a</sup> edição. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1957. 611 p.

2. EBERHART, S.A. Factors effecting efficiencies of breeding methods. *African Soils/Soils Africans*, 15(1,2,3):669-679. 1970.
3. FEDERER, W.T. *Experimental design*. New York, McMillan Co., 1955. 544 p.
4. FEDERER, W.T. & SPRAGUE, G.F. A comparison of variance components in corn yield trials. Error, tester x line and line components in topcross experiments. *J. Am. Soc. Agron.* 39:453-463. 1947.
5. GRAYBILL, F.A. *An introduction to linear statistical models*. Vol. I. New York, McGraw - Hill Book Company, Inc., 1961. 463 p.
6. PATERNIANI, E. *Avaliação do método de seleção entre dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, SP, ESALQ, 1968. 92 p. (tese não publicada).
7. SNEDECOR, G.W. *Statistical Methods*. 4.<sup>a</sup> edição. Ames, Iowa, The Iowa State College Press, 1946. 485 p.
8. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw - Hill, 1960. p.
9. SUWANTARADON, K. *Simultaneous selection for seven agronomic characters in the BSSS2 maize population by means of selection indices*. Ames, Iowa, Iowa State University, 1974. 159 p. (Ph.D. Thesis).
10. ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block design using corn uniformity trial data. *J. Am. Soc. Agron.* 34:38-41. 1942.