

VARIÂNCIAS, COVARIÂNCIAS E CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E GENÉTICAS ADITIVAS NUM COMPOSTO DE MILHO (*Zea mays* L.)*

Adair José Regazzi**

José Carlos Silva***

José Tarcísio Lima Thiébaud**

Laede Maffia de Oliveira**

José Domingos Galvão****

1. INTRODUÇÃO

Um aspecto genético de grande importância para o melhoramento de plantas, que deve merecer toda a atenção dos melhoristas, é a correlação entre caracteres. A associação, quando existe, é benéfica ou não ao melhoramento de uma população. Há, porém, casos em que essa associação serve de meio aos métodos de seleção.

A seleção para um caráter pode aumentar ou diminuir a expressão de um outro caráter (dependendo da correlação genética aditiva entre eles); a esse efeito indireto FALCONER (5) chamou de resposta correlacionada à seleção.

Basicamente, a estimação dos componentes de variâncias genéticas envolve o uso de algum sistema de acasalamento que controle as relações entre as progênes.

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

Recebido para publicação em 03-04-1979.

** Universidade Federal de Viçosa — Dep. de Matemática — 36 570 — Viçosa-MG.

*** Universidade Federal de Viçosa — Dep. de Biologia Geral — 36 570 — Viçosa-MG.

**** Universidade Federal de Viçosa — Dep. de Fitotecnia — 36 570 — Viçosa-MG.

Um recurso para desenvolver progênies para a estimação de parâmetros genéticos é o chamado Delineamento I, proposto por COMSTOCK e ROBINSON (2, 3), o qual permite separar a variância genotípica em variância genética aditiva e variância devida à dominância, considerando a variância epistática como zero ou tão pequena que seus efeitos, quando negligenciados, não acarretam problemas para as análises.

O Delineamento I, proposto por COMSTOCK e ROBINSON (2, 3), permite que, a partir das esperanças de quadrados médios, as variâncias genéticas aditivas e as variâncias devidas à dominância sejam prontamente calculadas, pois os componentes de variância são interpretados em termos de covariância entre parentes, que são transformadas em variâncias genéticas (4).

SILVA e LONNQUIST (14), usando o Delineamento I, em duas populações derivadas da variedade «Krug Yellow Dent», mostraram que o ganho genético é proporcional à variância genética aditiva, bem como à média da população.

Procurando evidenciar a influência da amostragem sobre as estimativas dos componentes genéticos feitas com o Delineamento I, MARQUEZ-SANCHEZ e HALLAUER (10) utilizaram a variedade «Iowa Synthetic BB», verificando que deve ser usado o número mínimo de quatro fêmeas por macho, sendo preferível um grupo de 48 machos, acasalados com seis-oito fêmeas, para estimar os componentes de variâncias genéticas em milho. Sugeriram que estimativas de variâncias negativas, que se encontram com frequência, devem-se, em muitos casos, à insuficiência da amostragem da população e aos acasalamentos não aleatórios. A primeira ocorrência pode ser corrigida pelo aumento do número de machos ou de fêmeas; a segunda pode ser atenuada, conforme LINDSEY *et alii* (9), semeando-se as plantas designadas como machos uma semana depois da semeadura das plantas designadas como fêmeas.

Neste trabalho, procurou-se estimar variâncias e covariâncias fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas entre vários caracteres, correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas entre todos os pares de caracteres e o valor da herdabilidade para cada caráter.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Neste trabalho foi utilizado o «Composto Dente B». Esse composto foi sintetizado no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Piracicaba, São Paulo; é composto de várias populações dentadas, brancas e amarelas, notadamente da raça Tuxpeño, incluindo também germoplasma das Américas Central e do Sul. É muito utilizado em programas de melhoramento, em razão da sua ampla base genética, conferida pelos seus diversos componentes.

2.2. Métodos

2.2.1. Obtenção do Material Experimental

O «Composto Dente B» utilizado na obtenção do material experimental foi plantado no campo experimental do Setor de Genética, na Universidade Federal de Viçosa, em outubro de 1975.

O esquema de cruzamentos obedeceu ao Delineamento I, de COMSTOCK e ROBINSON (2). Os cruzamentos foram efetuados manualmente, sendo que cada planta usada como macho, tomada ao acaso em cada fileira, foi usada para polini-

zar quatro a seis plantas usadas como fêmeas, tomadas ao acaso na mesma fileira. Tanto as plantas usadas como machos como as usadas como fêmeas foram tomadas ao acaso, de modo que pudessem ser consideradas como amostra representativa da população original. Assim, conseguiram-se cruzamentos correspondentes a 39 plantas usadas como machos, cada uma cruzada com 4 plantas usadas como fêmeas, obtendo-se um total de 156 progênies.

2.2.2. Delineamento Genético e Técnicas Experimentais

Utilizou-se o Delineamento I, proposto por COMSTOCK e ROBINSON (2). Nesse delineamento, um macho é acasalado com «f» fêmeas. Para cada conjunto de «m» machos, têm-se «mf» progênies de irmãos completos, sendo que, em cada grupo de «f» fêmeas acasaladas com um mesmo macho, as progênies constituem «f» famílias de meios-irmãos.

Os machos foram divididos em 7 grupos de 5 e 1 grupo de 4 machos, tomados ao acaso. As 20 progênies que resultaram dos cruzamentos dos 5 machos, cada um cruzado com 4 fêmeas, constituíram um grupo. Assim, foram usados 7 grupos com 20 progênies e 1 grupo com apenas 16 progênies, isto é, 4 machos, cada um cruzado com 4 fêmeas.

Para a avaliação de campo, a área experimental foi dividida em 8 blocos, cada bloco incluindo duas repetições de um grupo.

As sementes foram plantadas em fileiras de cinco metros e meio de comprimento, com espaçamento de 0,50 metro entre plantas e 1,00 metro entre fileiras, plantando-se três sementes por cova, sendo feito desbaste posterior (40 a 45 dias depois da emergência), deixando-se duas plantas por cova. Foi usada a adubação NPK, na base de 60 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O /ha, sendo 1/3 do nitrogênio aplicado no plantio e 2/3 aplicados em cobertura, logo depois do desbaste.

2.2.3. Caracteres Medidos

Foram feitas medições dos seguintes caracteres: 1) altura de planta (m); 2) altura de espiga (m); 3) número de espigas (total da parcela); 4) peso de 50 grãos (g); 5) peso de espigas (kg/parcela); 6) produção de grãos (kg/parcela); 7) número de dias até o florescimento (média da parcela); 8) número de plantas/parcela (para correção de «stand»).

Os dados referentes ao peso de 50 grãos, peso de espigas e produção de grãos foram corrigidos para um padrão de 15,5% de umidade.

2.2.4. Análise de Variância

A análise de variância foi feita seguindo o modelo genético-estatístico, semelhante ao utilizado por COMSTOCK e ROBINSON (2) no Delineamento I.

De acordo com as hipóteses admitidas pelo modelo, tem-se que a covariância entre irmãos completos é função dos componentes de variâncias, como segue (Quadro 1):

$$\text{Cov (IC)} = \sigma_m^2 + \sigma_{f/m}^2 \quad (1)$$

Do mesmo modo, a covariância entre meios-irmãos é dada por

$$\text{Cov (MI)} = \sigma_m^2 \quad (2)$$

QUADRO 1 - Esquema do quadro da análise de variância conjunta, quadrados médios e esperanças de quadrados médios

Causa de Variação	G.L.	QM	E (QM)
Grupos (S)	s - 1		
Repetições (R)/S	s(r - 1)		
Machos (M)/S	s(m - 1)	M ₁	$\sigma^2 + r\sigma_{f/m}^2 + rf\sigma_m^2$
Fêmeas (F)/M/S	sm(f - 1)	M ₂	$\sigma^2 + r\sigma_{f/m}^2$
Erro	s(mf - 1) (r - 1)	M ₃	$\sigma^2 +$

2.2.5. Covariâncias de Irmãos Completos e Meios-Irmãos em termos de Variâncias Genéticas

COMSTOCK e ROBINSON (3) deduziram fórmulas para calcular as variâncias e covariâncias genéticas, admitindo determinadas suposições. Baseando-se em tais suposições, KEMPTHORNE (7) derivou fórmulas em que, para o caso específico deste estudo, em que se supõe ausência de epistasia e coeficiente de endogamia dos pais igual a zero, tem-se

$$\text{Cov (IC)} = \frac{1}{2} \sigma_A^2 + \frac{1}{4} \sigma_D^2 \quad (3)$$

em que

σ_A^2 = variância genética aditiva

σ_D^2 = variância devida à dominância

$$\text{Cov (MI)} = \frac{1}{4} \sigma_A^2 \quad (4)$$

Comparando as fórmulas (1), (2), (3) e (4), tem-se

$$\sigma_A^2 = 4 \sigma_m^2 \text{ e } \sigma_D^2 = 4 (\sigma_{f/m}^2 - \sigma_m^2)$$

Cada grupo foi analisado separadamente. Em seguida, foi feita a análise conjunta para os oito grupos. Uma vez que cada grupo é uma amostra representativa da população original, as esperanças de quadrados médios [E(QM)] serão as mesmas, tanto para a análise de um grupo como para a análise conjunta. Daí a razão por que se vê nos Quadros 1 e 2 apenas o esquema para a análise conjunta.

Os componentes de variâncias são estimados como segue:

$$\hat{\sigma}^2 = M_3; \hat{\sigma}_m^2 = \frac{M_1 - M_2}{rf}; \hat{\sigma}_{f/m}^2 = \frac{M_2 - M_3}{r}$$

2.2.6. Herdabilidades

As herdabilidades, no sentido amplo (H_a) e no sentido restrito (H), foram calculadas com base na média das progênes, usando-se as seguintes fórmulas:

$$H_a = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}, \text{ onde}$$

$$\sigma_G^2 = \text{variância genotípica}$$

$$\sigma_P^2 = \text{variância fenotípica}$$

$$\sigma_G^2 = \sigma_m^2 + \sigma_{f/m}^2 = \frac{1}{2} \sigma_A^2 + \frac{1}{4} \sigma_D^2$$

$$\sigma_P^2 = \sigma_m^2 + \sigma_{f/m}^2 + \frac{\sigma^2}{2}$$

$$H = \frac{\frac{1}{2} \sigma_A^2}{\sigma_P^2}$$

QUADRO 2 - Quadrados médios, em termos de covariâncias genéticas para a análise conjunta

Causa de Variação	Covariância Genética
Machos (M)/Grupos (S)	$\sigma^2 + r [\text{Cov}(\text{IC}) - \text{Cov}(\text{MI})] + r f \text{Cov}(\text{MI})$
Fêmeas (F)/M/S	$\sigma^2 + r [\text{Cov}(\text{IC}) - \text{Cov}(\text{MI})]$
Erro	σ^2

2.2.7. Correlações

As covariâncias foram estimadas a partir dos quadrados médios da análise da soma de dois caracteres (X + Y). Foram calculadas covariâncias fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas. O procedimento para esses cálculos foi o indicado por MODE e ROBINSON (11) e KEMPTHORNE (7).

Verificou-se a significância dos coeficientes de correlação, admitindo-se um nível de até 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 são apresentados os resultados da análise de variância conjunta dos oito grupos, a média geral, o erro-padrão da média e o coeficiente de variação, para os sete caracteres estudados. Os coeficientes de variação variaram de 3,14% (número de dias até o florescimento) a 15,90% (produção de grãos por parcela), indicando boa precisão para a experimentação de campo (6).

Com relação a número de dias até o florescimento, para machos dentro de grupos, não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. Todos os demais caracteres mostraram diferenças significativas, pelo menos ao nível de 5% de probabilidade.

Nos Quadros 4, 5 e 6 vêem-se os produtos médios para os 21 pares de caracteres. As esperanças desses produtos fornece as covariâncias para as estimativas

QUADRO 3 - Análise de variância conjunta dos 8 grupos, para os caracteres altura de planta, altura de espiga, número de espigas por parcela, peso de 50 grãos, peso de espigas por parcela, produção de grãos por parcela e número de dias até o florescimento

Causa de variação	GL	Quadrados Médios						
		Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Número de espigas/ parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de espigas/par- cela (kg)	Produção de grãos/parce- la (kg)	Número de dias até o florescimento
Machos (M)/grupos (S)	31	0,1157**	0,0775*	59,4645**	12,1730**	2,0971*	1,7924*	22,5611 n.s.
Fêmeas (F) M/S	117	0,0589**	0,0496**	29,5096**	3,0689**	1,3169**	1,0241**	20,5974**
Erro	148	0,0251	0,0166	6,5209	1,0166	0,3519	0,2887	7,0820
Médias		2,76 ± 0,009 ^a	1,85 ± 0,007	18,20 ± 0,144	17,82 ± 0,057	4,11 ± 0,035	3,38 ± 0,030	84,80 ± 0,150
CV(%)		5,74	6,97	14,03	5,66	14,43	15,90	3,14

^aErro-padrão da média

**, * Significativo, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

n.s. Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Produtos médios para a análise conjunta dos pares de caracteres altura de planta e altura de espiga (AP x AE), altura de planta e número de espigas (AP x NE), altura de planta e peso de 50 grãos (AP x PG), altura de planta e peso de espigas (AP x PE), altura de planta e produção de grãos (AP x YD), altura de planta e número de dias até o florescimento (AP x DF), altura de espiga e número de espigas (AE x NE)

Causa de Variação	GL	Produtos Médios						
		AP x AE	AP x NE	AP x PG	AP x PE	AP x YD	AP x DF	AE x NE
Machos (M) / grupos (S)	31	0,0718	1,2887	0,1571	0,2615	0,2445	-0,2142	1,0947
Fêmeas (F) / M/S	117	0,0467	0,3628	0,0598	0,1137	0,0964	-0,1615	0,3202
Erro	148	0,0158	0,0650	0,0177	0,0304	0,0270	-0,0352	0,0582

QUADRO 5 - Produtos médios para a análise conjunta dos pares de caracteres altura de espiga e peso de 50 grãos (AE x PG), altura de espiga e peso de espigas (AE x PE), altura de espiga e produção de grãos (AE x YD), altura de espiga e número de dias até o florescimento (AE x DF), número de espigas e peso de 50 grãos (NE x PG), número de espigas e peso de espigas (NE x PE), número de espigas e produção de grãos (NE x YD)

Causa de Variação	GL	Produtos Médios						
		AE x PG	AE x PE	AE x YD	AE x DF	NE x PG	NE x PE	NE x YD
Machos (M) / grupos (S)	31	0,1942	0,2280	0,2002	0,0692	-5,0150	8,7775	8,4955
Fêmeas (F) / M/S	117	0,0683	0,1017	0,0848	-0,1207	0,3830	4,0736	3,8616
Erro	148	0,0204	0,0284	0,0254	-0,0612	-0,1436	0,7621	0,7291

QUADRO 6 - Produtos médios para a análise conjunta dos pares de caracteres número de espigas e número de dias até o florescimento (NE x DF), peso de 50 grãos e peso de espigas (PG x PE), peso de 50 grãos e produção de grãos (PG x YD), peso de 50 grãos e número de dias até o florescimento (PG x DF), peso de espigas e número de dias até o florescimento (PE x DF), produção de grãos e número de dias até o florescimento (YD e DF)

Causa de Variação	GL	Produtos Médios						
		NE x DF	PG x PE	PG x YD	PG x DF	PE x YD	PE x DF	YD x DF
Machos (M) / grupos (S)	31	-11,9403	0,2952	-0,0970	0,7692	1,9189	-2,8004	-2,6020
Fêmeas (F) / M/S	117	- 6,5583	0,8777	0,6982	-1,6182	1,1446	-2,3463	-2,0127
Erro	148	- 1,3415	0,1898	0,1553	-0,1445	0,3067	-0,5674	-0,5209

das correlações.

3.1. Estimativas dos Parâmetros Genéticos

No Quadro 7 são apresentadas as estimativas dos parâmetros genéticos, para os sete caracteres estudados. As estimativas dos componentes de variância relativas ao efeito de machos (σ_m^2) e ao efeito de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$), para os caracteres (Quadro 7), refletem o grau de variação genética entre esses indivíduos. A estimativa da variância genética aditiva (σ_A^2) reflete a variância entre os valores reprodutivos dos indivíduos e indica a variabilidade utilizável pela seleção. A herdabilidade no sentido restrito é de grande importância, porque mostra em quanto ou em que grau a variância genética aditiva é responsável pela variância total, ou quanto da variação total se deve à variância genética aditiva.

No Quadro 7 vêem-se as estimativas de herdabilidades no sentido amplo (Ha) e no sentido restrito (H), baseadas nas médias das progênes, para todos os caracteres, exceto para peso de 50 grãos. A herdabilidade para o caráter peso de 50 grãos não foi calculada pelo fato de a estimativa do componente de variância referente ao efeito de machos (σ_m^2) ter sido maior que a estimativa do componente referente ao efeito de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$), o que proporcionaria um valor incorreto para herdabilidade. Em razão da ocorrência desse problema, o componente de variância relativo à dominância (σ_D^2), que é dado por $\sigma_D^2 = 4(\sigma_{f/m}^2 - \sigma_m^2)$, terá uma estimativa negativa. Uma vez que variância por definição é superior ou igual a zero, uma explicação possível para ter sido encontrada uma estimativa negativa para σ_D^2 , para o caráter peso de 50 grãos, é que ela deve referir-se a um valor real zero ou a algum valor positivo muito pequeno ou, ainda, a uma amostragem inadequada para esse caráter. Observa-se (Quadro 7) que as estimativas de herdabilidade no sentido restrito foram de magnitude razoável para todos os caracteres, exceto para número de dias até o florescimento, cuja herdabilidade foi baixa. Baixas estimativas de herdabilidade indicariam a necessidade do uso de métodos de seleção mais sofisticados.

3.2. Correlações Genóticas, Genéticas Aditivas e Fenotípicas

Com os produtos médios que se vêem nos Quadros 4, 5 e 6 estimaram-se as covariâncias entre os caracteres. Com essas estimativas foram obtidas as correlações genóticas, genéticas aditivas e fenotípicas. As estimativas dos coeficientes de correlação são apresentadas no Quadro 8. Pela análise do Quadro 8 pode-se notar que, para a maioria dos pares de caracteres, as correlações genóticas foram superiores às fenotípicas, concordando com os resultados obtidos por LIMA (8). Pode-se portanto, concluir que há tendência de maior importância dos fatores genéticos que os de ambiente nas correlações entre caracteres.

No Quadro 8, pode-se observar que os coeficientes de correlação foram significativos, aos níveis preestabelecidos, para a maioria dos pares de caracteres. Tomando-se como exemplo a produção de grãos por parcela, verifica-se que esse caráter apresentou correlações fenotípicas, genóticas e genéticas aditivas significativas, ao nível de 1% de probabilidade, e positivas com altura de planta, altura de espiga e número de espigas por parcela. Esses fatos permitem concluir que pro-

QUADRO 7 - Componente de variância referente ao efeito de machos (σ_m^2), componente de variância referente ao efeito de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$), variância genética aditiva (σ_A^2), variância genotípica entre médias das progênes (σ_G^2), variância fenotípica entre médias das progênes (σ_P^2), herdabilidade no sentido amplo (H_A) e no sentido restrito (H), baseadas nas médias das progênes, para os sete caracteres estudados

Parâmetros Genéticos	Altura de planta (m)	Altura de espiga (m)	Número de espigas/parcela	Peso de 50 grãos (g)	Peso de espigas/parcela (kg)	Produção de grãos/parcela (kg)	Número de dias até o florescimento
Componente de variância referente ao efeito de machos (σ_m^2)	0,007107	0,003481	3,744362	1,138010	0,097528	0,096043	0,245456
Componente de variância referente ao efeito de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$)	0,016904	0,016505	11,494347	1,026187	0,482500	0,367654	6,757695
Variância genética aditiva (σ_A^2)	0,028428	0,013924	14,977448	4,552040	0,390112	0,384172	0,981824
Variância genotípica (σ_G^2)	0,022859	0,019421	14,631515	1,979655	0,564213	0,448123	6,963348
Variância fenotípica (σ_P^2)	0,035416	0,027737	17,891975	2,487954	0,740171	0,592518	10,504371
Herdabilidade no sentido amplo (H_A)	64,54%	70,02%	81,77%	***	76,23%	75,63%	66,29%
Herdabilidade no sentido restrito (H)	40,13%	25,10%	41,85%	***	26,35%	32,42%	4,67%

*** Herdabilidade para peso de 50 grãos não foram calculadas, pois a estimativa da componente de variância devido ao efeito de machos (σ_m^2) foi maior que a estimativa da componente referente ao efeito de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$).

QUADRO 8 - Estimativas dos coeficientes de correlação: genotípicas (r_G), genéticas aditivas (r_A) e fenotípicas (r_F), para os sete caracteres estudados

Caracteres	Coeficientes	Caracteres				
		Altura de espiga	Número de espigas / parcela	Peso de 50 grãos	Peso de espigas / parcela	Produção de grãos / parcela
Altura de planta	r_G	0,857**	0,425**	0,147	0,503**	0,496**
	r_A	0,629**	0,709**	0,135	0,702**	0,708**
	r_F	0,830**	0,349**	0,135	0,447**	0,439**
Altura de espiga	r_G		0,398**	0,189*	0,476**	0,447**
	r_A		0,848**	0,250**	0,857**	0,788**
	r_F		0,342**	0,180*	0,447**	0,425**
Número de espigas/parcela	r_G			-0,056	0,747**	0,801**
	r_A			-0,327**	0,973**	0,966**
	r_F			-0,056	0,695**	0,742**
Peso de 50 grãos	r_G				0,267**	0,199*
	r_A				-0,218**	0,564**
	r_F				0,278**	0,219**
Peso de espigas/parcela	r_G					0,994**
	r_A					0,999**
	r_F					0,986**
Produção de grãos/parcela	r_G					-0,457**
	r_A					-0,479**
	r_F					-0,428**

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

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

dução está intimamente ligada com altura de planta, altura de espiga e prolificidade. Em geral, especifica-se, sem generalizar, que ganhos de produção estão associados com maiores alturas de planta e de espiga e com maior prolificidade, apesar de possíveis problemas de acamamento, que restringiriam essa produção. Alturas de planta e espiga foram correlacionadas positivamente entre si, tanto fenotípica como genotipicamente. No caso de um caráter correlacionar-se negativamente com alguns e positivamente com outros, precisa haver cuidado, a fim de que, ao selecionar-se para aquele caráter, não ocorram mudanças indesejáveis em outros caracteres.

Com relação a número de dias até o florescimento, verifica-se que esse caráter apresentou correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas significativas, ao nível de 1% de probabilidade, e negativas com número de espigas por parcela e produção de grãos por parcela, resultados que contrariam os obtidos por LINDSEY *et alii* (9), mas concordam com os obtidos por BHATT (1). Esse resultado indica que aumentos no número de espigas por parcela (maior prolificidade) e na produção serão consequência da redução no número de dias até o florescimento, nas condições deste estudo. É possível que um veranico ocorrido tenha prejudicado mais as plantas tardias, dando um resultado inverso àquele que normalmente ocorre.

O modo de associação do caráter produção de grãos por parcela com os caracteres número de espigas por parcela e número de dias até o florescimento concorda com os observados por ROBINSON *et alii* (12) e SILVA (13).

Embora a maioria das correlações apresentasse valores significativos, ao nível de 1% de probabilidade, os pares que apresentaram os maiores valores foram: produção de grãos por parcela x peso de espigas por parcela, altura de planta x altura de espiga, número de espigas por parcela x produção de grãos por parcela e número de espigas por parcela x peso de espigas por parcela. Isso evidencia a importância do número de espigas na produção de grãos, seguido pela altura de espiga e altura de planta.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A população-base deste estudo foi o «Composto Dente B». Esse composto é muito usado em programas de melhoramento, por causa da ampla base genética, conferida pelos seus diversos componentes.

Utilizou-se o Delineamento I, onde o material experimental foi obtido por cruzamentos múltiplos entre os indivíduos. Os machos foram divididos em 7 grupos de cinco e 1 grupo de quatro machos, tomados ao acaso. Foram utilizados 39 machos, cada um cruzado com 4 fêmeas, dando um total de 156 progênies. Para a avaliação de campo, a área experimental foi dividida em 8 blocos, cada bloco incluindo um grupo repetido duas vezes.

As características estudadas nas progênies foram: altura de planta, altura de espiga, número de espigas por parcela, peso de espigas por parcela, peso de 50 grãos, produção de grãos por parcela e número de dias até o florescimento. Os dados referentes às pesagens foram corrigidos para um padrão de 15,5% de umidade.

Pelos testes de significância para componentes de machos (σ_m^2), conclui-se que todos os caracteres em estudo, exceto número de dias até o florescimento, apresentaram variabilidade genética aditiva, sendo significativos pelo menos ao nível de 5% de probabilidade. Conclui-se, ainda, para os componentes de fêmeas dentro de machos ($\sigma_{f/m}^2$), que há variabilidade genética aditiva e dominante para todos

os caracteres, ao nível de 1% de probabilidade.

As estimativas de herdabilidade no sentido restrito (H) foram de magnitude razoável para todos os caracteres, exceto para número de dias até o florescimento, cuja herdabilidade foi baixa.

Para a maioria dos pares de caracteres as correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas. Assim, conclui-se que a correlação fenotípica foi composta, em grande parte, pela porção genotípica da correlação. As correlações fenotípicas e genotípicas, significativas e positivas, da produção de grãos por parcela com altura de planta, altura de espiga, número de espigas por parcela e peso de 50 grãos permitem concluir que produção está intimamente ligada com alturas de planta e espiga, prolificidade e peso de 50 grãos. Em geral, especifica-se, sem generalizar, que ganhos de produção estão associados com maiores alturas de planta e de espiga e com maior prolificidade, apesar de possíveis problemas de acamamento, que restringiriam essa produção. Número de dias até o florescimento apresentou correlação significativa e negativa, tanto fenotípica como genotipicamente, com número de espigas por parcela e produção de grãos por parcela, indicando que aumentos no número de espigas por parcela (maior prolificidade) e na produção serão consequência da redução no número de dias até o florescimento, nas condições deste estudo. É possível que um veranico ocorrido tenha prejudicado mais as plantas tardias, dando um resultado inverso àquele que normalmente ocorre.

5. SUMMARY

Measurements of several agronomic traits in corn (*Zea mays* L.) were obtained from 156 progenies produced using Comstock and Robinson's design I mating system, where 39 plants used as males were crossed each with four different plants used as females. The basic population was the «Dent Composite B».

The 156 progenies were divided into 7 groups of 20 and one group with only 16 progenies, i.e., 4 males each crossed with 4 females. For field evaluation the experimental area was divided into 8 blocks each one including two replications of one group.

Through the significance tests for males components (σ_m^2), it was concluded that all the traits studied, except the number of days to silking, presented additive genetic variability, significant at least at the 5% level of probability. It was concluded by the significance tests for female components within males ($\sigma_{f/m}^2$) that there is additive and dominant genetic variability for all the traits at the 1% level of probability.

The estimates of heritabilities in the narrow sense were of a reasonable magnitude for all characters except for number of days to silking which was small.

For the majority of the pairs of characters the genotypic correlations were greater than the phenotypic, indicating that the genetic component had a greater influence than the environmental component.

Grain yield presented phenotypic, genotypic and genetic additive correlations significant at the 1% level of probability, and positive, for plant and ear height and number of ears per plot. These facts enabled us to conclude that yield was intimately related to plant and ear height and prolificity, though production may be limited by lodging.

6. LITERATURA CITADA

1. BHATT, G.M. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. *Euphytica*, 22:338-343, 1973.
2. COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variances in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, 4:254-266. 1948.
3. COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. Estimation of average dominance of genes. In: *Heterosis*. Ames, Iowa State College Press, 1952. p.494-516.
4. DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.*, 9:257-262. 1969.
5. FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. The Ronald Press Company, New York, 1960. 365 p.
6. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. ESALQ, Piracicaba, 1976. 430 p.
7. KEMPTHORNE, O. *An Introduction to genetic statistics*. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1973. 545 p.
8. 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. 71 p. (Tese Mestrado).
9. LINDSEY, M.F., LONNQUIST, J.H. & GARDNER, C.O. Estimates of genetic variances in open-pollinated varieties of cornbelt corn. *Crop Sci.*, 2:105-108. 1962.
10. MARQUEZ-SANCHEZ, F. & HALLAUER, A.R. Influence of sample size on the estimation of genetic variances in a synthetic variety of maize. I. Grain yield. *Crop Sci.*, 10:357-361. 1970.
11. MODE, C.J. & ROBINSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. *Biometrics*, 15:518-537. 1959.
12. ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. and HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. *Agron. Journ.*, 43:282-287, 1951.
13. SILVA, J.C. *Genetic and environmental variances and covariances estimated in the maize (Zea mays L.) variety, Iowa Stiff Stalk-Synthetic*. Iowa State University, Ames, Iowa, 1974. 155 p. (Ph.D. thesis).
14. SILVA, W.J. & LONNQUIST, J.H. Genetic variances in populations developed from full-sib an S₁ testcross progeny selection in an open-pollinated variety of maize. *Crop Sci.*, 8:201-204. 1968.