

# PARÂMETROS GENÉTICOS E SELEÇÃO INDIRETA EM PROGÊNIES F<sub>6</sub> DE UM CRUZAMENTO DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)<sup>1</sup>

Carlos Antonio F. Santos <sup>2</sup>

Múcio Silva Reis <sup>3</sup>

Carlos S. Sedyama <sup>3</sup>

Cosme Damião Cruz <sup>4</sup>

Tuneo Sedyama <sup>3</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A estimação de parâmetros genéticos, como herdabilidades, coeficientes de correlação e variâncias genotípicas, fenotípicas e de ambiente, permite ao melhorista obter informações sobre a natureza dos genes envolvidos no controle dos caracteres de interesse e definir a melhor estratégia a ser adotada no melhoramento de uma determinada população (4). A seleção indireta para aumento de um carácter, como a produção de grãos, pode conduzir a progresso mais rápido, quando efetuada em outros caracteres de fácil mensuração e maior herdabilidade (3).

---

<sup>1</sup> Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Genética e Melhoramento.

Aceito para publicação em 08.06.1994.

<sup>2</sup> EMBRAPA/CPATSA, Caixa Postal 23. 57600-000 Petrolina, PE.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa.

O presente trabalho teve como objetivo verificar a eficácia da seleção indireta para aumento da produção de grãos, via maior número de nós e altura da planta na maturação e estimar as herdabilidades, no sentido amplo, e as correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente, entre 10 caracteres na geração  $F_6$  de um cruzamento de soja.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se progênes  $F_6$  de soja, oriundas de seleções realizadas entre famílias  $F_5$  do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8'. Dentro de cada família, procederam-se à seleção de plantas para constituição de dois grupos em igual proporção, quais sejam: a) maior número de nós e altura da planta na maturação e b) menor número de nós e altura da planta na maturação. Além das progênes de 60 plantas  $F_5$ , foram incluídas também para avaliação progênes de 12 plantas dos progenitores. O delineamento em blocos completos casualizados, com 72 tratamentos e três repetições, foi conduzido no ano agrícola de 1992/93, em área experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Avaliaram-se, individualmente, 1.296 plantas, considerando como úteis as seis plantas centrais da linha, para os seguintes caracteres: dias para o florescimento (DPF), altura da planta no florescimento (ALF), número de nós no florescimento (NNF), número de dias para maturação (DPM), altura da planta na maturação (ALM), número de nós na maturação (NNM), número de vagens por planta (NVP), número médio de sementes por vagem (NSV), tamanho do grão (P1S) e produção de sementes (PRO).

As análises de variância, conforme Quadro 1, foram realizadas para todos os caracteres, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij} + \pi_{ijk}$$

em que

$Y_{ijk}$  é o valor observado na  $k$ -ésima planta, na  $j$ -ésima repetição, sobre a  $i$ -ésima progênie;

$\mu$  é a média geral;

$t_i$  é o efeito da  $i$ -ésima progênie;  $t_i \sim \text{NID}(0, \sigma_G^2)$ ; com  $i=1,2,\dots,n$ ;

$b_j$  é o efeito do bloco  $j$ , com  $j=1,2,\dots,r$ ;

$e_{ij}$  é o efeito da  $j$ -ésima repetição sobre a  $i$ -ésima progênie;  $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_E^2)$ ;

$\pi_{ijk}$  é o efeito da  $k$ -ésima planta, na  $j$ -ésima repetição, sobre a  $i$ -ésima progênie;

QUADRO 1 – Esquema da análise de variância, com quadrados médios e esperanças dos quadrados médios, para cada carácter estudado (modelo aleatório)

F.V.	G.L.	Q.M.	E(QM)
Blocos	r-1	-	-
Progênie	n-1	QM1	$\sigma_w^2 + p\sigma_E^2 + pr\sigma_G^2$
Entre parcela	(r-1)(n-1)	QM2	$\sigma_w^2 + p\sigma_E^2$
Dentro da parcela	nr(p-1)	QM3	$\sigma_w^2$

p número de plantas avaliadas/parcela.

$\sigma_G^2$  variância genotípica entre as progênies.

$\sigma_E^2$  variância entre parcelas dentro de tratamento, de natureza ambiental.

$\sigma_w^2$  variância entre plantas dentro da parcela, de natureza genética e ambiental.

$\pi_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma_w^2)$ ; com  $k=1,2,\dots,p$ ;

NID= normal e independentemente distribuído.

Os estimadores dos componentes de variância do Quadro 1 são dados por:

$$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{QM1 - QM2}{rp}; \quad \hat{\sigma}_E^2 = \frac{QM2 - QM3}{p}; \quad e$$

$$\hat{\sigma}_w^2 = QM3.$$

Os graus de liberdade e a soma de quadrados, devido aos tratamentos (progenitores e progênies), foram desdobrados, conforme Quadro 2, para isolar os efeitos dos dois grupos dentro das progênies. Tal procedimento possibilita observar diferenças significativas entre os contrastes estabelecidos.

As estimativas das herdabilidades, no sentido amplo, considerando médias de progênies, foram obtidas pela expressão (5):

$$\hat{h}_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_G^2 + \frac{\hat{\sigma}_E^2}{r} + \frac{\sigma_w^2}{rp}}$$

**QUADRO 2 - Análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade e somas de quadrados dos tratamentos, para todos os caracteres estudados**

F.V.	G.L.	QM	F
Bloco	r-1	-	-
Tratamentos	n-1	Q1	Q1/Q8
Progenitores (P1)	(v-1)	Q2	Q2/Q8
Progênes (P2)	(g-1)	Q3	Q3/Q8
Grupo 1 (G1) <sup>1</sup>	(g' - 1)	Q4	Q4/Q8
Grupo 2 (G2) <sup>2</sup>	(g'' - 1)	Q5	Q5/Q8
G1 x G2	(1)	Q6	Q6/Q8
P1 x P2	(1)	Q7	Q7/Q8
Resíduo	(r-1)(n-1)	Q8	-

<sup>1</sup>Progênes de maior altura e número de nós na maturação.

<sup>2</sup>Progênes de menor altura e número de nós na maturação.

r = número de repetições.

n = v+g (número de tratamentos - progenitores + progênes).

v = número de progenitores.

g = g' + g'' (número de progênes - total dos grupos 1 e 2).

g' = número de progênes do Grupo 1.

g'' = número de progênes do Grupo 2.

As correlações foram obtidas pelo produto médio apropriado (fenotípico, genotípico ou de ambiente), associado às respectivas fontes de variações (1), cuja expressão é:

$$r = \frac{PM(xy)}{\sqrt{QM_x \cdot QM_y}}$$

em que

r é a correlação;

PM é o produto médio ou a covariância do carácter x com o carácter y;

QM é o quadrado médio do carácter especificado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 encontram-se os valores dos quadrados médios, as médias dos caracteres, os coeficientes de variação e a estimação das variâncias, para todos os caracteres avaliados.

**QUADRO 3** – Quadrados médios das análises de variância do delineamento em blocos casualizados, com informação dentro de parcela e estimativas das médias, coeficientes de variação, variância genotípica, de ambiente e fenotípica, entre progênes, relativas a 10 caracteres de progênes F<sub>6</sub>. Viçosa, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93

Quadrados médios <sup>2</sup>											
F.V.	G.L.	DPF	ALF	NNF	DPM	NNM	ALM	NV	PRO	NSV	PIS
Blocos	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Progênes F <sub>6</sub>	59	250,94**	1599,7**	29,13**	520,9**	233,6**	11133,6**	14935,4**	1584,3**	0,54**	0,0038**
Entre parcelas	118	16,22	123,04	2,30	56,05	9,09	271,83	4473,94	670,53	0,25	0,0007
Dentro da parcela	900	8,32	37,36	1,30	32,28	6,32	128,88	2379,13	299,67	0,16	0,0003
Média		58,02	51,71	11,96	132,70	17,33	91,52	157,52	52,01	2,24	0,148
CV (%) <sup>1</sup>		1,98	7,31	3,44	1,50	3,91	5,33	11,86	15,12	4,46	5,65
$\hat{\sigma}_G^2$		13,04	82,04	1,49	25,83	12,48	603,43	581,19	50,77	0,02	0,00017
$\hat{\sigma}_E^2$		1,32	14,28	0,17	3,96	0,46	23,83	349,13	61,81	0,01	0,00007
$\hat{\sigma}_W^2$		8,32	37,36	1,30	32,28	6,32	128,88	2379,13	299,67	0,16	0,00032

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

$$^1 CV(\%) = (\sqrt{\sigma_E^2} \times 100) / \bar{X}$$

<sup>2</sup>DPF=dias para o florescimento; ALF = altura da planta no florescimento; NNF = número de nós no florescimento; DPM = dias para a maturação; NNM = número de nós na maturação; ALM = altura da planta na maturação; NVP = número de vagens/planta; PRO = produção de sementes; NSV = número de sementes/vagem; PIS = tamanho do grão.

Observa-se que há diferenças significativas entre as progênies para todos os caracteres avaliados, assinalando a existência de variabilidade genética entre as progênies. Os coeficientes de variação oscilaram de 1,50 a 15,12%, atestando que o erro experimental é aceitável.

No Quadro 4 apresentam-se o desdobramento dos graus de liberdade e os quadrados médios para o conjunto dos tratamentos.

Considerando a seleção indireta para os caracteres número de nós e altura da planta na maturação, verifica-se que o contraste entre o grupo 1 *versus* o grupo 2 apresentou significância ( $P < 0,01$ ) e maior média para o grupo de progênies de maior altura e número de nós na maturação. Contudo, não houve influência significativa nos demais caracteres avaliados, exceto nos dias para maturação. Dessa forma, a seleção indireta dentro de famílias F<sub>5</sub> para aumento da produção de grãos em progênies F<sub>6</sub>, pelo número de nós e altura da planta na maturação, mostrou-se ineficaz para alterar a produção.

As estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas, de ambiente e genotípicas são apresentadas no Quadro 5.

Os resultados mostram que houve concordância de sinais nas correlações fenotípicas e genotípicas. Em geral, as correlações genotípicas apresentaram valores superiores às suas correspondentes correlações fenotípicas, indicando que a expressão fenotípica é diminuída frente às interferências do ambiente (6).

As correlações ambientais apresentaram, em relação às genotípicas, diferenças de sinal e magnitude. Esse fato indica que as causas de variação genética e ambiental apresentam diferentes mecanismos fisiológicos, prejudicando a seleção indireta (2).

O carácter produção de grãos apresentou correlação positiva com todos os demais caracteres, exceto número de sementes por vagem. Os valores dessas correlações foram maiores para o número de vagens por planta, dias para floração e dias para maturação.

No Quadro 6 são apresentadas as estimativas das herdabilidades, no sentido amplo, com médias de progênies para todos os caracteres avaliados.

De maneira geral, as estimativas de herdabilidades foram elevadas, indicando pronunciada contribuição das causas genéticas na definição dos caracteres estudados.

Observa-se no Quadro 6 que os caracteres secundários da produção, quais sejam, dias para floração, número de nós na floração, altura da planta na floração, dias para maturação, número de nós na maturação e altura da planta na maturação, apresentaram valores de herdabilidade superiores aos obtidos para os caracteres primários da produção (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e tamanho do grão). Dessa forma, a seleção indireta para aumento da

QUADRO 4 – Desdobramento dos graus de liberdade e quadrados médios referente a tratamentos, para 10 caracteres de progênes F<sub>6</sub> de soja, do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8'. Viçosa, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93

Quadrados médios <sup>1</sup>											
FV	GL	DPF	ALF	NNF	DPM	NNM	ALM	NVP	PRO	NSV	PIS
	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tratamentos	71	567,9**	3308,6**	49,07**	1129,60**	196,29**	10150,5*	20606,0**	2284,33**	0,62**	0,0040**
Pais (linhas)	(11)	2320,0**	12740,9**	158,6**	4484,44**	9,72 ns	5386,1**	48207,8**	5656,74**	0,13 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Progênes	(59)	250,9**	1599,7**	29,1**	520,97**	233,68**	11133**	14935,4**	1584,39**	0,54**	0,0038**
G-1 a	29	268,2**	1555,1**	29,6**	466,64**	246,59**	10673**	19427,4**	1706,70**	0,57**	0,0034**
G-2 b	29	241,9**	1699,3**	29,5**	553,90**	19,93**	11615**	10703,0**	1487,08**	0,53**	0,0042**
G-1 vs G-2	01	10,0 ns	5,4 ns	0,7 ns	1135,67**	258,13**	10497**	7402,7 ns	859,22 ns	0,01 <sup>ns</sup>	0,001 ns
Pais x progênie	(01)	0,4 ns	377,8 ns	19,6**	135,36 ns	42,37 ns	4552,1**	51553,5**	6484,14**	10,9**	0,0473**
Resíduo	142	14,72	123,7	2,36	57,66	8,68	284,6	4931,3	680,67	0,23	0,0007
$\bar{X}$ FT-cometa (pai 1)		47,20	27,8	8,84	116,89	16,81	71,1	93,3	30,91	2,03	16,83
$\bar{X}$ IAC-8 (pai 2)		68,82	78,4	14,42	146,77	16,89	101,8	187,9	61,09	1,97	16,54
$\bar{X}$ G-1		58,11	51,7	11,94	133,72	17,83	94,6	160,1	52,90	2,24	14,90
$\bar{X}$ G-2		57,92	51,6	11,99	131,68	16,85	88,4	154,9	51,11	2,24	14,76
$\bar{X}$ pais		58,01	53,2	11,63	131,83	16,85	86,4	140,6	46,00	2,00	14,40

a, b Maior número de nós e altura; menor número de nós e altura na maturação, respectivamente.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

<sup>1</sup>O significado das abreviaturas está no rodapé do Quadro 3.

QUADRO 5 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica ( $r_F$ ), de ambiente ( $r_E$ ) e genotípica ( $r_G$ ), entre 10 caracteres de progênies  $F_6$  do cruzamento 'FT- Cometa' x 'IAC-8'. Viçosa, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93

I	r	ALF	NNF	DPM	NNM	ALM	NVP	PRO	NSV	PIS
DPF	F	0,74**	0,81**	0,73**	0,34**	0,39**	0,57**	0,57**	0,18**	-0,13**
	E	-0,174	0,195	0,628	0,099	-0,100	-0,250	-0,291	-0,016	0,290
	G	0,814	0,867	0,749	0,359	0,420	0,757	0,850	0,259	-0,187
ALF	F		0,75**	0,44**	0,16**	0,44**	0,49**	0,61**	-0,10**	0,31**
	E		0,614	-0,211	0,431	0,759	0,430	0,456	0,036	0,302
	G		0,762	0,508	0,147	0,430	0,529	0,730	-0,154	0,327
NNF	F			0,46**	0,24**	0,22**	0,62**	0,61**	0,12**	-0,098
	E			0,056	0,519	0,505	0,452	0,446	0,140	0,167
	G			0,506	0,234	0,209	0,693	0,727	0,136	-0,138
DPM	F				0,45**	0,42**	0,53**	0,58**	0,26**	0,07**
	E				-0,097	-0,166	-0,214	-0,191	-0,168	0,237
	G				0,494	0,515	0,716	0,862	0,438	0,041
NNM	F					0,87**	0,07**	0,24**	0,57**	-0,02 <sup>ns</sup>
	E					0,591	0,485	0,426	0,094	0,163

Continua



QUADRO 5 - Continuação

I	r	ALF	NNF	DPM	NNM	ALM	NVP	PRO	NSV	PIS
	G					0,884	0,025	0,258	0,769	-0,045
	F						0,08**	0,34**	0,38**	0,24**
ALM	E						0,350	0,425	0,139	0,513
	G						0,071	0,402	0,509	0,234
	F							0,85**	-0,07**	-0,12**
NVP	E							0,892	-0,021	0,187
	G							0,845	-0,105	-0,229
	F								0,11**	0,21**
PRO	E								0,285	0,482
	G								-0,015	0,116
	F									-0,331
NSV	E									-0,100
	G									-0,454

\*\* IF significativa a 1% de probabilidade.

<sup>1</sup>O significado das abreviaturas dos caracteres avaliados está no rodapé do Quadro 3.

**QUADRO 6** - Estimativas de herdabilidades (%), no sentido amplo, obtidas pelos componentes de variâncias, em progênies F<sub>6</sub> do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8'. Viçosa, Minas Gerais. Ano agrícola 1992/93

Caracteres	Herdabilidade (%) <sup>a</sup>
Dias para floração	93,54
Altura na floração	92,33
Nós na floração	91,98
Dias para maturação	89,25
Nós na maturação	96,15
Altura na maturação	97,56
Vagens por planta	70,04
Produção de grãos	57,68
Sementes por vagem	66,67
Tamanho do grão	80,28

<sup>a</sup>Média de progênies.

produção, por meio destes componentes secundários, pode conduzir a progressos mais rápidos no melhoramento.

Os maiores valores da herdabilidade foram observados para número de nós e altura da planta na maturação, enquanto produção e número de sementes por vagem apresentaram os menores valores em relação aos demais caracteres.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Progênies F<sub>6</sub> de soja, oriundas de seleções entre e dentro de famílias F<sub>5</sub> do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8', foram estudadas em Viçosa, MG, para observar a eficácia da seleção indireta via número de nós e altura da planta na maturação, no aumento da produção de grãos, bem como estimar as herdabilidades e as correlações entre 10 caracteres agrônômicos.

A seleção indireta para maior altura e número de nós na maturação, apesar de resultar em progênies com tais características (P<0,01), não foi eficiente para alterar os demais caracteres avaliados, exceto altura da planta na maturação.

As correlações genotípicas apresentaram valores superiores às respectivas correlações fenotípicas, indicando a interferência do ambiente

como fator perturbador na seleção indireta. O carácter produção de grãos apresentou correlação genotípica positiva com todos os demais caracteres avaliados. Entretanto, essas correlações indicam a dificuldade em se selecionar plantas precoces e produtivas.

Os componentes secundários da produção apresentaram herdabilidades, no sentido amplo e no nível de progênies, sempre superiores às obtidas para os componentes primários. A seleção indireta para produção de grãos, via componentes secundários, além de mais fácil mensuração, pode apresentar melhores resultados.

## 5. SUMMARY

### (GENETIC PARAMETERS AND INDIRECT SELECTION IN F<sub>6</sub> PROGENIES IN A SOYBEAN CROSS)

F<sub>6</sub> progenies of soybean, originating from inter and intra selection from F<sub>5</sub> families of the cross 'FT-Cometa' x 'IAC-8', were investigated in Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil, to observe the efficiency of indirect selection through the number of knots and height of the mature plant on the increase in grain production, as well as to estimate the inheritance capabilities and the correlations between ten agronomical characters.

The indirect selection for greater height and number of knots at the maturity stage, although resulting in progenies with such characteristics ( $P < 0.01$ ), was not effective in changing the other characters evaluated, except for height at the maturation stage.

The genotype correlations presented higher values than the respective phenotype correlations, indicating environmental interference as a disturbing factor in the indirect selection. The character grain production presented positive genotype correlation with the remaining characters under evaluation. However, these correlations indicate that there is difficulty in selecting precocious and productive plants.

The secondary components of production, presented inheritabilities, in the broad sense and in the level of progenies, always superior to the ones obtained for the secondary components. The indirect selection for the production of grains, through secondary components, besides being easier to measure, can produce better results.

## 6. LITERATURA CITADA

1. CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1994. 390p.

2. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Trad. de Silva, M.A. & Silva, J.C. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1987. 279p. (Original inglês, 1960.)
3. GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genetico de las plantas. *Fitotecnia Latinoamericana* 5(2):1-8, 1968.
4. ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimacion y significado de los parametros geneticos. *Fitotecnia Latinoamericana* 2(1-2):23-28, 1965.
5. VENCOVSKY, R. & BARRRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.
6. WEBER, C.R. & MOORTHY, B.R. Heritable and nonheritable relationships and variability of oil content and agronomic characters in the F<sub>2</sub> generation of soybean crosses. *Agronomy Journal*, 44(4):202-209, 1952.