

Novembro e Dezembro de 1987

VOL. XXXIV

N.º 196

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**CORRELAÇÕES ENTRE ALGUNS CARACTERES
AGRONÔMICOS DA SOJA (*Glycine max* (L.)
Merrill) NAS GERAÇÕES F5 e F6^{1/}**

Aluizio Borém de Oliveira ^{2/}
Tunéo Sediyama ^{2/}
Carlos Sigueyuki Sediyama ^{2/}
Múcio Silva Reis ^{2/}
José Carlos Silva ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético das plantas cultivadas pelo homem vem sendo realizado há muitos séculos. Só recentemente, porém, após o conhecimento e entendimento dos parâmetros genéticos, os resultados do melhoramento tornaram-se mais previsíveis.

Dentre os diversos parâmetros genéticos, as correlações têm recebido atenção especial nos programas de melhoramento, em virtude da sua importância, principalmente quando se torna difícil a seleção de uma característica importante, em razão de sua baixa herdabilidade ou de problemas de medição, conforme relata GOLDENBERG (6).

A correlação entre duas características é definida por STEEL e TORRIE (11) como o grau em que estas variam juntas ou, ainda, como uma medida da intensidade de associação entre elas.

A seleção indireta, com base na resposta correlacionada, pode ser usada, per-

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Genética e Melhoramento.

Aceito para publicação em 19-6-1987.

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

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

mitindo ao melhorista progressos mais rápidos do que quando se usa a seleção direta da característica desejada. Todavia, surgem dificuldades quando duas características são desejáveis, mas apresentam correlação significativa e negativa (3, 6, 12).

De acordo com FALCONER (3), em estudos genéticos é necessário distinguir duas causas de correlação entre caracteres: a genética e a de ambiente. A primeira causa da correlação genotípica é o pleiotropismo, enquanto a ligação gênica é causa de correlações transitórias, particularmente em populações derivadas de cruzamentos entre linhagens divergentes. O ambiente é causa de correlação, quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. A associação entre dois caracteres diretamente observados é a correlação dos valores fenotípicos, ou correlação fenotípica. A correlação genotípica pode ser diferente da correlação de ambiente, até em sinal, conforme mencionam ROBINSON e COCKERHAM (10). Como a correlação fenotípica é composta por essas duas correlações, simultaneamente, torna-se claro que sua magnitude e o sinal devem ser considerados com critério. Entretanto, em alguns trabalhos, a correlação fenotípica e a genotípica, obtidas em populações segregantes de soja, têm o mesmo sinal, e a estimativa da correlação fenotípica é, freqüentemente, menor do que a genotípica. Sendo assim, as correlações fenotípicas podem fornecer bons subsídios para programas de melhoramento.

O principal objetivo deste trabalho foi estimar as correlações fenotípicas para os pares formados entre os seguintes caracteres: dias para floração, dias para maturação, altura de planta, altura da primeira vagem, acamamento, produção de grãos, qualidade de sementes e peso de 100 sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83, nos municípios de Viçosa e Capinópolis, Minas Gerais, situados a $20^{\circ}45'LS$ e $18^{\circ}41'LS$. Em Viçosa, os experimentos foram instalados na área denominada «Fundão», na U.F.V. Em Capinópolis, os ensaios foram conduzidos na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), pertencente à Universidade Federal de Viçosa.

2.1. Linhagens Estudadas

Foram utilizadas linhagens, nas gerações F₅ e F₆, provenientes dos cruzamentos 'Paraná' x 'UFV-1' e 'IAC-2' x 'UFV-1', realizados na Universidade Federal de Viçosa em 1978. As linhagens do cruzamento 'Paraná' x 'UFV-1' foram separadas em Grupo A, de plantas altas, e Grupo B, de plantas altas e precoces. De maneira semelhante, as linhagens do cruzamento 'IAC-2' x 'UFV-1' foram separadas em Grupo C, de plantas altas, e Grupo D, de plantas altas com altura ligeiramente superior à do cultivar 'UFV-1'.

2.2. Experimentos Conduzidos

2.2.1. Experimento I (Geração F₅, Ano Agrícola 1981/82)

Os grupos formados em cada cruzamento foram conduzidos em ensaios independentes, no ano agrícola 1981/82, constituindo quatro testes de progénie em Viçosa e igual número em Capinópolis. As parcelas, espaçadas de 80 cm, foram formadas por uma fileira de 3,0 m de comprimento. Como área útil considerou-se a

fileira, eliminando-se 50 cm de cada extremidade. Foram avaliadas as características: dias para floração, dias para maturação, altura de planta, altura da primeira vagem e acamamento. Colhida a área útil, determinou-se a produção de grãos, a qualidade de sementes e o peso de 100 sementes.

2.2.2. Experimento II (Geração F₆, Ano Agrícola 1982/83)

Este experimento foi instalado durante o mês de novembro do ano agrícola 1982/83, com as sementes colhidas em «bulk» na geração F₅.

Neste experimento, as linhagens do cruzamento 'Paraná' x 'UFV-1' foram avaliadas em ensaios de competição, constituídos em delineamento em blocos casualizados, com duas repetições plantadas em Viçosa e duas em Capinópolis. As linhagens do cruzamento 'IAC-2' x 'UFV-1' foram estudadas apenas em Capinópolis, segundo o mesmo delineamento, com quatro repetições. A parcela foi constituída por duas fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 80 cm. Como área útil foram considerados os 4,0 m centrais, onde foram realizadas as mesmas avaliações descritas para as linhagens na geração F₅.

2.3. Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas separadamente, para cada ano e local. O modelo estatístico para um caráter, em cada local e cruzamento, foi representado pela seguinte expressão:

$$Y_{ij} = m + G_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o genótipo i, no bloco j;

m = média geral;

G_i = efeito genotípico da i-ésima linhagem, com $i = 1, 2, \dots, n$;

B_j = efeito do bloco de ordem j, com $j = 1, 2, \dots, r$;

ϵ_{ij} = NID ($0, \sigma^2$);

σ^2 = variância do erro experimental;

NID = normal e independentemente distribuído.

No Quadro 1 é apresentado o esquema da análise de variância, com os quadrados médios e produtos médios esperados, dos dados obtidos em cada local e para cada cruzamento, na geração F₆.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre os possíveis pares de caracteres estudados foram calculadas, conforme mencionaram ALMEIDA (1), GARDNER (4) e GILIOLI et alii (5), com os parâmetros do Quadro 1, como segue:

$$\hat{r}_f = \frac{\hat{\sigma}_{eXY} + r\hat{\sigma}_{GXY}}{\sqrt{(\hat{\sigma}_{ex}^2 + r\hat{\sigma}_{Gx}^2) \cdot (\hat{\sigma}_{ey}^2 + r\hat{\sigma}_{Gy}^2)}}$$

Foi utilizado o teste t para verificar o nível de significância das diversas estimativas dos coeficientes de correlação obtidos. Os graus de liberdades foram obtidos com base no número de pares de observações — número de genótipos de cada ensaio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica das características

QUADRO 1 - Esquema da análise de variância com esperança dos quadrados médios e produtos médios para cada cruzamento

Fontes de Variação	G.L.	1/	Q.M.	E(Q.M.)		E(P.M.)
				X	Y	XY
Blocos	(r-1)				-	-
Genótipos	(g-1)		QM ₁	$\sigma_{ex}^2 + r\sigma_{Gx}^2$	$\sigma_{ey}^2 + r\sigma_{Gy}^2$	$\sigma_{exy} + r\sigma_{Gxy}$
Resíduo	(r-1)(g-1)		QM ₂	σ_{ex}^2	σ_{ey}^2	σ_{exy}

1/ r e g referem-se ao número de repetições e de genótipos, respectivamente.

agronômicas avaliadas na geração F₅, referentes aos cruzamentos estudados, estão contidas nos Quadros de 2 a 5. Analisando esses quadros, pode-se observar que a produção de grãos e a qualidade de sementes não apresentaram correlações significativas com os demais caracteres estudados. O peso de 100 sementes mostrou correlação negativa e significativa ($P < 0,05$) com altura de planta no Grupo de Plantas Altas do cruzamento 'Paraná' x 'UFV-1', plantado em Capinópolis; todavia, esse resultado não se manteve estável nos demais grupos.

No caso da altura de vagem, foi evidenciada correlação positiva e significativa com altura de planta no Grupo de Plantas Altas do cruzamento 'Paraná' x 'UFV-1' (Quadro 4) e em ambos os grupos de plantas do cruzamento 'IAC-2' x 'UFV-1' (Quadro 5).

Embora não tenha mostrado significância em alguns ensaios conduzidos, o coeficiente de correlação de dias para floração com dias para maturação foi sempre positivo, evidenciando a consistência dos resultados.

A correlação, positiva, significativa e consistente, entre altura de planta e dias para maturação indica que, dentre os genótipos estudados, houve tendência de se apresentarem mais tardios os mais altos. Resultados semelhantes foram mencionados por diversos pesquisadores (1, 2, 7, 8, 9). Todavia, neste trabalho, apenas para o Grupo de Plantas Altas, na geração F₅ (Quadro 2), foram encontrados resultados semelhantes.

Estão contidas nos Quadros de 6 a 8 as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica dos caracteres estudados na geração F₆, em ambos os cruzamentos.

Analizando os Quadros de 6 a 8, pode-se observar que altura de vagem, qualidade de sementes e peso de 100 sementes não apresentaram correlações significativas com os demais caracteres estudados. Por outro lado, o acamamento mostrou correlação positiva e significativa com a altura da planta, à semelhança das correlações estimadas na geração F₅ (Quadros de 4 a 8).

As correlações, positivas e significativas, de produção de grãos com dias para maturação e com dias para floração (Quadro 8), obtidas na geração F₆, indicam que as linhagens mais produtivas apresentaram floração e ciclo mais tardios, o que concorda com resultados obtidos em vários trabalhos (2, 5, 7). Maior produção, associada com maior número de dias para floração e maturação, depende, provavelmente, da maior massa verde acumulada pela planta durante o ciclo, o que possibilitaria a translocação de maior quantidade de fotoassimilados para o grão.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Nos anos agrícolas 1981/82 e 1982/83, nos municípios de Viçosa e Capinópolis,

QUADRO 2 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₅ do grupo de plantas altas, acima da diagonal¹, e do grupo de plantas altas e precoces, abaixo da diagonal, do cruzamento 'Paraná X 'UFV-1', obtidas em Viçosa, MG. Ano agrícola 1981/82

Características-	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL		0,926**	0,772**	0,230	0,359	-0,252	-0,327	-0,134
DMT	0,878**		0,768**	0,140	0,338	-0,261	-0,361	-0,078
ALPL	-0,230	0,348		0,198	-0,263	0,003	-0,261	0,022
ALVG	-0,026	0,001	0,410		-0,207	0,172	-0,325	-0,149
ACAM	0,314	0,437	0,299	0,130		-0,228	0,311	-0,267
PKGHA	0,497	0,503	0,332	0,009	0,309		-0,159	-0,101
QS	-0,201	-0,224	-0,274	-0,009	0,002	-0,123		0,236
PCS	-0,641	-0,436	-0,234	-0,079	-0,142	0,294	0,143	

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura de planta

ALVG = altura da primeira vagem

553

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de semente

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 3 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₅ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas com altura ligeiramente superior à do cultivar 'UFV-1', abaixo da diagonal, do cruzamento 'IAC-2' X 'UFV-1', obtidas em Viçosa, MG. Ano agrícola 1981/82

Características	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL		0,717*	-0,174	0,078	0,155	0,190	-0,542	-0,402
DMT	0,480		-0,068	0,025	0,088	0,034	-0,300	-0,311
ALPL	-0,218	-0,043		0,381	0,366	-0,053	0,369	0,376
ALVG	0,198	0,146	0,421		0,015	0,211	0,181	0,064
ACAM	-0,047	-0,228	0,193	0,093		0,033	0,064	0,142
PKGHA	0,053	-0,302	0,424	0,426	0,156		0,023	-0,346
QS	-0,083	0,165	0,298	0,191	0,112	0,010		0,593
PCS	-0,409	0,249	0,132	-0,234	-0,062	-0,462	0,259	

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura da planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de semente

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 4 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₅ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas altas e precoces, abaixo da diagonal, do cruzamento 'paraná', X 'UFV-1', obtidas em Capinópolis, MG. CEPET. Ano agrícola 1981/82

Características	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL		0,772**	0,761**	0,560	0,595	0,622	-0,404	-0,541
DMT	0,839**		0,419	0,341	0,438	0,595	-0,480	-0,064
ALPL	0,156	-0,043		0,665*	0,719*	0,528	-0,210	-0,628*
ALVG	-0,180	-0,312	0,577		0,521	0,460	-0,089	-0,543
ACAM	0,351	0,147	0,349	0,022		0,415	-0,080	-0,497
PKGHA	0,568	0,574	0,401	0,187	0,369		-0,315	-0,282
QS	-0,449	-0,184	-0,011	0,123	-0,371	-0,127		0,116
PCS	0,431	0,517	-0,202	-0,398	-0,107	0,340	-0,158	

** Significativo, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura de planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de semente

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 5 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₅ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas com altura ligeiramente superior à do cultivar 'UFVY-1', abaixo da diagonal, do cruzamento 'IAC-2' X 'UFVY-1', obtidas em Capinópolis, MG. CEPET. Ano agrícola 1981/82

Características	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL		0,764**	0,197	0,211	0,109	0,187	-0,183	-0,044
DMT	0,563		0,123	0,141	0,024	0,261	0,002	0,386
ALPL	-0,127	-0,126		0,801**	0,818**	0,113	0,567	-0,077
ALVG	0,076	0,054	0,750**		0,562	0,241	0,476	0,013
ACAM	-0,205	-0,240	0,706*	0,519		0,073	0,413	0,000
PKGHA	0,210	0,271	0,081	0,019	-0,045		0,247	0,352
QS	-0,015	0,080	0,562	0,296	-0,326	-0,013		0,231
PCS	0,037	0,351	0,033	0,088	-0,101	-0,039	0,194	

*; ** Significativo, aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, pelo teste t.

1/

DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura da planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de semente

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 6 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₆ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas altas e precoces, abaixo da diagonal, do cruzamento 'Paraná' x 'UFV-1', obtidas em Viçosa, MG. Ano agrícola 1982/83

Cárcaterísticas	DFL	DMT	ALPL	PLVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL	0,414	-0,004	0,255	-0,006	-0,278	-0,165	-0,425	
DMT	0,625*	0,446	-0,302	0,287	0,256	0,040	0,049	
ALPL	0,137	0,447	-0,418	0,584*	0,562	0,277	-0,052	
ALVG	0,166	-0,281	-0,330	-0,406	-0,576*	-0,260	-0,198	
ACAM	-0,069	0,179	0,601*	-0,416	0,425	0,571	0,041	
PKGHA	-0,217	0,302	0,506	-0,487	0,416	0,165	-0,278	
QS	-0,272	-0,045	0,279	-0,332	0,440	0,137	0,186	
PCS	-0,432	-0,037	-0,051	-0,336	0,125	0,320	0,316	

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura de planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de semente

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 7 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₆ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas com altura ligeiramente superior à do cultivar 'UFV-1', abaixo da diagonal, do cruzamento 'IAC-2' X 'UFV-1', obtidas em Capinópolis, MG. Ano agrícola 1982/83

Características	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL	0,404	0,156	-0,227	0,187	-0,159	-0,118	-0,384	
DMT	0,713*	0,079	-0,324	0,271	0,001	0,059	-0,267	
ALPL	0,088	0,196	0,347	0,631	-0,433	0,343	0,290	
ALVG	-0,280	-0,485	-0,132	-0,193	-0,462	0,139	0,161	
ACAM	-0,050	0,196	0,789*	-0,283	-0,065	0,134	0,113	
PKGHA	-0,228	0,004	-0,084	0,089	0,138	0,052	0,100	
QS	-0,115	0,019	0,488	0,114	0,198	0,092	0,504	
PCS	-0,205	-0,127	0,586	-0,060	0,334	0,055	0,542	

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura de planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de sementes

PCS = peso de 100 sementes

QUADRO 8 - Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre algumas características agronômicas estudadas na geração F₆ do grupo de plantas altas, acima da diagonal, e do grupo de plantas altas e precoces, abaixo da diagonal, do cruzamento 'Paraná' X 'UFV-1', obtidas em Capinópolis, MG. Ano agrícola 1982/83

Características	DFL	DMT	ALPL	ALVG	ACAM	PKGHA	QS	PCS
DFL		0,667*	0,006	0,269	0,013	0,585*	-0,146	-0,471
DMT	0,655*		0,424	-0,260	0,272	0,622*	0,030	0,005
ALPL	0,142	0,421		-0,409	0,571	0,551	0,269	-0,047
ALVG	0,173	-0,252	-0,325		0,396	0,606*	-0,253	-0,231
ACAM	-0,060	0,167	0,590*	-0,417	0,409	0,364	0,036	
PKGHA	-0,234	0,479	0,512	-0,509	0,414		0,161	0,258
QS	-0,255	-0,057	0,259	-0,324	0,432	0,137		0,216
PCS	-0,453	-0,057	-0,024	-0,363	0,133	0,329	0,345	

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

1/ DFL = dias para floração

DMT = dias para maturação

ALPL = altura de planta

ALVG = altura da primeira vagem

ACAM = acamamento

PKGHA = produção (kg/ha)

QS = qualidade de sementes

PCS = peso de 100 sementes

Minas Gerais, foi estudado o comportamento de linhagens de soja, nas gerações F₅ e F₆, provenientes dos cruzamentos 'Paraná' x 'UFV-1' e 'IAC-2' x 'UFV-1', com o objetivo de estimar as correlações fenotípicas entre as principais características agronômicas da soja.

Foram estudadas as características: dias para floração, dias para maturação, altura da planta, altura da primeira vagem, acamamento, produção de grãos, qualidade de sementes e peso de 100 sementes.

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

1. As estimativas dos coeficientes de correlação, para a maioria dos pares de características estudados, apresentaram grandes variações conforme o local, geração e cruzamento.

2. Foram observadas correlações positivas entre dias para maturação e altura de planta e entre esta e o acamamento.

5. SUMMARY

(CORRELATIONS AMONG SOME TRAITS IN THE F₅ AND F₆ GENERATIONS OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merrill)).

Aiming to estimate the phenotypic correlations among the main agronomic traits of soybean, the behavior of F₅ and F₆ lines of 'Paraná' x 'UFV-1' and 'IAC-2' x 'UFV-1', crosses were studied in the growing seasons of 1981/82 and 1982/83, at Viçosa and Capinópolis, in the State of Minas Gerais.

The following characteristics were studied: days to flower, days to maturity, plant and first pod height, lodging, grain yield, seed quality and hundred seed weight.

The following conclusions were drawn:

1. The majority of the correlation coefficient estimates among the studied characteristics showed large variation depending on the location, the generation and the cross involved.

2. Consistent positive correlations between days to maturity and plant height and between plant height and lodging were observed.

6. LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, L.A. *Correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, efeitos diretos e indiretos, em variedades de soja* (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1979. 44 p. (Tese M.S.).
2. ANAD, S.C. & TORRIE, J.H. Heritability of yield and other traits and interrelationships among traits in the F₃ and F₄ generation of three soybean crosses. *Crop Sci.*, 3(6):508-511, 1963.
3. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Tradução: SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, Imprensa Universitária, 1981. 279 p.
4. GARDNER, C.O. Teoría de genética estadística aplicable a las medias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. *Fitotecnia Latinoamericana*, 4(1): 1-12, 1967.
5. GILIOLI, J.L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, J.C.; THIÈBAUT, J.T.L. & REIS, M.S. Estimativas de herdabilidade e de correlações fenotípicas para alguns caracteres, em quatro mutantes naturais em soja. *Pesq. Agropec. Bras.* 15(4):379-384, 1979.

6. GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genético de las plantas. *Fitotecnia Latinoamericana*, 5(2):1-8, 1968.
7. JOHNSON, W.H. & BERNARD, R.L. Soybean genetics and breeding. In: NORMAN, A.G. *The Soybean*. New York, Academic Press. 1963, p. 1-70.
8. PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; CASALI, V.W.D. & SILVA, R.F. Eficiência de processos de seleção na obtenção de genótipos de soja agronomicamente superiores. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA III, Campinas, 1984. *Anais*, Londrina, EMBRAPA — CNPS, 1985. p. 529-539.
9. PEREIRA, J.R. *Seleção de irmãos completos, visando à qualidade da semente e outras características agronómicas em soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1985. 85 p. (Tese M.S.).
10. ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimación y significado de los parámetros genéticos. *Fitotecnia Latinoamericana*, 2 (1-2): 23-28, 1965.
11. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw Hill Book Company, 1960. 481 p.
12. VERNETTI, F.J. (Coord.) *Soja — Genética e Melhoramento*. Campinas, Fundação Cargill, 1983. v.2, p. 467-990.