

GANHO GENÉTICO POR SELEÇÃO EM LINHAGENS DE SOJA¹

Antonio Orlando Di Mauro²
Roberto Carlos de Oliveira³
Alessandra Feijó Marcondes³
Tuneo Sedyama⁴

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram introduzidas em Jaboticabal-SP 276 linhagens puras de soja desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Viçosa, as quais foram avaliadas por dois anos e submetidas a um processo seletivo inicial, com o objetivo de eliminar as linhagens não adaptadas às condições ambientais inerentes ao local de condução dos ensaios. Trinta linhagens de soja, consideradas superiores, foram selecionadas e avaliadas por mais três anos, sendo efetuada análise conjunta dos dados coletados e relativos às características altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e produtividade de grãos. Também foram obtidas estimativas dos coeficientes de herdabilidade, da resposta à seleção e da relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental das três características estudadas. Os resultados obtidos evidenciaram que os critérios seletivos adotados foram relativamente eficientes, porquanto as linhagens selecionadas apresentaram excelentes valores relativos às características altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem e 30% deles apresentaram produtividades de grãos superiores à média dos padrões Doko e Sucupira. Os valores estimados da resposta à seleção mostraram que ganhos significativos ainda podem ser obtidos, principalmente em relação à produtividade de grãos. A relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental evidenciou que ainda existe uma condição favorável para a imposição de processo seletivo a favor das linhagens com maior porte e mais produtivas.

Palavras-chaves: *Glycine max*, melhoramento genético, seleção.

¹ Aceito para publicação em 25.06.1999.

² Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 14870-000 Jaboticabal, SP.

³ Alunos do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 14870-000 Jaboticabal, SP.

⁴ Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

ABSTRACT

GENETIC GAIN BY SELECTION IN SOYBEAN LINES

A total of 276 soybean pure lines, developed by the soybean breeding program carried out at the Universidade Federal de Viçosa, were introduced in Jaboticabal, São Paulo. Those lines were evaluated during two years and submitted to a selective process, aiming to eliminate the lines not adapted to the conditions to which the experiments were carried out. Thirty soybean lines were selected and evaluated for three more years, being performed the analysis of variance for all data collected regarding to plant height, first pod insertion height and grain yield. Estimatives for heritability, genetic gain and for the relation between the genetic and environmental coefficients of variation were also obtained. The results showed that the selective criteria adopted was relatively efficient, since the selected lines showed excellent values for plant height and first pod insertion height, and 30% of them were more productive than the average for the standards (Doko and Sucupira). The estimated values for the genetic gain showed that significative gains can still be obtained, mainly regarding to the grain yield. The relation between the genetic and environmental coefficients of variation showed that still exists a favorable condition for a selective process favoring higher and more productive genotypes.

Key words: *Glycine max*, breeding program, selection.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) está entre as principais oleaginosas produzidas no mundo e o Brasil, pelas suas dimensões continentais, apresenta diversos ambientes apropriados para sua adaptação e exploração. Para que isto ocorra, estudos relacionados com o desenvolvimento de variedades adaptadas às diversas condições ambientais e que sejam mais produtivos tomam-se de fundamental importância.

As pesquisas na área de genética e melhoramento da soja no Brasil são relativamente recentes, se comparadas às de outras culturas de importância econômica; entretanto, a contribuição do melhoramento à sojicultura brasileira tem sido bastante significativa. Os aumentos de produtividade na Região Sul e a expansão das fronteiras agrícolas nas Regiões Centro-Oeste e Norte/Nordeste são resultados inquestionáveis do benefício dos programas de melhoramento (23).

Para a eficiente condução de um programa de melhoramento, de qualquer espécie de importância econômica, é de fundamental importância a existência de variabilidade genética. Por outro lado, segundo Allard (1) é muito importante para o melhorista de plantas conhecer o germoplasma, a variabilidade disponível e o potencial genético dos materiais. Nessas condições, pode-se impor um processo seletivo que venha a resultar em ganhos genéticos significativos, o que torna viável e exequível o melhoramento genético.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos avaliar e selecionar linhagens de soja destinadas à utilização como progenitores em programas de melhoramento da FCAVJ ou para cultivo na região de Jaboticabal-SP. Além disso, o estudo visou contribuir com informações sobre o coeficiente de herdabilidade e o ganho genético oriundo de processo seletivo a favor de algumas características

MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro ano de avaliações foram introduzidas 276 linhagens puras de soja desenvolvidas pelo programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, sendo o material avaliado por dois anos consecutivos. Os experimentos foram instalados na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - campus de Jaboticabal, localizado na Região Norte do Estado, a 21° 15' 22" Sul, 48° 18' 66" Oeste, e a 595 metros de altitude. O clima é subtropical temperado, com verão quente e úmido, e inverno seco (Cwa), segundo a classificação de Köppen.

O preparo do solo, durante todo o período experimental, foi realizado segundo a metodologia convencional, ou seja, uma aração profunda e duas gradagens, sendo a última realizada imediatamente antes da semeadura. A adubação, efetuada com base na análise do solo, ocorreu mediante o emprego de 250 kg/ha da fórmula 0-30-10. As sementes foram previamente inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e as semeaduras foram feitas manualmente e sempre tardias. A densidade utilizada foi de 20 a 25 plantas por metro, e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. A condução dos experimentos foi efetuada segundo as recomendações técnicas da EMBRAPA/CNPSo (6).

As linhagens foram inicialmente avaliados em parcelas constituídas por linha única, com 4 m de comprimento cada uma. Nessa fase, o processo seletivo foi efetuado segundo critério visual, sendo observado a arquitetura das plantas, a produtividade de grãos e a incidência de doenças. O processo seletivo inicial foi rigoroso e objetivou eliminar as linhagens inferiores e de performance agrônômica inaceitável para a região. No segundo ano de avaliações foi aplicada intensidade seletiva da ordem de 50%, sendo selecionadas 30 linhagens, com base nos caracteres altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, produtividade de grãos e incidência de doenças (crestamento-bacteriano, pústula-bacteriana, míldio, mosaico-comum, mancha-café e mancha-púrpura). Os componentes secundários e terciários da produtividade não foram considerados no processo seletivo.

Esse procedimento está de acordo com as recomendações de Fehr

(8), uma vez que a não-eliminação dos tipos inferiores determina uma sobrecarga em termos de avaliações, além de restrições quanto a espaço, tempo e mão-de-obra para avaliação de outros materiais. As trinta linhagens remanescentes foram, então, avaliadas por três anos consecutivos, no delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições; as parcelas foram constituídas por três linhas com 5 m de comprimento, e considerou-se como área útil a linha central, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. A eficiência de parcelas na forma de linhas únicas para a avaliação de linhagens de soja foi reportada por Mauro (15) e, no presente estudo, foram empregadas bordaduras laterais a essas linhas únicas, com o objetivo de minimizar os efeitos competitivos das parcelas adjacentes. Foram anotados dados referentes às seguintes características:

- Altura de plantas (AP): distância medida em centímetros na época da maturação (R_3), desde a superfície do solo até o ápice das plantas, e mensurada em 12 plantas competitivas dentro da área útil da parcela.

- Altura de inserção da primeira vagem (AI): distância medida em centímetros, na época da maturação (R_3), desde a superfície do solo até a inserção da primeira vagem, e mensurada nas mesmas 12 plantas do item anterior.

- Produtividade de grãos (PR): obtida pela pesagem de todas as sementes produzidas na área útil das parcelas, em balança com precisão de centigramas e após a secagem das sementes até, aproximadamente, 13% de umidade e fornecida em gramas por parcela.

Em todo o período experimental, a colheita sempre ocorreu quando as plantas apresentavam-se secas e desfolhadas. Dentro da área útil da parcela, doze plantas foram amostradas e avaliadas quanto às características altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem e produtividade de grãos. A debulha do material foi realizada com trilhadeira específica para experimentos, sendo a mesma devidamente regulada para minimizar a quebra de sementes. Entre a debulha de uma parcela e outra realizou-se a limpeza da trilhadeira, visando impedir misturas genotípicas.

Os dados coletados nos três últimos anos de avaliação foram submetidos à análise de variância conjunta, sendo observadas a significância do teste "F" e as recomendações de Snedecor e Cochran (20). O programa estatístico utilizado foi o SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Quando o teste "F" mostrou-se significativo, foi aplicado o teste de Scott e Knott (19) a 5% de probabilidade. O critério de agrupamento de médias de Scott e Knott tem vantagem de comparar um grande número de linhagens, além de analisar a significância das diferenças entre os grupos de médias de tratamentos em delineamentos balanceados.

O esquema de análise de variância conjunta encontra-se no Quadro 1 e foi derivado do seguinte modelo matemático:

$Y_{ijk} = \mu + (r/a)_{j(k)} + g_i + a_k + (g \times a)_{ik} + ((g \times r)/a)_{ij(k)}$, em que μ = média geral;

$(r/a)_{j(k)}$ = efeito da j-ésima repetição dentro do k-ésimo ano, em que $(r/a)_{j(k)} \approx (0, \sigma^2_{r/a})$ e $j = 1, \dots, r$;

g_i = efeito do i-ésimo genótipo, fator considerado aleatório, sendo $g_i \approx \text{NID}(0, \sigma^2_g)$;

a_k = efeito do k-ésimo ano, fator considerado aleatório, em que $a_k \approx \text{NID}(0, \sigma^2_a)$, com $k = 1, \dots, a$ e

$((g \times r)/a)_{ij(k)}$ = efeito da interação entre o i-ésimo genótipo e a j-ésima repetição dentro do k-ésimo ano, sendo $((g \times r)/a)_{ij(k)} \approx \text{NID}(0, \sigma^2)$.

QUADRO 1 - Esquema da análise de variância adotada para as análises conjuntas

Fonte de variação	G.L	ϵ (Q.M.)	Q.M.
Rep. / Ano	$a(r-1)$		
Genótipo	$(g-1)$	$\sigma^2 + r\sigma^2_{ga} + ra\sigma_g^2$	Q.M.1
Ano	$(a-1)$	$\sigma^2 + r\sigma^2_{ga} + rg\sigma_a^2$	Q.M.2
Gen. x Ano	$(g-1)(a-1)$	$\sigma^2 + r\sigma^2_{ga}$	Q.M.3
[(Gen x Rep) / Ano]	$a(g-1)(r-1)$	σ^2	Q.M.4

Foram obtidas estimativas dos coeficientes de herdabilidade relativas às três características, com base nos componentes de variância, segundo metodologia utilizada por Hanson et al. (10). Tais estimativas, obtidas por meio de análises com dados obtidos em vários ambientes, são puras, em virtude da possibilidade de separação dos efeitos da interação genótipo x ano dos efeitos genotípicos.

Com base nas esperanças dos quadrados médios apresentadas no Quadro 1, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade foram obtidas como se segue:

$$h^2 = (Q. M. 1 - Q. M. 3) / ra \div Q. M. 1 / ra$$

Outro parâmetro genético muito útil ao melhorista de plantas é o ganho genético observado com o processo seletivo, posto que, com base nesses valores, o melhorista pode efetuar alterações no critério seletivo adotado, visando adequar a população selecionada aos objetivos do programa de melhoramento. De acordo com Falconer (7), o ganho genético é fornecido por:

R = ganho genético estimado,
i = diferencial de seleção padronizado,
 σ_F = desvio-padrão fenotípico; e
 h^2 = coeficiente de herdabilidade.

O diferencial de seleção padronizado (i) foi obtido considerando-se que foram selecionados 30% das linhagens avaliadas. Também foram estimados os valores "b", derivados do quociente entre os coeficientes de variação genética e ambiental. De acordo com Vencovsky e Barriga (24), o coeficiente "b" representa uma informação adicional ao melhorista de plantas e quando o mesmo assume valores próximos ou superiores à unidade, tem-se uma condição favorável para a seleção, porquanto a variação genética, nessas condições, é superior à ambiental. As estimativas dos coeficientes de variação genética e ambiental foram, respectivamente, fornecidas pelas expressões σ_g/μ e σ/μ .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 encontram-se os quadrados médios oriundos da análise de variância conjunta dos resultados provenientes dos três anos de avaliações das linhagens selecionadas, podendo-se constatar que o teste "F" detectou diferenças significativas a 5% de probabilidade entre linhagens apenas para as alturas de plantas. Esse resultado parece indicar que o critério seletivo adotado caracterizou-se pela diversidade na escolha das linhagens superiores em relação à característica altura de plantas, o mesmo não ocorrendo em relação à altura de inserção da primeira vagem e à produtividade de grãos. Diferenças significativas a 1% de probabilidade foram observadas nas três características avaliadas quanto à variação entre anos, indicando que as condições ambientais, no decorrer do período experimental, apresentaram variações de magnitude detectável. A interação genótipos x anos revelou-se significativa, a 1% de probabilidade, para as três características estudadas, indicando a existência de efeitos de uma variável sobre a outra.

O Quadro 3 contém as médias referentes às três características estudadas, considerando os três anos agrícolas. Pode-se observar, em relação à altura de plantas, que o teste de Scott-Knott dividiu as linhagens em dois grupos, ambos com altura de plantas superior a 60 cm, que corresponde ao valor mínimo aceitável para um cultivar de soja. Todas as linhagens selecionadas também apresentaram boas alturas de inserção da primeira vagem, de modo a permitir que a barra de corte trabalhe em posição favorável, minimizando as perdas na colheita. No mesmo Quadro, pode-se ainda observar que a produção de grãos dos materiais selecionados apresentou magnitude comparável à dos padrões (Doko e Sucupira). Esses resultados evidenciam que, de modo geral, os critérios seletivos adotados foram razoavelmente eficientes, porquanto aproximadamente 30% das

linhagens selecionadas apresentaram produtividade de grãos superior à média dos padrões.

QUADRO 2 - Quadrados médios oriundos da análise conjunta dos resultados provenientes de três anos de avaliação das linhagens desenvolvidas na UFV

Fontes de variação	G.L	Quadrado Médio		
		AP ¹	AI ¹	PR ¹
Rep / Ano	6	54,29	10,92	42.569,00
Genótipo	29	25,40*	24,16 ^{ns}	44.537,89 ^{ns}
Ano	2	4691,29**	1123,30**	9.326.754,00**
Gen x Ano	58	21,29**	17,11**	35.836,47**
[(Gen x Rep) / Ano]	174	23,28	6,82	5.208,55
CVg %		4,82	5,27	4,83
CVe%		6,83	15,57	11,21

1 - AP = altura de plantas, AI = altura da inserção da primeira vagem e PR = produtividade de grãos.
 ns - não significativo.
 * - Significativo a 5% de probabilidade.
 ** - Significativo a 1% de probabilidade.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade (h^2), da relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental (b) e da resposta à seleção (R) estão no Quadro 4, podendo-se observar que a altura de inserção da primeira vagem e a produtividade de grãos revelaram-se mais sensíveis às alterações ambientais, apresentando coeficientes de herdabilidade inferiores à característica altura de plantas. Coeficientes de herdabilidade referentes à altura de plantas de magnitude semelhante foram encontrados por Pushpendra e Ram (17), Harer e Deshmukh (11), Cinsoy (5), Ghatge e Kadu (9), Mahajan et al. (13) e Jangale et al. (12). Por outro lado, os valores encontrados para o coeficiente de herdabilidade associado com a característica altura de inserção da primeira vagem não são concordantes com os valores obtidos por Martin e Wilcox (14), Belic et al. (2) e Cinsoy (5), que obtiveram estimativas de maior magnitude desse parâmetro. Quanto à produtividade de grãos, há controvérsias na literatura; entretanto, os valores estimados neste estudo foram de magnitude comparável aos valores estimados por Pereira et al. (16), St. Martin (22), Wu e Wang (25) e Soare e Dencescu (21), que encontraram baixos coeficientes de herdabilidade relativos a essa característica. Por outro lado, os resultados obtidos foram discordantes dos estimados por Byth et al. (3), Chauhan e Singh (4) e Santos et al. (18), que obtiveram valores de maior magnitude do coeficiente de herdabilidade associado à produtividade de grãos. Salienta-se que essas controvérsias podem estar relacionadas com a magnitude do componente genético que, em alguns casos, pode estar superestimado pela não-separação do componente derivado da interação com o ambiente.

QUADRO 3 - Médias estimadas das características altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AI) e produção de grãos (PR) nas linhagens selecionadas e avaliadas por três anos

Linhagens	Médias/Características*		
	AP (cm)	AI (cm)	PR (g/p)
UFV 87-69	76 A	20	682
Sucupira	70 B	15	690
UFV 87-279	70 B	17	837
UFV 87-587	69 B	16	562
UFV 85-558	64 B	16	624
Doko	77 A	20	661
UFV 87-321	64 B	16	719
UFV 87-54	71 B	18	566
UFV 84-028A	66 B	18	525
UFV 87-427	66 B	16	632
UFV 87-313	68 B	18	699
UFV 87-357	62 B	12	522
UFV 85-522	69 B	14	518
UFV 82-506	80 A	18	761
UFV 86-649	71 B	15	678
UFV 84-127	69 B	16	645
UFV 87-272	77 A	16	632
UFV 87-265	74 A	18	666
UFV 87-448	67 B	16	636
UFV 87-109	74 A	19	678
UFV 87-214	65 B	17	596
UFV 87-249	76 A	16	728
UFV 87-217	70 B	17	604
UFV 87-291	74 A	18	626
UFV 86-613	70 B	18	683
UFV 86-650	68 B	18	608
UFV 86-627	64 B	16	649
UFV 87-692	68 B	15	609
UFV 86-604	80 A	16	595
UFV 87-48	78 A	18	678
Média	71	17	644
C.V. (%)	15,5	24,3	29,4

* Médias agrupadas (A e B) de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5%.

Ainda no mesmo Quadro 4, pode-se também observar que ganhos genéticos de considerável magnitude podem ainda ser obtidos em relação à altura de plantas e, principalmente, à produtividade de grãos. Os resultados

relativos à relação entre os coeficientes de variação (b) evidenciam que ainda existe uma situação favorável para a imposição de um processo seletivo a favor da altura de plantas e da produtividade de grãos. Nessas condições, todos os materiais selecionados devem continuar em avaliação, com posterior seleção das linhagens efetivamente superiores.

QUADRO 4 - Estimativas do coeficiente de herdabilidade (h^2), da resposta à seleção (R) e da relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental			
Características	Parâmetros Genéticos		
	h^2	R*	b
Altura de planta	0,46	2,68	0,50
Altura da inserção da primeira vagem	0,29	0,55	0,12
Produção de grãos	0,20	16,35	0,19
*Ganho genético estimado com $i = 1,162$.			

REFERÊNCIAS

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. Rio de Janeiro, Edgard Blücher, 1974. 381 p.
2. BELIC, B.; JOCKOVIC, D. & HRUSTIC, M. The heritability of quantitative characters in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Arhiv. Poljopr. Nauke, 46: 97-113, 1985.
3. BYTH, D.E.; WEBER, C.R. & CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. *Crop Sci.*, 9: 699-702, 1969.
4. CHAUHAN, V.S. & SINGH, B.B. Genetic variability and heritability in soybean. *Indian J. Agric. Sci.*, 54: 273-6, 1984.
5. CINSOY, A.S. Inheritance of various quantitative traits in soybean. *Anadolu.*, 2: 14-30, 1992.
6. EMBRAPA / CNPSo. Avaliação do componente tecnológico da safra de soja 1995 / 96 - versão preliminar - utilização restrita. Londrina, 1996. 45p.
7. FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. London, Oliver and Boyd, 1989. 365 p.
8. FEHR, W.R. Principles of cultivar development: Theory and technique. New York, McGraw-Hill, 1987. Vol. 1, 536 p.
9. GHATGE, R.D. & KADU, R.N. Genetic variability and heritability studies in soybean. *Adv. Plant Sci.*, 6: 224-8, 1993.
10. HANSON, C.H.; ROBINSON, H.F. & COMSTOCK, R.E. Biometrical studies of yield in segregating populations of *Korean lespedeza*. *Agron. J.*, 48:268-72, 1956.
11. HARER, P.N. & DESHMUKH, R.B. Components of genetic variation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Oilseeds Res.*, 8: 220-5, 1991.
12. JANGALE, C.B.; BIRARI, S.P. & APTE, V.B. Genetic variability and heritability in soybean. *Agric. Sci. Dig.*, 14:117-20, 1994.

13. MAHAJAN, C.R.; PATIL, P.A.; MEHETRE, S.S. & GHATAGE, R.D. Genotypic and phenotypic variability in the heritability of some quantitative characters in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Ann. Agric. Res.*, 15: 41-4, 1994.
14. MARTIN, R.J. & WILCOX, J.R. Heritability of lowest pod height in soybeans. *Crop Sci.*, 13: 201-3, 1973.
15. MAURO, A.O. Parcelas experimentais na estimação de parâmetros genéticos em soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). Viçosa, UFV, 1984. 92 p. (Dissertação de Mestrado).
16. PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; CASALI, V.W.D. & SILVA, R.F. Herdabilidade de caracteres agrônômicos de genótipos de soja, descendentes de dois processos de seleção. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 3, Campinas, 1984. Anais, EMBRAPA/CNPSo, Londrina-PR, 1984. p.346-58.
17. PUSHPENDRA & RAM, H.H. Genetic components of variation for certain yield-contributing traits in soybean. *Indian J. Agric. Sci.*, 57: 221-4, 1987.
18. SANTOS, C.R.F.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; CRUZ, C.D. & SEDIYAMA, T. Parâmetros genéticos e seleção indireta em progênies F₆ de um cruzamento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Rev. Ceres*, 42: 155-66, 1995.
19. SCOTT, A.J. & KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507-12, 1974.
20. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical Methods*. 8th ed. Ames, Iowa State University Press, 1989. 503 p.
21. SOARE, T. & DENCESCU, S. Studies on the inheritance of some quantitative traits in soybean and on the correlations between them. *Analele Institutului de Cercetari Pentru Cereale si Plante Tecchnice Fundulea.*, 62: 105-20, 1995.
22. St. MARTIN, S.K. Genetic gain by stages in regional soybean tests. *Soybean Genetic Newsl.*, 16: 205-7, 1989.
23. TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. & MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. *Pesq. Agropec. Bras.*, 25: 89-94, 1990.
24. VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto-SP, Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.
25. WU, R.S. & WANG, B.S. The genetic relationship of seed yield and yield contributing characters in F₂, F₃ and F₄ generations of summer soybean (*Glycine max*). *Oil Crops China*, 1:18-20, 1991.