

SELEÇÃO E EFICIÊNCIA DA PREDIÇÃO DE GANHOS, TENDO EM VISTA A PRODUÇÃO DE GRÃOS, EM UMA POPULAÇÃO DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)¹

Edésio Fialho dos Reis²

Múcio Silva Reis³

Cosme Damião Cruz⁴

Tuneo Sedyama³

Carlos Sigueyuki Sedyama³

1. INTRODUÇÃO

Partindo-se de uma população-base de soja, várias estratégias de seleção podem ser usadas. No entanto, o melhorista sempre se preocupa em usar aquela que promova o maior ganho por unidade de tempo e custo (6). Para tal fim, dispõe-se de técnicas de genética quantitativa que permitem prever o quanto conseguirá de ganho numa população utilizando determinada estratégia de seleção. Com isso, pode-se decidir por tal estratégia, com bases científicas, tendo em vista o quanto de progresso será conseguido na geração seguinte (10), no entanto, quando se faz seleção em plantas autógamas, o ganho efetivamente realizado só é observado quando a homozigose total é atingida. Contudo, pode-se estimar o ganho nas sucessivas gerações.

¹ Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (UFV). 36571-000 Viçosa, MG. Aceito para publicação em 11.05.1999.

² Estudante de doutorado do Curso de Genética e Melhoramento da UFV.

³ Departamento de Fitotecnia da UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Departamento de Biologia Geral da UFV.

Segundo VENCovsky (10), é de grande importância o conhecimento da resposta esperada à seleção, pois permite comparar diferentes estratégias, o que dificilmente poderia ser feito na prática. Segundo o autor, essas estimativas de resposta apresentam o inconveniente de nem sempre serem exatas, pois os modelos nos quais elas se baseiam freqüentemente não explicam a totalidade dos fenômenos envolvidos, e, na maioria das vezes, as condições ambientais do ano agrícola da predição, não coincidem com as condições ambientais do ano agrícola em que o material foi conduzido no campo.

Vários são os procedimentos utilizados pelo melhorista para identificar os genótipos superiores numa população. Alguns levam em conta o comportamento dos indivíduos, enquanto outros fundamentam-se, primeiramente, no desempenho da família e, secundariamente, na superioridade relativa dos indivíduos dentro da família. Há ainda a estratégia que utiliza, simultaneamente, as informações do indivíduo e de seus parentes, chamada seleção combinada (3).

A predição de ganhos para determinada característica, quando se leva em conta, além do indivíduo, o comportamento de seus parentes, fornece subsídios em relação à importância de cada parte isoladamente num programa de melhoramento (3).

Este estudo teve como objetivos estudar a importância da família no processo de seleção, quando se trabalha com geração avançada de autofecundação, verificar a concordância entre os ganhos predito e realizado para produção de grãos e indicar quais as melhores estratégias de seleção devem ser empregadas nas condições do presente trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se o cruzamento entre as variedades de soja FT-Cometa x IAC-8, as quais apresentam as seguintes características:

FT-Cometa - variedade proveniente do cruzamento 'Williams' x 'FT-420', de hábito de crescimento indeterminado, período de juvenilidade curto, flor branca, pubescência marrom, período médio de maturação de 101 dias e altura média de planta de 83 cm (5, 7).

IAC-8 - variedade resultante do cruzamento 'Bragg' x ('Hill' x 'PI240664'), possui hábito de crescimento determinado, período de juvenilidade longo, flor roxa, pubescência marrom, semente amarela com

hilo preto, período médio de maturação de 137 dias e altura média de 98 cm (9).

As gerações F_1 e F_2 do cruzamento entre as duas variedades foram conduzidas por MORO (7); as três gerações seguintes, por pesquisadores do programa de melhoramento de soja da Universidade Federal de Viçosa, e a geração F_6 , de onde o material para o presente trabalho foi retirado, foi conduzida por SANTOS (8). O método de seleção utilizado foi o genealógico.

A predição de ganhos foi feita na população F_6 , a qual era composta por 60 famílias, que foram conduzidas no delineamento em blocos ao acaso, com informação dentro de parcelas, utilizando-se três repetições e seis plantas por parcela, em Viçosa-MG, no ano agrícola 1992/93. A geração F_7 , onde foi obtido o ganho realizado, era composta por 94 famílias e conduzida no mesmo delineamento da geração anterior, em Viçosa-MG, ano agrícola 1993/94.

Cada parcela era constituída por uma linha de dois metros de comprimento, com dez plantas. Foram avaliadas as seis plantas centrais, as duas de cada extremidade, consideradas como bordaduras.

2.1. Caracteres avaliados

1. número de dias para o florescimento (DPF) - contados a partir da semeadura até o aparecimento da primeira flor na planta;

2. altura da planta no florescimento (APF) - altura, em centímetros, do nível do solo até a extremidade da haste principal, por ocasião da abertura da primeira flor;

3. número de nós no florescimento (NNF) - contado na haste principal, a partir do nó da folha unifoliolada, por ocasião da abertura da primeira flor;

4. número de dias para maturação (NDM) - contado a partir da semeadura até o amadurecimento de 95% das vagens da planta, estágio R8 (4);

5. altura da planta na maturação (APM) - altura, em centímetros, do nível do solo até a extremidade da haste principal;

6. número de nós na maturação (NNM) - contado na haste principal, a partir do nó da folha unifoliolada, por ocasião da maturação;

7. número de vagens por planta (NVP) - número total de vagens com sementes formadas;

8. número médio de sementes por vagem (NSV) - razão do número total de sementes pelo número total de vagens da planta;

9. peso de 100 sementes (PCS) - razão do peso total das sementes pelo número total de sementes, multiplicado por 100; e

10. produção de grãos (PRO) - peso total das sementes de cada planta, em gramas.

2.2. Estratégias de seleção utilizadas

- seleção correlacionada - feita com base no número de dias para maturação, que é o componente secundário que apresentou maior associação e efeito direto com produção de grãos, conforme mostrado por SANTOS (8). Realizou-se a seleção individual, escolhendo 20 plantas com limite mínimo para maturação de 142 dias;

- seleção correlacionada - feita com base no número de vagens por planta, que é o componente primário que apresentou maior associação e efeito direto com a produção de grãos, conforme mostrado por SANTOS (8). Foram selecionadas 20 plantas, com limite mínimo de 287 vagens por planta;

- seleção entre e dentro de famílias - selecionaram-se, com base em produção de grãos, sete famílias (12%), por repetição, e dentro de cada uma dessas, duas plantas (33,4%), totalizando 42 plantas selecionadas; e

- seleção combinada - levaram-se em conta, simultaneamente, os indivíduos e as famílias da população F_6 no processo seletivo, sendo utilizado peso para o desvio da média da família, em relação à média geral, igual a 0,5774, e peso para o desvio do valor do indivíduo, em relação à média da parcela à qual ele pertencia, igual a 0,0027. Foram selecionados 42 indivíduos.

O total de indivíduos diferentes selecionados foi de 94, havendo uma sobreposição deles nas diferentes estratégias.

2.3. Estimação dos ganhos esperados pela seleção

O ganho na produção de grãos, baseado na seleção indireta feita nos caracteres NDM e NVP, foi obtido utilizando o diferencial de seleção na característica principal com a seleção feita na característica auxiliar. Assim, tem-se:

$$GS_{Y(X)} : DS_{Y(X)} h_Y^2$$

em que

$GS_{Y(X)}$: ganho por seleção na característica Y, quando a seleção é feita na característica X;

h_Y^2 : herdabilidade da característica Y, a nível de indivíduo; e

$DS_{Y(X)}$: diferencial de seleção no caráter Y, produção de grãos, pela seleção efetuada no caráter X.

Neste caso, a superioridade para um dado caráter é obtida com base em outro caráter, no qual se faz seleção direta. Para o cálculo do diferencial de seleção, foram utilizados os valores da produção de grãos das plantas que foram selecionadas, levando-se em conta o caráter auxiliar. Essa expressão apresenta certas vantagens, principalmente quando os dados amostrados não refletem as correlações entre as unidades selecionadas (2).

O ganho esperado na produção de grãos, obtido pela seleção entre e dentro de famílias, foi estimado por meio da expressão:

$$GS = \frac{\sigma_{Gmf}^2}{\sigma_{Fmf}^2} DS_1 + \frac{\sigma_{Gdf}^2}{\sigma_{Fdf}^2} DS_2$$

em que

GS : ganho esperado com a seleção

σ_{Gmf}^2 : variância genética entre, para média de famílias;

σ_{Fmf}^2 : variância fenotípica entre, para média de famílias;

DS_1 : diferencial de seleção entre média de família;

σ_{Gdf}^2 : variância genética entre plantas dentro de família;

σ_{Fdf}^2 : variância fenotípica entre plantas; e

DS_2 : diferencial de seleção médio entre plantas dentro de família.

O ganho na produção de grãos obtido com base na seleção combinada foi estimado por meio da expressão:

$$GS = \sum \frac{I_{ijk}}{n}$$

em que

n: é o número de indivíduos selecionados;

I_{ijk} : índice estimador do valor genético da k-ésima planta da j-ésima repetição na i-ésima família, obtido pela expressão:

$$I_{ijk} = b_1(Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.}) + b_2(\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})$$

em que

Y_{ijk} : valor fenotípico da planta ijk ;

$\bar{Y}_{ij.}$: média da parcela a que pertence a planta ijk ;

$\bar{Y}_{i..}$: média da família i ;

$\bar{Y}_{...}$: média geral da população; e

b_1 e b_2 : pesos obtidos de modo a minimizar as diferenças entre os elementos do vetor I , de índices, e os elementos correspondentes do vetor G , de valores genéticos.

$$\hat{b}_1 = \frac{\text{Cov}(X_1, g_{ijk})}{\sigma_{X_1}^2}$$

$$\hat{b}_2 = \frac{\text{Cov}(X_2, g_{ijk})}{\sigma_{X_2}^2}$$

em que

b_1 : peso dado ao desvio do indivíduo, em relação à média da parcela;

b_2 : peso dado ao desvio da média da família, em relação à média geral;

X_1 : $Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.}$, ou seja, o desvio do indivíduo em relação à média da parcela;

X_2 : $\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...}$, ou seja, o desvio da média da família em relação à média geral; e

g_{ijk} : o valor genético do indivíduo k , na família i e na repetição j .

2.4. Eficiência da predição de ganhos

A eficiência será verificada pela concordância na ordem das estratégias de seleção entre ganhos predito e realizado. A comparação, em magnitude, torna-se de pouca importância, uma vez que, conforme salienta

VENCOVSKY (10), as condições ambientais do ano agrícola da predição quase sempre não coincidem com aquelas do ano agrícola em que o material selecionado foi conduzido no campo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se verificar, pelo Quadro 1, que a informação em nível de indivíduo está sujeita a uma alta interferência ambiental, uma vez que apresenta herdabilidade muito inferior àquela obtida em nível de família. À medida que aumenta a influência do ambiente na expressão do caráter na unidade de seleção (família ou indivíduo), aumenta a importância relativa da média da família em relação à observação individual na estimação do valor genético do indivíduo, por estar a primeira unidade de seleção menos sujeita a erros de avaliação. O fato de quase toda variação dentro de família ser devida a causas não genéticas foi o fator principal que proporcionou uma estimativa de ganho praticamente nula. Estes resultados mostraram-se concordantes com COCKERHAM e MATZINGER (1). Eles enfatizam que a resposta à seleção, principalmente dentro de família, está relacionada ao número de gerações de autofecundação, pois quanto maior o número de gerações, menor será a contribuição, no ganho genético, da seleção dentro de família.

QUADRO 1 - Estimativas da média para produção de grãos, em gramas (\bar{X}_{op}), da média dos selecionados (\bar{X}_{sp}), do diferencial de seleção (DS), da herdabilidade (h^2), do ganho predito por seleção (GS) e do ganho percentual (GS %) em progênies F_6 de soja

	Entre famílias	Dentro de famílias
\bar{X}_{op}	52,01000	52,01000
\bar{X}_{sp}	66,71055	72,97190
DS	14,70700	20,96920
h^2	0,57695	0,00273
GS	8,48566	0,05727
GS %	16,31773	0,11014

As estimativas de b_1 e b_2 refletem o grau de parentesco entre os indivíduos e as propriedades genéticas da característica em apreço. O baixo valor de b_1 , mostrado no Quadro 2, sugere que, em gerações avançadas de autofecundação, o desvio do valor do indivíduo em relação à média da

parcela é de pouca importância na obtenção do valor genético do indivíduo, neste caso, depende, fundamentalmente, das informações obtidas da família.

Um fator que influencia drasticamente no baixo valor de b_1 é a baixa covariância entre o desvio do indivíduo em relação a média da parcela e o valor genético do indivíduo (valor fenotípico do indivíduo subtraído da variação ambiental individual).

QUADRO 2 - Estimativas de σ_{X1}^2 , σ_{X2}^2 , $COV(X1,g)$, $COV(X2,g)$, $COV(X1,X2)$, b_1 , b_2 , do ganho por seleção (GS), do ganho percentual por seleção (GS%) e da eficiência da seleção combinada sobre a seleção entre e dentro (Ef.) em progênies F_6 de soja

Variância - σ_{X1}^2 ^{a/}	247,794220
Variância - σ_{X2}^2	86,044884
Covariância - $COV(X1,g)$	0,681453
Covariância - $COV(X2,g)$	49,682910
Covariância - $COV(X1,X2)$	0,000000
Coefficiente b_1	0,002750
Coefficiente b_2	0,577407
GS	9,356340
GS %	17,992020
Ef.	1,095213

^{a/} X_1 = desvio do indivíduo, em relação à média da parcela; X_2 : desvio da média da família, em relação à média geral; g : valor genético do indivíduo; b_1 : peso dado ao desvio do indivíduo, em relação à média da parcela; b_2 : peso dado ao desvio da média da família, em relação à média geral.

De posse dos valores preditos (Quadro 3) e dos obtidos experimentalmente (Quadro 4) para a produção de grãos, verifica-se que houve concordância entre o que se esperava e o que se constatou experimentalmente, ou seja, maiores ganhos foram obtidos nas estratégias de seleção que consideraram a família no processo seletivo, mostrando-se assim que uma determinada estratégia de seleção pode ser escolhida antes da condução de experimento no campo. Nota-se também que, conforme se esperava, a estratégia seleção indireta que utilizou número de dias para maturação como componente auxiliar de produção foi a que promoveu o

menor ganho realizado em produção de grãos, uma vez que os indivíduos selecionados não foram os mais produtivos, apresentando-se ineficiente como componente auxiliar de produção em tal geração. No entanto, pode-se verificar, pelo Quadro 4, que as plantas mais tardias, quanto a maturação, foram aquelas selecionadas com base em dias para maturação, além disso, utilizando-se essa estratégia de seleção, maior proporção de plantas de crescimento indeterminado foram selecionadas, uma vez que, em média, as plantas selecionadas por essa estratégia apresentaram a menor altura na floração e a maior por ocasião da maturação, dentre as estratégias utilizadas no trabalho.

QUADRO 3 - Estimativas do ganho predito (GS), para produção de grãos, em gramas, e do ganho percentual (GS%) nas quatro estratégias de seleção, em progênies F₆ de soja

Estratégia	GS	GS%
Seleção indireta via NDM	-1,243	-2,390
Seleção indireta via NVP	5,870	11,290
Seleção entre e dentro	8,543	16,428
Seleção combinada	9,356	17,992

Pode-se notar, pelo Quadro 4, que a produção de grãos está associada à capacidade de determinada estratégia de seleção promover ganhos nos componentes primários de produção. Assim, pode-se verificar que o menor desempenho da estratégia de seleção baseada em número de dias para maturação está associado à menor produção de vagens por planta e ao menor número de sementes por vagem, enquanto na estratégia de seleção combinada, o componente de menor magnitude foi o peso da semente, sendo a produção de grãos compensada pelo maior número de vagens e maior número de sementes por vagem, comparada às outras estratégias utilizadas.

A estratégia de seleção combinada, baseada em produção de grãos, promoveu, em média, maior número de vagens por planta, comparado à estratégia de seleção que utiliza número de vagens por planta como caráter auxiliar de produção no processo seletivo, indicando assim que, ao utilizar uma combinação ótima de indivíduo e família, é possível obterem maiores ganhos, comparado à seleção direta, em características altamente correlacionadas, mesmo sendo detentoras de herdabilidade elevada.

QUADRO 4 - Médias, obtidas experimentalmente, de todos os caracteres estudados nas diferentes estratégias de seleção em uma população F₇ de soja do cruzamento 'FT-Cometa' × 'IAC-8'

Caracteres	Estratégias de seleção ^{a/}							
	I	II	III	IV	F ₆	F ₇	MPF ₆	MPF ₇
DPF		56,65	57,19	57,41	58,06	56,96	58,01	56,93
APF	48,78	50,99	52,69	51,05	51,76	51,08	53,16	55,94
NNF	9,46	10,13	10,51	10,50	12,00	10,25	11,63	10,54
NDM	135,71	132,91	133,89	133,48	132,82	133,98	131,83	133,68
NNM	17,82	14,67	16,30	15,15	17,51	16,17	16,85	14,43
APM	91,87	74,80	81,68	75,01	91,48	81,13	86,49	76,87
NVP	132,30	159,40	153,10	161,85	157,24	152,14	140,60	153,40
NSV	1,78	1,88	1,88	1,94	2,24	1,88	2,00	1,74
PCS	17,83	16,27	17,42	15,97	14,85	16,92	16,46	18,63
PRO	41,85	48,39	50,03	49,89	52,00	48,06	46,00	50,51

^{a/} I = seleção correlacionada, com base no caráter secundário NDM; II = seleção correlacionada, com base no caráter primário NVP; III = seleção entre e dentro de famílias F₆; IV = seleção combinada; F₆ = média da população base; F₇ = média do conjunto das quatro estratégias de seleção; MPF₆ = média dos pais na geração F₆; e MPF₇ = média dos pais na geração F₇.

A produção de grãos esperada (Quadro 3), superior à produção realizada (Quadro 4), está associada às diferentes condições ambientais de condução das populações, uma vez que a população utilizada na predição foi conduzida no ano agrícola 1992/93 e a população para obtenção do ganho realizado, no ano agrícola de 1993/94.

Pelos dados obtidos, as estratégias mais indicadas para aumento na produção de grãos, nas condições do presente trabalho, foram aquelas que consideraram, além do indivíduo, a família no processo seletivo (seleção entre e dentro de famílias e seleção combinada), sendo de maior importância a seleção entre famílias.

4. CONCLUSÕES

a) Na predição de ganhos, as estratégias mais promissoras foram aquelas que levaram em conta o indivíduo e a informação de sua família no processo seletivo, ou seja, seleção combinada e seleção entre e dentro.

b) No ganho observado foi verificado, novamente, maior incremento nas estratégias que levaram em conta o indivíduo e a informação de sua família.

c) Nas estratégias que consideraram o indivíduo e a informação da família no processo seletivo, o maior incremento no ganho está associado à seleção com base na média de família.

d) A orientação para escolha de uma determinada estratégia de seleção, com base no ganho predito, é de grande valia para o melhorista.

5. RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar algumas estratégias de seleção quanto ao ganho esperado e realizado, para produção de grãos, e verificar a eficiência na indicação de uma determinada estratégia de seleção antes da condução de experimentos no campo. Foram utilizadas na comparação as seguintes estratégias de seleção: seleção correlacionada com base no componente primário, número de vagens por planta; seleção correlacionada com base no componente secundário, número de dias para maturação; seleção entre e dentro de famílias; e seleção combinada. Os indivíduos selecionados foram conduzidos em experimentos de campo no ano agrícola 1993/94, em Viçosa, Minas Gerais, para a obtenção do ganho realizado. Os resultados indicaram que, embora o ganho realizado tenha sido inferior ao ganho esperado, a ordem das estratégias não foi alterada, sugerindo, com isso, que de posse do ganho esperado é possível adotar uma determinada estratégia de seleção, tendo em vista sua superioridade.

6. SUMMARY

(SELECTION AND EFFICIENCY IN PREDICTING YIELD GAINS OF A SOYBEAN POPULATION (*Glycine max* (L.) Merrill))

The objective of this work was some selection strategies according to the expected gain and the achieved gain in yield, and to verify the efficiency of a particular selection strategy before carrying out field experiments. The following selection strategies were used in the comparison: correlated selection based on the primary component, number of pod per plant; correlated selection based on the secondary component, number of maturation days, selection within and among families and combined selection. The selected individuals were analyzed in a field experiment during the agricultural year of 1993/1994, in Viçosa, Minas Gerais, in order to obtain the achieved gain. The results indicated that, although the achieved gain had been lower than the expected gain, the selection strategy

order was not altered, what suggests that when there is an expected gain, it is possible to adopt a particular selection strategy, based on its superiority.

7. LITERATURA CITADA

1. COCKERHAN, C.C. & MATZINGER, D.F. Selection response based on selfed progenies. *Crop Sci.* 25:483-488, 1985.
2. CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV, 1997. 390p
3. FALCONER, D.S. *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa, UFV, 1987. 279p.
4. FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. BURMOOD, D.T. & PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.*, 11:929-931,1971.
5. FT - PESQUISAS E SEMENTES. *Relatório técnico 1990*. Ponta Grossa, 1990. 69p.
6. HAZEL, L.N. & LUSH, J.L. The efficiency of three methods of selection. *Journal Heredity*, 33:393-399. 1942.
7. MORO, G. L. *Herança da precocidade, herdabilidade de alguns caracteres agrônômicos, correlações entre estes caracteres e heterose em soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Viçosa, UFV, 1990. 57p. (Tese de mestrado).
8. SANTOS, C. A. F. *Análise de trilha e estimativas de parâmetros genéticos em progênies F_6 de um cruzamento de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Viçosa, UFV, 1994. 71 p. (Tese de mestrado).
9. SEDIYAMA, T.; DESTRO, D. & SEDIYAMA, C. S. *Caracterização de cultivares de soja*. Viçosa, UFV, 1981. 81p (Boletim de extensão).
10. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. (ed.). *Melhoramento e produção de milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.1, p. 135-214.