

## RESPOSTA ESPERADA À SELEÇÃO CORRELACIONADA EM UMA POPULAÇÃO F<sub>6</sub> DE SOJA <sup>1</sup>

Edésio Fialho dos Reis<sup>2</sup>

Múcio Silva Reis<sup>3</sup>

Cosme Damião Cruz<sup>4</sup>

Tuneo Sedyama<sup>3</sup>

Carlos Sigueyuki Sedyama<sup>3</sup>

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo prever o ganho genético, utilizando-se o princípio da seleção correlacionada, tendo como caráter principal a produtividade de grãos e, como caracteres auxiliares, os componentes primários e alguns dos componentes secundários da produtividade de grãos. Foi utilizada uma população F<sub>6</sub> de soja, originada do cruzamento FT-Cometa × IAC-8, em Viçosa, Minas Gerais, ano agrícola 1992/93. Dentre os componentes primários estudados, o número de vagens por planta proporcionou maior ganho esperado, mostrando-se bastante eficiente como indicador das plantas mais produtivas, uma vez que o ganho indireto em produtividade, via esta característica, foi próximo ao ganho direto. O componente secundário, número de dias para maturação, embora apresentasse alta correlação e alto efeito direto sobre a produção de grãos, mostrou-se ineficiente como indicador das plantas mais produtivas.

Palavras-chaves: *Glycine max*, melhoramento genético, componentes do rendimento.

<sup>1</sup> Parte da tese de mestrado, apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (UFV). Aceito para publicação em 21.12.2000.

<sup>2</sup> Av. Brasília, 174, 36570-000, Viçosa - Minas Gerais. Bolsista da CAPES.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia da UFV, 36571-000, Viçosa - Minas Gerais. Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Geral da UFV, 36571-000, Viçosa - Minas Gerais. Bolsista do CNPq.

## ABSTRACT

### EXPECTED RESPONSE OF AN F<sub>6</sub> SOYBEAN POPULATION, USING A CORRELATED SELECTION

This work aimed to predict genetic gain by using the correlated selection principle, having as its main objective grain production, and as secondary objective, the primary components and some of the secondary components of grain production. A F<sub>6</sub> soybean population from - originated from a crossbreeding FT-Cometa × IAC-8, in Viçosa, Minas Gerais, in 1992/1993 – was used. Out of all the components studied, pod number per plant had the greatest expected gain, revealing to be an efficient indicator of the most productive plants, since productivity indirect gain via this characteristic was close to the indirect gain. The secondary component, i. e., the number of days needed for maturation, was not an efficient indicator of the most productive plants, although it presented a high correlation with and high effect on grain production.

Key words: *Glycine max*, breeding, yield components.

## INTRODUÇÃO

A produtividade de grãos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma característica quantitativa e, conseqüentemente, governada por um número bastante elevado de genes. Portanto, é um caráter altamente influenciado pelas condições ambientais, razão pela qual o trabalho de seleção de linhagens visando alta produtividade de grãos é bastante difícil, exigindo muita atenção por parte do melhorista (5). Características intensamente influenciadas pelas condições ambientais, usualmente apresentam baixa herdabilidade e, por esta razão, em um programa de melhoramento, em certos casos, a seleção de genótipos superiores pode não ser eficiente quando se baseia apenas na produtividade de grãos, tomando-se necessária a utilização de componentes da produtividade, para que possa ser minorada essa dificuldade (1, 7).

O conhecimento das correlações genéticas entre caracteres é de grande importância no melhoramento, pois é possível a partir delas orientar os procedimentos de seleção. Essa importância é aumentada quando um dos caracteres apresenta baixa herdabilidade e, ou, problemas de medição e identificação (3, 4). No entanto, alta correlação genética entre duas características pode ser resultado da influência de uma terceira ou de um grupo de características sobre aquelas em questão, tornando necessário o desdobramento de tais correlações, utilizando-se da análise de trilha, para conhecer o efeito direto e indireto presente nessa associação de caracteres (2, 6).

Este estudo teve como objetivos prever o ganho genético, utilizando-se o princípio da resposta correlacionada, e indicar a melhor característica auxiliar a ser utilizada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas plantas originadas de seleção correlacionada, utilizando-se como característica principal produtividade de grãos (PRO) e, como características auxiliares, os componentes primários: número de vagens por planta (NVP), número médio de sementes por vagem (NSV) e peso médio da semente (PIS); e os componentes secundários: número de dias para florescimento (DPF), número de nós no florescimento (NNF), número de dias para maturação (NDM), número de nós na maturação (NNM) e altura da planta na maturação (APM). As correlações entre cada componente e produtividade de grãos foram desdobradas e os efeitos diretos, obtidos por análise de trilha, conforme Santos (8).

Foi utilizada uma população F<sub>6</sub> de um cruzamento de soja entre os cultivares FT-Cometa e IAC-8, conduzida pelo método genealógico. Essa população era composta por 60 famílias conduzidas no delineamento em blocos ao acaso com três repetições e seis plantas por parcela, em Viçosa, Minas Gerais, no ano agrícola 1992/93.

Cada parcela foi constituída por uma linha de dois metros de comprimento com 10 plantas. Foram avaliadas as seis plantas centrais, sendo as duas de cada extremidade consideradas como bordaduras.

Para obtenção do ganho esperado, foram selecionadas 20 plantas via componente primário e 19 plantas via componente secundário, desconsiderando-se a informação da família, ou seja, as plantas de maior valor fenotípico para tais componentes foram selecionadas.

Foram utilizadas duas metodologias de estimação da resposta esperada:

1. Baseada no diferencial de seleção no caráter principal (Y) com a seleção sendo feita no caráter auxiliar (X).

$$GS_{Y(X)} = DS_{Y(X)} h_y^2$$

em que

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

$DS_{Y(X)}$ : diferencial de seleção em Y devido a seleção em X; e

$h_y^2$ : herdabilidade do caráter y, em nível de indivíduo.

Neste caso, o ganho em virtude da seleção, obtido no caráter de interesse Y, é conseguido com a seleção feita num caráter auxiliar X. O diferencial de seleção foi obtido utilizando-se a produtividade de grãos das plantas que foram selecionadas, levando-se em conta o caráter auxiliar.

2. Baseada no diferencial de seleção padronizado na característica auxiliar.

$$GS_{Y(X)} = i_X h_X r_g \sigma_{gY}$$

em que

$GS_{Y(X)}$ : ganho esperado no caráter Y devido à seleção em X;

$i_X$ : diferencial de seleção padronizado para o caráter X;

$h_X$ : raiz quadrada da herdabilidade do caráter X em nível de indivíduo;

$r_g$ : correlação genética entre X e Y; e

$\sigma_{gY}$ : desvio padrão genético da característica Y.

Neste caso, considera-se a correlação genotípica entre as características X e Y, considerando-se, com isso, o grau de associação genética obtido na população sob seleção entre as duas características.

A utilização desta metodologia, comparada à metodologia 1, pode vir a ser menos eficiente quando as unidades selecionadas não refletirem a correlação verificada na população sob seleção. Isso pode subestimar ou superestimar os ganhos pela seleção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Quadros 1 e 2) indicam haver maiores possibilidades de ganho da produtividade quando se faz a seleção das plantas de maior NVP, pois é o caráter que apresenta maior correlação

QUADRO I - Estimativas das herdabilidades em nível de indivíduo ( $h^2$ ), médias originais da produtividade de grãos ( $\bar{X}_{op}$ ) e progênes selecionadas com vistas à produtividade de grãos, via característica auxiliar ( $\bar{X}_{sp}$ ), diferenciais de seleção ( $DS$ ), ganhos por seleção ( $GS$ ), diretos e indiretos via características primárias da produção, ganhos percentuais ( $GS\%$ ) e eficiências da seleção indireta ( $ESI$ ), em progênes  $F_6$  de soja, do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8'

| Caráter auxiliar <sup>a</sup> | $h^2$ | Caráter principal (PRO) |                |       |      |        |       |
|-------------------------------|-------|-------------------------|----------------|-------|------|--------|-------|
|                               |       | $\bar{X}_{op}$          | $\bar{X}_{sp}$ | DS    | GS   | GS (%) | ESI   |
| PRO                           | 0,124 | 52,01                   | 109,08         | 57,07 | 7,06 | 13,57  | -     |
| NVP                           | 0,177 | 52,01                   | 98,45          | 46,46 | 5,87 | 11,29  | 0,832 |
| NSV                           | 0,090 | 52,01                   | 66,06          | 14,05 | 1,74 | 3,34   | 0,246 |
| PIS                           | 0,323 | 52,01                   | 63,27          | 11,26 | 1,39 | 2,68   | 0,197 |

<sup>a</sup> PRO = produção de grãos da planta, em gramas; NVP = número de vagens por planta; NSV = número médio de sementes por vagem; e PIS = peso médio de uma semente.

QUADRO 2 - Estimativas das médias originais ( $\bar{X}_0$ ); médias das progênes, nas características indiretamente selecionadas ( $\bar{X}_S$ ); herdabilidade individual ( $h^2$ ); correlações genéticas ( $r_g$ ) entre produtividade de grãos e os caracteres primários, efeitos diretos dos caracteres primários na produtividade (ED); variâncias fenotípicas ( $\sigma_F^2$ ); diferenciais de seleção padronizado ( $i_x$ ); ganhos devido à seleção direta e indireta da produção (GS); ganhos percentuais por seleção (GS %) e eficiências da seleção indireta (ESI), em progênes F<sub>6</sub> de soja, do cruzamento 'FT - Cometa' × 'IAC-8'

Característica sob seleção<sup>a/</sup>

|              | PRO     | NVP      | NSV    | PIS   |
|--------------|---------|----------|--------|-------|
| $\bar{X}_0$  | 52,01   | 157,52   | 2,24   | 0,15  |
| $\bar{X}_S$  | 109,08  | 321,35   | 2,55   | 0,23  |
| $h^2$        | 0,124   | 0,177    | 0,090  | 0,323 |
| $r_g$        | -       | 0,845    | -0,015 | 0,116 |
| ED           | -       | 0,988    | 0,308  | 0,483 |
| $\sigma_F^2$ | 418,666 | 3337,744 | 0,187  | 0,001 |
| $i_x$        | 2,789   | 2,834    | 0,717  | 3,488 |
| GS           | 7,06    | 7,25     | -0,01  | 1,65  |
| GS %         | 13,57   | 13,95    | -0,18  | 3,18  |
| ESI          | -       | 1,028    | 0,014  | 0,234 |

<sup>a/</sup> PRO = produção de grãos da planta, em gramas; NVP = número de vagens por planta; NSV = número médio de sementes por vagem; e PIS = peso médio de uma semente.

genotípica com produtividade de grãos ( $r_g = 0,845$ ) e o de maior herdabilidade ( $h^2$ ), em nível de indivíduo, sendo válida a seguinte relação:

$$\sqrt{h_{NVP}^2} \cdot r_g > \sqrt{h_{PRO}^2}$$

No desdobramento das correlações genotípicas pela análise de trilha feita por Santos (8), observa-se que NVP foi o componente de maior efeito direto sobre produtividade de grãos.

Devido às evidências de eficiência de NVP como caráter auxiliar, pode-se verificar, pelo Quadro 1 (metodologia 1 de estimação do ganho esperado), que essa seleção foi capaz de proporcionar ganho de 83,2% daquele esperado quando se selecionou diretamente a produtividade de grãos. O mesmo comportamento de eficiência de NVP como caráter auxiliar foi verificado no Quadro 2 (metodologia 2), evidenciando que NVP pode ser um componente bastante eficiente como indicador das plantas mais produtivas.

Os Quadros 3 e 4 mostram também a predição de ganho em produtividade de grãos, via alguns componentes secundários. Os dados indicam a grande importância desses componentes na predição de ganhos, uma vez que são detentores de alta herdabilidade em nível individual, demonstrando que grande parte da variação é devida a causas genéticas.

Há evidências de que NDM como característica auxiliar, no processo seletivo, visando ganhos em produtividade, poderia ser muito útil, pois apresenta alta correlação genética com produtividade ( $r_g = 0,826$ ), além de alta herdabilidade. Este comportamento faz valer a seguinte relação

$$\sqrt{h_{NDM}^2} \cdot r_g > \sqrt{h_{PRO}^2},$$

e ainda foi o componente secundário, dentre os estudados, de maior efeito direto e positivo, obtido via análise de trilha, sobre produtividade de grãos, conforme Santos (8).

Pelo Quadro 3 (metodologia 1 de estimação do ganho esperado), nota-se que as plantas mais tardias não coincidiram com as mais produtivas, pois a média de produção de grãos, selecionando-se na característica auxiliar, foi menor que a média original, causando um diferencial de seleção negativo. Isso indica que os indivíduos selecionados por essa estratégia não foram representativos da população base, tomando inconsistentes os parâmetros populacionais utilizados no cálculo da resposta esperada em tais indivíduos.

A utilização da metodologia de predição de ganhos, em que são considerados apenas o diferencial de seleção na característica principal quando a seleção é feita no caráter auxiliar, e a herdabilidade do caráter principal, será mais indicada quando a associação entre as unidades selecionadas não for a mesma da população. Isto poderá, assim, fornecer ao melhorista informações sobre as progênes que está selecionando, através

QUADRO 3 - Estimativas das herdabilidades em nível de indivíduo ( $h^2$ ); médias originais da produtividade de grãos ( $\bar{X}_{op}$ ) e progênes selecionadas para produtividade de grãos, via características auxiliares ( $\bar{X}_{sp}$ ); diferenciais de seleção (DS); ganhos por seleção (GS), diretos e indiretos, via características secundárias da produção; ganhos percentuais (GS%); e eficiências da seleção indireta (ESI), em progênes  $F_6$  de soja, do cruzamento 'FT-Cometa' x 'IAC-8'

Caráter principal (PRO)

| Caráter auxiliar <sup>a/</sup> | $h^2$ | $\bar{X}_{op}$ | $\bar{X}_{sp}$ | DS     | GS    | GS %  | ESI    |
|--------------------------------|-------|----------------|----------------|--------|-------|-------|--------|
| PRO                            | 0,124 | 52,01          | 109,56         | 57,55  | 7,12  | 13,69 | -      |
| DPF                            | 0,651 | 52,01          | 51,41          | -0,60  | -0,07 | -0,14 | -0,010 |
| NNF                            | 0,532 | 52,01          | 70,71          | 18,70  | 2,31  | 4,45  | 0,325  |
| NDM                            | 0,531 | 52,01          | 41,96          | -10,05 | -1,24 | -2,39 | -0,175 |
| NNM                            | 0,672 | 52,01          | 67,01          | 15,00  | 1,86  | 3,57  | 0,261  |
| APM                            | 0,812 | 52,01          | 62,08          | 10,07  | 1,25  | 2,39  | 0,175  |

<sup>a/</sup> PRO = produção de grãos da planta, em gramas; DPF = número de dias para abertura da primeira flor; NNF = número de nós na abertura da primeira flor; NDM = número de dias para maturação; NNM = número de nós na maturação; e APM = altura da planta na maturação.

QUADRO 4 - Estimativas das médias originais ( $\bar{X}_o$ ) e médias das progênes nsticas diretamente selecionadas ( $\bar{X}_s$ ), herdabilidades em nível de indivíduo ( $h^2$ ); correlações entre produção e os caracteres secundários, efeitos diretos dos caracteres secundários em de grãos (ED); variâncias fenotípicas ( $\sigma^2_F$ ), diferenciais de seleção padronizados ( $i_x$ ); seleção direta e indireta da produção (GS); ganhos percentuais por seleção (GS%); e la seleção indireta (ESI) em progênes F<sub>6</sub> de soja, do cruzamento 'FT - Cometa' x 'IAC - 8

Característica sob seleção<sup>a</sup>

|              | PRO     | DPF    | NNF   | NDM    | APM     |
|--------------|---------|--------|-------|--------|---------|
| $\bar{X}_o$  | 52,01   | 58,20  | 11,96 | 132,70 | 91,52   |
| $\bar{X}_s$  | 109,57  | 69,47  | 15,47 | 149,58 | 150,84  |
| $h^2$        | 0,124   | 0,651  | 0,532 | 0,531  | 0,812   |
| $r_g$        | -       | 0,850  | 0,727 | 0,826  | 0,402   |
| ED           | -       | -0,793 | 0,844 | 1,089  | 0,562   |
| $\sigma^2_F$ | 418,666 | 19,749 | 2,864 | 45,955 | 763,612 |
| $i_x$        | 2,813   | 2,536  | 2,074 | 2,489  | 2,147   |
| GS           | 7,12    | 12,52  | 7,92  | 10,79  | 5,60    |
| GS%          | 13,69   | 24,07  | 15,22 | 20,74  | 10,76   |
| ESI          | -       | 1,758  | 1,112 | 1,515  | 0,786   |

<sup>a</sup> PRO = produção de grãos da planta, em gramas; DPF = número de dias para abeneira flor; NNF = número de nós na abertura da primeira flor; NDM = número de dias para maturaçãonúmero de nós na maturação; e APM = altura da planta na maturação.

do diferencial de seleção indireto. No caso deste estudo, esta associação entre as unidades selecionadas não ocorre, uma vez que as plantas mais tardias não coincidem com as mais produtivas, podendo isto ser indicativo de uma seleção rigorosa, o que acarreta um pequeno número de plantas selecionadas, ou erros associados à coleta de dados.

No Quadro 4 (metodologia 2 de estimação do ganho esperado), o maior ganho esperado foi obtido, utilizando-se, como característica auxiliar, o número de dias para florescimento. No entanto, foi verificado por Santos (8) que esse caráter apresentou efeito direto negativo, via análise de trilha, para produtividade de grãos, mostrando, conforme afirmam Brant (2) e Paiva et al. (6), que a alta correlação genética entre duas características pode ser o resultado da influência de uma terceira ou de um grupo de características sobre as duas em questão.

O número de dias para maturação apresentou um ganho esperado bem maior que aquele devido à seleção direta da produtividade de grãos (Quadro 4), pois mostrou uma das mais altas correlações genéticas entre os componentes secundários, e, no desdobramento via análise de trilha, seu efeito direto sobre a produtividade foi superior à correlação genética, provando que apresentava, por si só, grande contribuição para a produtividade de grãos. Diante dessas evidências, é de se esperar que NDM seja o melhor dos componentes secundários como auxiliar no processo seletivo, conforme estimativa do ganho esperado pela metodologia 2. No entanto, como já mencionado, no Quadro 3 verificou-se um diferencial de seleção negativo em relação à produtividade de grãos, quando a seleção foi feita em NDM, o que acarretou uma resposta à seleção negativa, pela metodologia 1, mostrando que NDM não foi eficiente como indicador das plantas mais produtivas.

## CONCLUSÕES

O componente secundário, número de dias para maturação, mostra-se ineficiente como indicador das plantas mais produtivas no processo seletivo. O componente primário, número de vagens por planta, mostra-se bastante eficiente como indicador das plantas mais produtivas, uma vez que o ganho indireto, em produtividade de grãos, via essa característica, é próximo ao ganho direto.

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, L. A. Correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, efeitos diretos e indiretos, em variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, UFV, 1979. 44p. (Tese de mestrado).

2. BRANT, G.M. Significance of part coefficient analysis in determining the nature of character association. *Euphytica*, 22:338-43, 1973.
3. CRUZ, C. D. & REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, UFV, 1994. 390p.
4. GOLDEMBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genetico de las plantas. *Fitotecnia Latinoamericana*, 5:1-8, 1968.
5. MIYASAKA, S. & KIIHL, R.A.S. Genética e melhoramento da soja. In: Kerr, W.E. (ed.). *Melhoramento e genética*. São Paulo, USP, Melhoramentos, 1969. p. 114-36.
6. PAIVA, J.S.; ROSSETTI, A.G. & GONSALVES, P. de S. Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:433-40, 1982.
7. POEHLMAN, J.M. *Breeding field crops*. 3ª. ed. Columbia, University of Missouri, 1987. 724p.
8. SANTOS, C. A. F. Análise de trilha e estimativas de parâmetros genéticos em progênies F<sub>6</sub> de um cruzamento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, UFV, 1994. 71p. (Tese de mestrado).