

HERDABILIDADE E CORRELAÇÕES DO RENDIMENTO COM SEUS COMPONENTES, EM DOIS CRUZAMENTOS DE FEIJÃO^{1/}

Pedro César dos Santos^{2/}
Antônio Américo Cardoso^{3/}
Clibas Vieira^{3/}
José Carlos Silva^{4/}

1. INTRODUÇÃO

O rendimento (w) da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é o resultado do produto do número de vagens por área (x) pelo número médio de sementes por vagem (y) e pelo peso médio das sementes (z), ou seja, $w = x.y.z$. As variáveis x , y e z são chamadas de componentes da produtividade. Assim, nos programas de melhoramento, quando o objetivo é a obtenção de variedades mais produtivas, é útil o conhecimento da herança da produção e seus componentes e das correlações entre cada um deles e a produção e entre eles próprios.

Vários trabalhos vêm mostrando que, no feijoeiro, a produção de sementes correlaciona-se positivamente com os seus componentes (2, 4, 5, 6, 7, 9, 10), mas são poucos os trabalhos que mostram os componentes que mais influem por meio

^{1/} Extraído da tese de «Magister Scientiae» do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 23-4-1986.

^{2/} UNESP — Campus de Ilha Solteira, São Paulo, SP.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da UFV. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Biologia Geral da UFV. 36570 Viçosa, MG.

de efeitos diretos. GONÇALVES (7) desdobrou em efeitos diretos e indiretos, mediante o uso do coeficiente de trilha, as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre produções e seus componentes, obtidas em dois ensaios («das águas» e «da seca»). A autora verificou que, genotípica e fenotipicamente, os maiores efeitos diretos positivos na produção foram os do peso de 100 sementes, embora as correlações entre esse caráter e a produção tenham sido menores que as verificadas entre o número de vagens por planta e a produção de sementes.

Em melhoramento é também importante o conhecimento da variância genética aditiva, em relação à variância fenotípica (herdabilidade no sentido restrito), para se saber a possibilidade de sucesso da seleção.

PANIAGUA e PINCHINAT (9) estimaram a herdabilidade no sentido restrito pelo método apresentado por WARNER (11) e ALLARD (1). As herdabilidades do número de sementes por vagem e do peso de 100 sementes foram de 76,37% e 63,62%, respectivamente, no grupo de feijão preto; no grupo de feijão vermelho, foram de 72,79% e 80,77%, respectivamente. As herdabilidades do número de vagens por planta e da produção de sementes foram inferiores a 42,00%, nos dois grupos, e a produção apresentou as menores herdabilidades. Contudo, essas herdabilidades ainda foram superiores às estimadas por COYNE (4), para os mesmos caracteres, o qual utilizou o método de regressão da progênie F_3 em função do valor individual de plantas F_2 . CHUNG e STEVENSON (3), em dois locais, encontraram herdabilidades no sentido restrito muito baixas para número de vagens por planta (0,12) e produção de sementes (0,01). A herdabilidade do peso de 100 sementes foi de 0,58.

No presente trabalho, procurou-se estimar a herdabilidade no sentido restrito do rendimento e seus componentes e determinar os coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre a produção de sementes e cada um de seus componentes, em dois cruzamentos com três variedades de feijão. Procurou-se também verificar os efeitos diretos e indiretos de cada componente sobre a produção, mediante o uso da análise do coeficiente de trilha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As variedades utilizadas neste trabalho foram a 'Preto Sessenta Dias 40', a 'Preto Sessenta Dias 53', ambas de hábito de crescimento determinado e grãos pretos, e a 'Ricopardo 896', de hábito de crescimento indeterminado e grãos de cor parda. As sementes das gerações F_1 e F_2 e dos retrocruzamentos com ambos os pais foram obtidas dos seguintes cruzamentos: 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896' e 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'.

Foram conduzidos dois experimentos, colocados adjacientemente, em área de 378 m². Cada cruzamento constituiu um experimento. Cada experimento foi formado de 27 parcelas, sendo duas para cada progenitor, três para a geração F_1 , 10 para a geração F_2 e cinco para cada geração de retrocruzamento. Cada parcela foi formada por 50 plantas, em duas linhas de 5,0 m espaçadas de 0,70 m, com cinco plantas por metro.

Coletaram-se os seguintes dados em plantas individuais: número de vagens por planta, número médio de sementes por vagem, peso médio de 100 sementes e produção de grãos por planta.

Para as estimativas das herdabilidades no sentido restrito, utilizou-se o mé-

tudo esboçado por MATHER (8), usado por WARNER (11) e apresentado por ALLARD (1), segundo o qual

$$H_r = \frac{(1/2)D}{\sigma^2 F_2}, \text{ em que}$$

H_r = herdabilidade no sentido restrito (para plantas individuais);

$(1/2)D$ = variância aditiva entre plantas;

$\sigma^2 F_2$ = variância fenotípica entre plantas na geração F_2 .

As correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente foram obtidas por meio da seguinte fórmula:

$$r = \frac{\text{Cov (x, y)}}{\sqrt{V_x \cdot V_y}}, \text{ em que}$$

r = coeficiente de correlação;

Cov (x, y) = covariância dos caracteres x e y ;

V_x = variância do caráter x ;

V_y = variância do caráter y .

As variâncias fenotípicas foram obtidas da geração F_2 , as de ambiente das gerações paternas e F_1 e as genotípicas da diferença entre as variâncias fenotípicas e de ambiente. As covariâncias foram obtidas mediante a fórmula

$$\text{Cov (x, y)} = \frac{V(x + y) - V(x) - V(y)}{2}.$$

O desdobramento das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em efeitos diretos e indiretos sobre a produção foi feito por meio da análise dos coeficientes de trilha, desenvolvida por WRIGHT (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre a produção e cada um de seus componentes foram positivas nos dois cruzamentos, sendo as correlações entre a produção e o número de vagens por planta bem elevadas (Quadros 1 e 2). Esse resultado indica que o número de vagens por planta é de grande importância em melhoramento. Em sua maioria, as correlações entre os componentes de produção foram baixas e positivas. Nos dois cruzamentos, as correlações genotípicas entre a produção e o número de sementes por vagem foram altas (0,947 e 0,602 para os cruzamentos '40' x '896' e '53' x '896', respectivamente). Esse resultado indica que a seleção para aumento do número de sementes por vagem traz aumento de produção. As correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre a produção e o peso de 100 sementes foram baixas nos dois cruzamentos (Quadros 1 e 2). Conclui-se que o peso de 100 sementes, nessas populações, não serve como critério de seleção, visando ao aumento de rendimento.

De modo geral, as correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas para os mesmos pares de caracteres, indicando que a expressão fenotípica da as-

QUADRO 1 - Coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e de ambiente entre os quatro caracteres estudados no cruzamento 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896'

Caracteres	Correlações*	Caracteres		
		Nº de sementes por vagem	Peso de 100 sementes	Produção
Nº de vagens por planta	F	0,288	-0,025	0,880
	G	0,431	-0,103	0,806
	E	0,147	0,147	0,941
Nº de sementes por vagem	F		0,052	0,576
	G		0,087	0,947
	E		-0,005	0,565
Peso de 100 sementes	F			0,270
	G			0,269
	E			0,236

* F, G e E simbolizam correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, respectivamente.

QUADRO 2 - Coeficiente de correlação fenotípica, genotípica e de ambiente entre os quatro caracteres estudados no cruzamento 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'

Caracteres	Correlações*	Caracteres		
		Nº de sementes por vagem	Peso de 100 sementes	Produção
Nº de vagens por planta	F	0,317	0,266	0,929
	G	0,393	0,279	0,976
	E	0,260	0,273	0,919
Nº de sementes por vagem	F		0,147	0,516
	G		0,154	0,602
	E		0,143	0,476
Peso de 100 sementes	F			0,428
	G			0,498
	E			0,399

* F, G e E simbolizam correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, respectivamente.

sociação entre a maioria dos pares de caracteres é diminuída pelas influências do ambiente.

As correlações genotípicas da produção de sementes com número de vagens por planta, número médio de sementes por vagem e peso de 100 sementes resultaram, principalmente, dos efeitos diretos desses caracteres sobre a produção de sementes, nos dois cruzamentos (Quadros 3 e 4).

Em ambos os cruzamentos, o maior efeito direto positivo foi apresentado pelo número de vagens por planta e os efeitos indiretos foram pequenos; portanto, as altas correlações entre o número de vagens por planta e a produção de sementes podem ser explicadas pelos efeitos diretos do próprio número de vagens por planta.

As correlações fenotípicas entre produção de sementes e número médio de sementes por vagem, nos dois cruzamentos, se explicam pelos efeitos diretos do número médio de sementes por vagem e pelos efeitos indiretos, via número de vagens por planta.

Quanto às correlações fenotípicas entre a produção de sementes e o peso de 100 sementes, elas são explicadas pelo efeito direto do próprio peso de 100 sementes no cruzamento '40' x '896', ao passo que, no cruzamento '53' x '896', houve importante efeito indireto, via número de vagens por planta.

As estimativas das correlações genotípicas foram resultado de efeitos diretos positivos do número de vagens por planta, número médio de sementes por vagem e peso de 100 sementes sobre a produção de sementes, nos dois cruzamentos. No cruzamento '40' x '896', o maior efeito direto positivo foi apresentado pelo número de sementes por vagem, seguido do número de vagens por planta. O peso de 100 sementes apresentou o efeito menor. No cruzamento '53' x '896', o maior efeito direto positivo foi apresentado pelo número de vagens por planta, o que, basicamente, explica a alta correlação entre a produção de sementes e o número de vagens por planta.

As herdabilidades no sentido restrito foram baixas no cruzamento '40' x '896' (Quadro 5). No cruzamento '53' x '896', as herdabilidades do número de vagens por planta, número médio de sementes por vagem e produção de sementes foram de 0,615, 0,681 e 0,595, respectivamente. Esses resultados indicam que seleção eficiente desses caracteres é possível nessa população.

Pode-se esperar resposta indireta, em relação à produção de sementes, selecionando-se plantas com maior número de vagens e, ou, com maior número médio de sementes por vagem, no cruzamento '53' x '896', uma vez que esses dois caracteres correlacionaram-se positivamente com a produção de sementes (Quadro 2).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram estudadas as herdabilidades e as correlações do rendimento com seus componentes, nos cruzamentos de feijão 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896' e 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'.

As herdabilidades no sentido restrito do número médio de sementes por vagem, produção de sementes por planta e número de vagens por planta foram altas no cruzamento '53' x '896'. No outro cruzamento, entretanto, foram muito baixas. Nos dois cruzamentos, as mais altas correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente foram obtidas entre o número de vagens por planta e a produção por planta. A correlação fenotípica entre o número médio de sementes por vagem e a produção por planta foi alta nos dois cruzamentos. As correlações fenotípicas entre os outros componentes do rendimento foram baixas.

QUADRO 5 - Análise de trilha e desdobramento das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre produção de sementes (w), número de vagens por planta (x), número de sementes por vagem (y) e peso de 100 sementes (z) em efeitos diretos e indiretos no cruzamento 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896'

Tipo de ação	Correlações	
	Fenotípica	Genotípica Ambiente
Produção x número de vagens por planta:		
Efeito direto	0,789	0,534
Efeito indireto via nº de sementes por vagem	0,097	0,299
Efeito indireto via peso de 100 sementes	-0,006	-0,027
Correlação	0,880	0,806
Produção x número de sementes por vagem:		
Efeito direto	0,337	0,694
Efeito indireto via nº de vagens por planta	0,227	0,230
Efeito indireto via peso de 100 sementes	0,012	0,023
Correlação	0,576	0,947
Produção x peso de 100 sementes:		
Efeito direto	0,232	0,264
Efeito indireto via nº de vagens por planta	-0,019	-0,055
Efeito indireto via nº de sementes por vagem	0,017	0,060
Correlação	0,230	0,269
Efeito residual	0,241	*
R_w^2 (x, y, z)	0,942	1,158
R_{wi}^2	0,058	-0,158

* Resultado não computado, porquanto o valor de R_{wi}^2 foi negativo.

QUADRO 4 - Análise de trilha e desdobramento das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre produção de sementes (w), número de vagens por planta (x), número de sementes por vagem (y) e peso de 100 sementes (z) em efeitos diretos e indiretos no cruzamento 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'.

Tipo de ação	Correlações		
	Fenotípica	Genotípica	Ambiente
Produção x n° vagens por planta:			
Efeito direto	0,807	0,814	0,817
Efeito indireto via n° sementes por vagem	0,074	0,097	0,064
Efeito indireto via peso de 100 sementes	0,048	0,065	0,038
Correlação	0,929	0,976	0,919
Produção x n° de sementes por vagem:			
Efeito direto	0,234	0,247	0,243
Efeito indireto via n° de vagens por planta	0,256	0,320	0,212
Efeito indireto via peso de 100 sementes	0,026	0,035	0,021
Correlação	0,516	0,602	0,476
Produção x peso de 100 sementes:			
Efeito direto	0,179	0,233	0,142
Efeito indireto via n° de vagens por planta	0,215	0,227	0,223
Efeito indireto via n° sementes por vagem	0,034	0,038	0,034
Correlação	0,428	0,498	0,399
Efeito residual	0,230	*	0,277
$R^2_{W(x, y, z)}$	0,947	1,059	0,923
$R^2_{W_i}$	0,053	-0,059	0,077

* Resultado não computado, porquanto o valor de $R^2_{W_i}$ foi negativo.

QUADRO 5 - Herdabilidades no sentido restrito dos quatro caracteres estudados nos cruzamentos 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896' e 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'

Cruzamento	Caracteres			
	Nº de vagens por planta	Nº de sementes por vagem	Peso de 100 sementes	Produção
'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896'	-0,421	0,067	0,380	-0,870
'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'	0,615	0,681	0,130	0,595

A análise dos coeficientes de trilha mostrou que o maior efeito direto genotípico na produção de sementes foi causado pelo número de vagens por planta, no cruzamento '53' x '896', ao passo que, no cruzamento '40' x '896', foi causado pelo número médio de sementes por vagem. O peso de 100 sementes apresentou menor efeito direto genotípico sobre a produção, nos dois cruzamentos.

5. SUMMARY

(HERITABILITY AND CORRELATION OF YIELD COMPONENTS IN TWO CROSSES OF FIELD BEANS)

Heritabilities and correlation coefficients between yield and the yield components were calculated in two *Phaseolus vulgaris* crosses: 'Preto Sessenta Dias 40' x 'Ricopardo 896' and 'Preto Sessenta Dias 53' x 'Ricopardo 896'.

Strict sense heritability estimates for mean number of seeds per pod, yield per plant, and number of pods per plant were high in the cross 53 x 896. In the cross 40 x 896, however, heritability estimates were very low. In both crosses, the highest phenotypic, genotypic, and environmental correlations were between number of pods per plant and yield per plant. Phenotypic correlations between mean number of seeds per pod and yield per plant were high in both crosses. Phenotypic correlations among yield components were low in both crosses.

Path coefficient analysis showed that, in the cross 53 x 896, the highest direct genotypic effect on yield was caused by number of pods per plant, while, in the cross 40 x 896, it was caused by mean number of seeds per pod. In both crosses, mean seed weight had the lowest direct genotypic effect on yield.

6. LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R.W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. Rio de Janeiro, USAID, Edgard Blucher, 1971. 381 p.

2. CHUNG, J.H. & GOUDEN, D.S. Yield components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown at different plant densities. *N.Z. J. Agric. Res.*, 14:227-234. 1971.
3. CHUNG, J.H. & STEVENSON, E. Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. *N.Z. J. Agric. Res.*, 16:223-231. 1973.
4. COYNE, D.P. Correlation, heritability, and selection of yield components in field beans, *Phaseolus vulgaris* L. *Proc. Americ. Soc. Hort. Sci.*, 93:388-396. 1968.
5. DENIS, J.C. Estimación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Correlaciones fenotípicas y genotípicas entre estos caracteres. Turrialba, IICA, 1967. 46 p. (Tese M.S.). In: Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, CIAT — Centro de Información de Frijol, 1977, v. 1. p. 522-523.
6. DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop. Sci.* 12: 579-582. 1972.
7. GONÇALVES, M.C. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, Universidade Federal, 1979. 42 p. (Tese de M.S.).
8. MATHER, K. *Biometrical genetics*. London, Methuen & Co. Ltd., 1949. 162 p.
9. PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Turrialba, 26:126-131. 1976.
10. RAMALHO, M.A.P.; BASTOS, A.L.A. de & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Prática*, 3:63-70. 1979.
11. WARNER, J.N. A method for estimating heritability. *Agron. J.*, 44:427-430. 1952.
12. WRIGHT, S. Correlation and causation. *J. Agr. Res.*, 20:557-585. 1921.