

CAUSAS GENÉTICAS DAS CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES DO FEIJOEIRO AVALIADOS NO INVERNO¹

Maria Amélia Gava Ferrão²
Clibas Vieira³
Cosme Damião Cruz⁴
Antônio Américo Cardoso³

RESUMO

O trabalho teve como objetivo analisar a associação entre os principais caracteres do feijoeiro avaliados em condições de baixas temperaturas, por meio das correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais. Foram utilizados sete progenitores e 12 combinações híbridas nas gerações F₁, F₂ e F₃ provenientes de um dialelo parcial, envolvendo quatro progenitores tolerantes ao frio e três comerciais. Os materiais genéticos foram avaliados em quatro experimentos, nos invernos de 1995 e 1996, em Coimbra, MG. Foram constatadas associações entre as características atribuídas à ligação fatorial, que é considerada causa temporária, de tal forma que a magnitude da correlação é diminuída com o avanço de gerações, em razão da ocorrência de recombinações gênicas (por ex., dias para florescimento e rendimento de grãos). Também, constataram-se associações determinadas predominantemente por genes de efeitos pleiotrópicos, em que magnitude e sinal da correlação permaneceram praticamente inalterados com o avanço de gerações ou com a mudança das condições ambientais (por ex., peso das sementes e rendimento de grãos). Por fim, verificou-se que o ambiente, determinado neste estudo por fatores atribuídos à temperatura, afeta a expressão gênica e, conseqüentemente, altera as associações entre caracteres (por ex., número de vagens por planta e rendimento de grãos).

Palavras-chaves: *Phaseolus vulgaris*, cultivares, baixas temperaturas.

¹ Aceito para publicação em 16.07.2001. Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do título de "Doctor Scientiae" em Genética e Melhoramento.

² Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER. BR 262, KM 94. 29375-000, Venda Nova do Imigrante, ES. crdrcserrano@incaper.es.gov.br.

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

⁴ Departamento de Biologia Geral da UFV, 36571-000 Viçosa, MG.

ABSTRACT

GENETIC CAUSES OF CORRELATIONS AMONG DRY BEAN PLANT CHARACTERISTICS UNDER WINTER CONDITIONS

The aim of this work was to analyse possible associations among main characteristics of the common bean under winter conditions. Genotypic, phenotypic and environmental correlations were used. Seven parents and 12 hybrid combinations (F_1 , F_2 and F_3 generations) were utilized, involving four parents with cold tolerance and three commercial varieties. They were evaluated in four experiments, during the winter of 1995 and 1996, in Coimbra, Minas Gerais, Brazil. Associations were found among characteristics attributed to factorial linkage, which is considered a temporary cause, in such a way that the correlation magnitude decreases with the generations' advance, because of genetic recombinations. (e. g., days to flower and seed yield). Associations determined predominantly by genes of pleiotropic effects were also found, where the correlation magnitude and sign remained practically unaltered with generations' advance or with change under environmental conditions (e. g., seed weight and seed yield). Finally, it was verified that environment, i. e., temperature, effects expression and, consequently, the association among characteristics (e. g., number of pods per plant and seed yield).

Key words: *Phaseolus vulgaris*, cultivars, low temperatures.

INTRODUÇÃO

O estudo das correlações entre caracteres, em relação a uma população-base ou a um grupo de populações, é de grande importância nos programas de melhoramento, pois permite o conhecimento prévio da existência de associações desfavoráveis entre as características, sendo possível, assim, escolher métodos de seleção adequados. As correlações são utilizadas, também, como ferramenta auxiliar em estudos que visam reduzir o número de características a serem utilizadas em análises, principalmente nos estudos de divergência genética, em que as características redundantes são consideradas dispensáveis. Desse modo, a estimação das correlações genética, fenotípica e ambiental tem sido de grande interesse, pois permite avaliar a associação entre dois caracteres e, assim, conduzir o melhoramento genético de modo mais eficiente, considerando vários caracteres, concomitantemente (5).

Este trabalho objetiva analisar a associação entre os principais caracteres de feijoeiros avaliados em condições de baixas temperaturas, por meio das correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se 12 combinações híbridas de feijoeiro nas gerações F_1 , F_2 e F_3 , de um dialelo parcial, obtidas por meio de cruzamentos artificiais, e sete genitores. Nos cruzamentos foram utilizados dois grupos de

cultivares de feijão, sendo o grupo 1 formado pelos cultivares que se adaptam bem às condições de inverno (Vermelho 2157, Ouro Negro, Antióquia 8 e Ricopardo 896), identificados por Vieira et al. (6), e o grupo 2 pelos cultivares comerciais EMCAPA 404–Serrano, Carioca e EMCAPA 405 – Goytacazes.

Os materiais genéticos foram avaliados em quatro experimentos nos invernos de 1995 e 1996, em Coimbra, MG, conforme descrito a seguir: Ensaio 1 - F₁/1995: geração F₁ e progenitores; Ensaio 2 - F₂/1995: geração F₂ e progenitores; Ensaio 3 - F₂/1996: geração F₂ e progenitores; e Ensaio 4 - F₃/1996: geração F₃ e progenitores.

Os experimentos foram instalados em blocos ao acaso. No ano de 1995, o plantio nos ensaios 1 e 2 foi realizado em 05 de maio e a colheita, entre 14 e 25 de agosto. No ensaio 1, utilizaram-se três repetições e parcelas constituídas de uma linha de 1,0 m de comprimento; o ensaio 2 foi instalado com seis repetições e parcelas de duas linhas de 5,0 m de comprimento. Em 1996, os ensaios 3 e 4 foram instalados em 20 de maio, com quatro repetições e parcelas constituídas de duas linhas de 5,0 m de comprimento. A colheita foi realizada entre 17 de setembro e 07 de outubro. Nos quatro ensaios utilizaram-se bordaduras externas. Na colheita, eliminou-se 0,25 m das extremidades de cada parcela.

Nos quatro ensaios, utilizaram-se na adubação de plantio 600 kg/ha do formulado 4-14-8 e, em cobertura, 100 kg/ha de sulfato de amônia, aplicados aos 30 dias após o plantio. Os tratamentos culturais, a irrigação e o controle de pragas e doenças foram feitos de acordo com as necessidades da cultura.

Os caracteres avaliados foram número de dias para emergência (EMERG), florescimento (FLOR) e maturação (MAT), número de vagens/parcela, expresso em área de 4,5 m² (NVP), número de sementes/vagem (NSV), peso de 100 sementes, expresso em g (PCS), e rendimento de grãos/ha, expresso em kg/ha (RGH).

Os dados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância, seguida da estimação de parâmetros genéticos e ambientais, considerando-se os efeitos de tratamentos como fixos.

Considerando-se duas características, X e Y, inicialmente foram feitas as análises de variância individuais de cada uma, seguidas da análise da soma dos valores de X e Y, de tal forma que as co-variâncias, ou produtos médios (PM), de cada fonte de variação pudessem ser estimadas.

Na análise de correlações, procura-se determinar o grau de relacionamento entre duas variáveis. As correlações entre dois caracteres podem ser fenotípicas, genotípicas e ambientais. A estimação dessas correlações entre os caracteres foi feita com base nas expressões seguintes:

a) Correlação fenotípica

$$r_f = \frac{PMG_{XY}}{\sqrt{QMG_X QMG_Y}}$$

b) Correlação genotípica

$$r_g = \frac{\hat{\Phi}g_{XY}}{\sqrt{\hat{\Phi}g_X \hat{\Phi}g_Y}}$$

c) Correlação ambiental

$$r_e = \frac{PMR_{XY}}{\sqrt{QMR_X QMR_Y}}$$

em que PMG e QMG são o produto médio entre os caracteres X e Y e o quadrado médio do caráter X ou Y, respectivamente, associado a tratamentos; PMR e QMR são o produto médio entre os caracteres X e Y e o quadrado médio do caráter X ou Y, respectivamente, associado ao resíduo; e $\hat{\phi}g_{xy}$, $\hat{\phi}g_x$ e $\hat{\phi}g_y$ são os estimadores da covariância genotípica entre os caracteres X e Y, da variância genotípica de X e de Y, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1 a 4 estão apresentadas as estimativas das correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre as características avaliadas nos ensaios 1, 2, 3 e 4, conduzidos em 1995 e 1996.

De modo geral, as magnitudes dos coeficientes de correlação genotípica tenderam a superar as das correlações fenotípicas, indicando que os fatores genéticos têm maior influência na determinação das correlações que os de ambiente. Em vários caracteres, as correlações ambientais apresentaram, em relação às genotípicas e às fenotípicas, diferenças de magnitude e de sinal. Diferenças de sinal indicam que a seleção direta, fundada nos coeficientes de correlação genética, pode ser prejudicada pela ação diferencial do ambiente sobre as variáveis envolvidas, podendo favorecer uma e desfavorecer outra. Segundo Falconer (2), quando esses coeficientes exibem o mesmo sinal, as variações genéticas e de ambiente são influenciadas pelos mesmos mecanismos fisiológicos. Segundo esse autor, o ambiente é causa de correlação quando dois caracteres estão influenciados pelas mesmas

variações ambientais. Observou-se que, na maioria das combinações, a correlação de ambiente foi baixa.

Verificou-se que as magnitudes dos coeficientes de correlação genotípica entre RGH e as demais características foram baixas (menores de 0,7), exceto na associação com FLOR no dialelo com as gerações F₁/1995 e com PCS no dialelo com as gerações F₃/1996.

No ano de 1996, quando as temperaturas foram baixas no período de formação de vagens, no dialelo com as gerações F₂, o principal componente de produção, NVP, apresentou correlação genotípica negativa

QUADRO 1 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_e) correspondentes às combinações de seis caracteres de feijão avaliados do dialelo parcial envolvendo progenitores e híbridos F₁. Coimbra, 1995

Caracteres ^{1/}		MAT	NSV	NVP	PCS	RGH
FLOR	r_f	-0,097	-0,228	-0,078	-0,242	-0,432
	r_g	-0,217	0,267	-0,237	-0,320	-0,711
	r_e	0,325	-0,109	0,325	0,010	0,303
MAT	r_f		-0,686	0,164	0,584	0,453
	r_g		-0,780	0,233	0,878	0,505
	r_e		-0,256	0,035	-0,089	0,268
NSV	r_f			-0,369	-0,099	-0,177
	r_g			-0,421	-0,189	-0,268
	r_e			-0,205	0,212	0,131
NVP	r_f				-0,099	0,482
	r_g				-0,189	0,376
	r_e				0,212	0,776
PCS	r_f					0,481
	r_g					0,526
	r_e					0,390

^{1/} FLOR = dias para florescimento, MAT = dias para maturação, NSV = número de sementes/vagem, NVP = número de vagens/parcela, PCS = peso de 100 sementes (g) e RGH = rendimento de grãos em kg/ha.

QUADRO 2 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_e) correspondentes às combinações de seis caracteres de feijão avaliados do dialelo parcial envolvendo progenitores e combinações híbridas na geração F_2 . Coimbra, 1995

Caracteres ^{1/}		MAT	NSV	NVP	PCS	RGH
FLOR	r_f	0,33	0,221	-0,662	0,129	-0,517
	r_g	0,36	-0,247	-0,701	0,137	-0,555
	r_e	0,07	0,025	-0,032	-0,071	0,085
MAT	r_f		-0,721	-0,392	0,612	-0,180
	r_g		-0,917	-0,431	0,672	-0,238
	r_e		0,340	-0,137	0,132	0,261
NSV	r_f			0,232	-0,498	0,201
	r_g			0,299	-0,548	0,201
	r_e			-0,364	0,077	0,217
NVP	r_f				-0,409	0,505
	r_g				-0,434	0,503
	r_e				0,122	0,537
PCS	r_f					0,414
	r_g					0,423
	r_e					0,262

^{1/} FLOR = dias para florescimento, MAT = dias para maturação, NSV = número de sementes/vagem, NVP = número de vagens/parcela, PCS = peso de 100 sementes (g) e RGH = rendimento de grãos em kg/ha.

QUADRO 3 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_e) correspondentes às combinações de sete caracteres de feijão avaliados do dialelo parcial envolvendo progenitores e combinações híbridas na geração F₂. Coimbra, 1996

Caracteres ^{1/}		FLOR	MAT	NSV	NVP	PCS	RGH
EMERG	r_f	-0,012	0,443	-0,014	-0,631	0,399	-0,223
	r_g	-0,002	0,462	0,007	-0,723	0,405	-0,315
	r_e	-0,167	0,105	-0,168	-0,066	0,336	0,116
FLOR	r_f		0,452	-0,259	-0,321	0,348	-0,113
	r_g		0,483	-0,301	-0,364	0,356	-0,168
	r_e		-0,244	0,025	-0,044	0,164	-0,027
MAT	r_f			-0,681	-0,436	0,748	0,079
	r_g			-0,774	-0,518	0,768	0,061
	r_e			0,016	0,237	0,024	0,290
NSV	r_f				-0,001	-0,497	0,101
	r_g				0,095	-0,546	0,207
	r_e				-0,387	-0,199	-0,062
NVP	r_f					-0,708	-0,001
	r_g					-0,815	-0,480
	r_e					0,192	0,838
PCS	r_f						0,404
	r_g						0,578
	r_e						0,214

^{1/} EMERG = dias para emergência, FLOR = dias para florescimento, MAT = dias para maturação, NSV = número de sementes/vagem, NVP = número de vagens/parcela, PCS = peso de 100 sementes (g) e RGH = rendimento de grãos em kg/ha.

QUADRO 4 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_e) correspondentes às combinações de sete caracteres de feijão avaliados do dialelo parcial envolvendo progenitores e combinações híbridas na geração F_3 . Coimbra, 1996

Caracteres ^{1/}		FLOR	MAT	NSV	NVP	PCS	RGH
EMERG	r_f	0,268	0,295	-0,075	-0,305	0,345	0,315
	r_g	0,336	0,344	-0,093	-0,399	0,378	0,453
	r_e	-0,278	-0,072	0,041	0,083	0,110	0,012
FLOR	r_f		0,430	-0,447	-0,494	0,399	-0,228
	r_g		0,455	-0,485	-0,534	0,417	-0,247
	r_e		0,023	0,001	-0,300	-0,080	-0,294
MAT	r_f			-0,725	-0,136	0,576	0,280
	r_g			-0,775	-0,173	0,596	0,365
	r_e			-0,148	0,123	0,064	0,068
NSV	r_f				0,107	-0,773	-0,313
	r_g				0,195	-0,818	-0,493
	r_e				-0,397	-0,098	0,201
NVP	r_f					-0,431	0,357
	r_g					-0,471	0,272
	r_e					0,057	0,584
PCS	r_f						0,538
	r_g						0,701
	r_e						0,584

^{1/} EMERG = dias para emergência, FLOR = dias para florescimento, MAT = dias para maturação, NSV = número de sementes/vagem, NVP = número de vagens/parcela, PCS = peso de 100 sementes (g) e RGH = rendimento de grãos em kg/ha.

com RGH (-0,480) e PCS (-0,815) e de ambiente elevada (0,838) com RGH. É importante considerar que, no ano de 1995, em que o frio foi mais ameno, RGH correlacionou-se, genotipicamente de forma positiva, com os componentes de produção, salvo com NSV no dialelo com os híbridos F_1 .

Coefficientes de correlação genotípica com maiores magnitudes foram obtidos nas seguintes combinações: FLOR com RGH (-0,711) e MAT com NSV (-0,780) e com PCS (0,878), no experimento com híbridos F_1 , em 1995; FLOR com NSP (-0,701) e MAT com NSV (-0,917) e com PCS (0,672), no experimento com gerações F_2 , em 1995; EMERG com NVP (-0,723), MAT com NSV (-0,774) e com NVP (0,768) e NVP com

PCS (-0,815), no experimento com gerações F_2 , em 1996; e MAT com NSV (-0,775) e PCS com NSV (-0,818) e com RGH (0,701), no experimento com gerações F_3 , em 1996. Tais resultados demonstram que, nos quatro ensaios, MAT correlacionou-se negativamente com NSV, indicando que os materiais mais tardios apresentaram menor número de sementes/vagem. Esse resultado pode ser atribuído à utilização do cultivar Antióquia 8 nos cruzamentos, o qual sobressaiu entre os progenitores, com o maior ciclo e o menor número de sementes/vagem.

Segundo Ramalho et al. (3), as estimativas de correlação entre os componentes primários da produção, relacionados na literatura, variam amplamente. O número de vagens/planta é o componente com maior participação na produção de grãos, em razão de as correlações genéticas e fenotípicas entre os dois caracteres serem positivas e quase sempre elevadas. Porém, num programa de melhoramento, como a herdabilidade do número de vagens/planta é, em geral, maior que a da produtividade, o primeiro caráter é o que apresenta maior potencial a ser utilizado no processo seletivo, visando ao aumento na produtividade de grãos. No entanto, é comum o relato de correlações negativas entre os componentes de produção, particularmente em condições de estresse ambiental, as quais podem ou não permitir a expressão genética máxima de cada componente (1).

Em estudo de mesma ordem, Singh (4) verificou que a correlação entre os caracteres número de vagens/planta e número de sementes/vagem é positivamente correlacionada com a produção de grãos, enquanto o peso de 100 sementes apresenta comumente correlação negativa com a produção e com os outros componentes primários.

No presente trabalho, a estimativa de correlação positiva entre rendimento de grãos e peso de 100 sementes encontrada nos quatro ensaios pode ter sido devida à utilização do progenitor Antióquia 8, que possui sementes de tamanho grande e se destacou entre os materiais de maior média de rendimento de grãos.

Algumas associações entre as características foram atribuídas à ligação fatorial, uma vez que o sinal da correlação permaneceu o mesmo nas várias gerações, porém a magnitude foi decrescente. Tal fato ocorre entre dias para florescimento e rendimento de grãos.

O ambiente é fator fundamental na expressão gênica e, conseqüentemente, afeta a correlação genética entre caracteres. Assim, a correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento de grãos foi positiva na geração F_2 em condições de frio mais ameno e negativa em condições mais frias.

Em alguns casos, a correlação genotípica apresentou valor consistente nas diversas gerações e condições ambientais, demonstrando ser estabelecida por efeitos predominantemente pleiotrópicos. Tal fato foi

verificado na associação entre peso de 100 sementes e rendimento de grãos. As características dias para maturação e para florescimento também apresentaram correlação positiva e de magnitude entre 0,36 a 0,48, exceto na geração F_1 , cujo valor da correlação foi negativo.

CONCLUSÕES

1) O rendimento de grãos correlaciona-se principalmente com o número de vagens por área e peso das sementes.

2) O rendimento de grãos apresenta associação negativa com dias para o florescimento.

3) É possível distinguir as causas genéticas das correlações entre caracteres a partir de ensaios realizados em diferentes ambientes e com distintas gerações de segregação.

REFERÊNCIAS

1. ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Crop Science*, 7: 505 - 10, 1967.
2. FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, UFV, 1981. 279 p.
3. RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & ZIMMERMANN, M.J. de O. Genética quantitativa em plantas autógamas - Aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, UFG, 1993. 271p.
4. SINGH, S.P. Breeding for seed yield. In: Van Schoonhoven, A. & Voysest, O. (eds.). *Common beans - Research for crop improvement*. Wallingford, C.A.B. International, 1991. p. 383 - 443.
5. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Paterniani, E. & Viégas, G.P. (eds.). *Melhoramento e produção do milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.137 - 214.
6. VIEIRA, C.; ARANTES, H.A .G.; CRUZ, C.D. & ARAUJO, G.A. de A. Triagem de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em busca de fontes de tolerância à baixa temperatura. *Ciênc. e Prát.*, 18: 295 - 305, 1994.