

CORRELAÇÕES GENÉTICAS DE CARACTERES AGROMORFOLÓGICOS E SUAS IMPLICAÇÕES NA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO CARIOCA

RIBEIRO, Nerinéia D.; MELLO, Rodrigo M.; DALLA COSTA, Rafael, SLUSZZ, Thaisy

Depto de Fitotecnia, CCR/UFMS. 97105-900. Santa Maria, RS.E-mail: nerineia@ccr.ufsm.br
(Recebido para publicação em 21/04/2001)

RESUMO

Foram avaliados, em dois anos agrícolas, noventa genótipos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) a fim de (1) estimar as correlações genéticas entre a produtividade de grãos e caracteres agromorfológicos de interesse na seleção de genótipos; (2) identificar os caracteres que evidenciam os maiores efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento de grãos de feijoeiro. Considerando as estimativas dos coeficientes de correlação genéticas obtidas, pode-se inferir que o maior potencial de rendimento de grãos, em feijão carioca, está associado com maior número de grãos e legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 100 grãos, bem como menor ciclo cultural e altura de inserção de legume inferior. Os resultados mostram que apenas a utilização de correlações simples é pouco informativa para o estudo dos graus de associação e inter-relações do rendimento de grãos com outros caracteres agromorfológicos importantes para a seleção de plantas superiores em feijão carioca. Dessa forma, a análise de trilha colabora para uma interpretação mais consistente dos resultados. Assim, pode-se concluir que os caracteres número de grãos e legumes por planta, e número de grãos por legume, têm maior correlação genética com rendimento de grãos, devendo ser priorizados na seleção indireta em feijão carioca. Os maiores efeitos diretos sobre o rendimento de grãos estão relacionados a plantas com maior número de grãos por planta.

Palavras-chave: seleção indireta, melhoramento vegetal, rendimento de grãos.

ABSTRACT

GENETIC CORRELATIONS OF MORPHO-AGRONOMIC CHARACTERS AND IMPLICATIONS IN THE SELECTION OF CARIOCA BEAN GENOTYPES. Ninety carioca bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) were evaluated in two seasons, with the objectives of (1) estimating the genetic correlations between grain yield and morpho-agronomic characters important for the selection of genotypes; (2) identifying the characters that show the highest direct and indirect effects on grain yield. Considering the estimation of the genetic correlations it can be said that the higher yield potential of the carioca bean is associated to a higher number of grains and pods per plant, number of grains per pod and weight of 100 grains, but a smaller cycle, high in insertion of the lowest pods. Results show that a simple correlation is not enough information to study the association and interrelation of grain yield with other morpho-agronomic traits important for the selection of superior plants of carioca bean. In this way, the analysis of the track helps to interpret the results. Therefore, it can be concluded that the trait number of grains and pods per plant, and number of grains per pod have higher genetic correlations with grain yield, which should be prioritized in the indirect selection in carioca bean. The highest direct effects on the grain yield are associated to plants with the best number of grains per plant.

Key words: indirect selection, crop breeding, grain yield.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma das Fabaceas mais importantes do Sul do Brasil, ocupando uma considerável área cultivada e contando com bom volume de produção de grãos. Entretanto,

baixos índices de rendimento de grãos, cerca de 691kg/ha (IBGE, 1999), são observados.

O aumento da produtividade tem sido trabalhado exaustivamente nos programas de melhoramento do feijoeiro no Brasil, só que, em muitos desses, de forma quase empírica (SANTOS et al., 1985). Com a lei número 9.456, de 25/04/1997, que institui o direito de proteção de cultivares (BRASIL, 1998), o processo de desenvolvimento de cultivares passa por profundas mudanças. Nesse sentido, novas técnicas de melhoramento e/ou de análise deverão ser empregados, a fim de tornar os programas mais eficientes para atender a atual exigência de mercado.

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente se a seleção de um deles é dificultada, em razão da baixa herdabilidade ou de problemas de mensuração e identificação (CRUZ & REGAZZI, 1997). Também, quando a seleção com base em um caráter resultar em alterações em outros correlacionados. Como num programa de melhoramento, geralmente, se objetiva selecionar vários caracteres simultaneamente, o conhecimento das correlações genéticas auxilia na escolha de procedimentos mais adequados (SANTOS & VENCOVSKY, 1986b).

A correlação fenotípica mede o grau de associação de dois caracteres provenientes dos efeitos genético e ambiental, sendo este o principal responsável pela correlação de caracteres de baixa herdabilidade, como o rendimento de grãos, por exemplo (FALCONER, 1987). Já a correlação genética é responsável pela fração herdável dos genitores para a prole (COIMBRA et al., 2000), e é causada, principalmente, pela pleiotropia, sendo por isso utilizada na orientação da estratégia de melhoramento. Se dois caracteres apresentam correlação genética significativa, é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta. Em alguns casos, a seleção indireta, com base na resposta correlacionada, pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção direta do caráter desejado (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Estimativas de correlações fenotípicas e genéticas envolvendo a produção de grãos de feijoeiro, componentes do rendimento e outros caracteres de importância podem ser encontrados em vários artigos (SANTOS & VENCOVSKY, 1986a; SANTOS & VENCOVSKY, 1986b; SANTOS et al., 1986; PETERNELLI et al., 1994; COIMBRA et al., 1998a; COIMBRA et al., 1998b; COIMBRA et al., 1999a; COIMBRA et al., 1999b; COIMBRA et al., 2000). Entretanto, para um mesmo caráter, pode ser encontrada estimativa de valor positivo, negativo ou nulo. Isso pode ser explicado pelo fato de que essas correlações terem sido estimadas em diferentes genótipos e ambientes, com a utilização de metodologias diferenciadas. Em vista disso, havendo possibilidade, novas correlações devem ser estimadas para auxiliar na condução de um programa de melhoramento (SANTOS & VENCOVSKY, 1986b).

A utilização dos coeficientes de correlação possui relevância para a quantificação da associabilidade entre duas variáveis. Entretanto, quando são analisadas as relações entre

um caráter de natureza complexa, como o rendimento de grãos por unidade de área e seus componentes, faz-se necessário, também, a obtenção dos efeitos diretos e indiretos de cada caráter sobre a variável básica. Assim, com a utilização da análise de trilha, pode-se fazer uma interpretação mais consistente (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Em vista disso, foram objetivos desse trabalho (1) estimar as correlações genéticas entre a produção de grãos e caracteres agromorfológicos de interesse na seleção de genótipos de feijão carioca; (2) identificar os caracteres que evidenciam os maiores efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento de grãos de feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/00, em solo da unidade de mapeamento de Santa Maria (Brunizem Hidromórfico). Em cada ano, o delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com duas repetições, e os tratamentos consistiram de 90 genótipos de feijão carioca (Tabela 1). No primeiro ano, as parcelas foram compostas de uma fileira de 5m de comprimento, espaçadas de 0,50m, e área útil de 2,5m². A semeadura foi realizada em 04/11/98, com densidade de 10 sementes por metro linear. No segundo ano agrícola, usaram-se parcelas compostas de duas fileiras de 3m de comprimento, espaçadas de 0,50m, e área útil de 3m². A semeadura foi em 27/10/99, e a densidade foi ajustada de acordo com os diferentes hábitos de crescimento dos genótipos (CEPEF, 2000).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional e as adubações na base e cobertura foram baseadas na análise química do solo, seguindo as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS, 1995).

O controle de insetos foi efetuado com aplicação de Metamidofós, na dose de 750ml.ha⁻¹, e a eliminação de plantas invasoras ocorreu mediante a aplicação do herbicida Fusilade (850ml.ha⁻¹) e do arranquio manual das remanescentes. Os tratos culturais e a irrigação foram realizados, sempre que necessário, de forma a não prejudicar o desenvolvimento normal da cultura. Não se fez o controle de moléstias, a fim de se verificar a ocorrência de patógenos nos genótipos.

Os caracteres agromorfológicos avaliados foram acamamento (ACA), nota geral de adaptação (NG), maturação de colheita (MC), ciclo cultural (CO), cor do tegumento dos grãos (COR), peso de 100 grãos (PCG), altura de inserção de legume inferior (ALI), altura de inserção de legume superior (ALS), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por legume (NGL) e rendimento de grãos (REND). As variáveis ACA e NG foram avaliadas por notas atribuídas por avaliadores, no estágio de maturação fisiológica, de acordo com a escala sugerida pelo CIAT (1987). A cor do tegumento dos grãos foi determinada logo após a colheita com um colorímetro, marca Minolta, modelo CR-310, através do sistema L – a – b. O eixo vertical 'L' avalia a claridade da cor da amostra, variando do preto ao branco; o eixo 'a', da cor verde ao vermelho; e o eixo 'b', da cor azul ao amarelo. Para o feijoeiro, importa a claridade dos grãos, razão pela qual foram apresentados apenas os valores 'L'.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, com teste de F em nível de 5% de probabilidade de

erro. Nesta análise, o efeito de genótipos foi considerado fixo e os efeitos de bloco e erro como sendo aleatórios. O efeito de blocos, neste caso, contém o efeito de ano e blocos dentro de ano, que não foi o objetivo de estudo. Para as estimativas dos coeficientes de correlação genética entre os caracteres avaliados, usaram-se os dados provenientes da análise da variância e da covariância, conforme descrevem CRUZ & REGAZZI (1997), mediante o uso do programa computacional GENES (CRUZ, 1997). Visando determinar os efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre a variável principal (REND) e, de posse da estimativa da matriz dos coeficientes de correlação genética, procedeu-se a análise de trilha (CRUZ & REGAZZI, 1997; CRUZ, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontra-se o resumo das análises da variância dos caracteres agromorfológicos estudados em noventa genótipos de feijão carioca. Para todos os caracteres, variâncias significativas entre os genótipos foram observadas em nível de 5% de probabilidade do erro. Isto possibilita uma maior confiança da qualidade das estimativas dos coeficientes de correlação entre os caracteres. Os resultados obtidos, também, evidenciam variabilidade genética para todos os caracteres envolvidos, demonstrando a disponibilidade de excelente fonte de germoplasma para futuros programas de hibridação controlada para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão carioca.

O número médio de cinco grãos por legume é um caráter condizente com os atuais objetivos dos programas de melhoramento genético de feijoeiro conduzido no país (SANTOS & VENCOVSKY, 1986b). O peso médio de 100 grãos foi igual a 21,09g e está dentro da média das cultivares de feijão carioca atualmente registradas para o cultivo no estado do Rio Grande do Sul (CEPEF, 2000). Com relação ao rendimento médio de grãos dos genótipos, este foi de 1.803kg.ha⁻¹ muito superior a média nacional que se situa em torno de 691kg.ha⁻¹ (IBGE, 1999).

A coloração clara do tegumento dos grãos (característico de feijão recém colhido) é um caráter de grande importância em programas de melhoramento de feijão carioca, pois quanto maior o valor de "L", maior será a claridade do tegumento dos grãos e, conseqüentemente, maior será a sua aceitação comercial. A cultivar Carioca, cor creme com estrias marrons, e valor de L = 53, serve de padrão (testemunha) para o desenvolvimento de novos genótipos (CARNEIRO et al., 2000). Nesse ensaio, observou-se valor médio de "L" igual a 54,51, o que indica a existência de muitos genótipos com coloração mais clara que a 'Carioca', ou seja, de valor comercial superior e que deverão ser utilizados como genitores para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão carioca com coloração clara de tegumento dos grãos.

Com relação às estimativas de correlação genética, observou-se variação de -0,999 a 0,860 (Tabela 3). O caráter NG apresentou uma alta correlação positiva com o ACA, mostrando que o menor grau de inclinação das plantas em relação ao solo, pode indicar melhor adaptação ao ambiente em questão. As correlações genéticas positivas mais elevadas, associadas ao caráter REND, foram as seguintes NGP (0,860), NGL (0,734) e NLP (0,635). Isso indica que esses caracteres são os de maior importância na seleção de genótipos de feijão carioca mais produtivos, através da utilização da seleção indireta. Pois, se dois ou mais caracteres apresentam correlação genética favorável, é possível alcançar

ganhos para um deles por meio da seleção indireta no outro associado.

Tabela 1. Hábito de crescimento (HC), peso de 100 grãos (PCG) e genealogia fornecidos pela Instituição de procedência de 90 genótipos de feijão carioca. Santa Maria, UFSM, 2000.

Nº.	Genótipo	HC*	PCG (g)	Genealogia**	Procedência
1	FT 91 - 3037	-	-	-	FT Sementes
2	Iapar 14	-	-	-	Iapar
3	FT 97 - 144	-	-	-	FT Sementes
4	Iapar 31	II	24,9	BAC 4/RAI 46//BAC 2/IGUAÇÚ/3/BAT/BAC 4	Iapar
5	R - 78	-	-	-	UFLA
6	FT 97 -23	-	-	-	FT Sementes
7	IAC – Carioca	-	-	-	IAC
8	CII – 299	-	-	-	UFLA
9	Esal 696	-	-	-	UFLA
10	R – 290	-	-	-	UFLA
11	BR IPA-11 Brigida	II	23,0	Rio Tibagi/Carioca // Carioca/Rio Tibagi	CNPAP
12	Akytã	II	21,6	DOR 41 x (10-3-1 . TU1R-2 . 10-9-1)	IAC
13	TPS Bonito	II	20,3	Iapar 14 x IAC Carioca	FT Sementes
14	Esal 695	-	-	-	UFLA
15	LH – 11	-	-	-	UFLA
16	CI - 107 – 5	-	-	-	UFLA
17	CII – 53	-	-	-	UFLA
18	R – 175	-	-	-	UFLA
19	FT 97 – 115	-	-	-	FT Sementes
20	LH – 1	-	-	-	UFLA
21	R – 244	-	-	-	UFLA
22	CII – 71	-	-	-	UFLA
23	FT 97 – 159	-	-	-	FT Sementes
24	FT 97 – 155	-	-	-	FT Sementes
25	CII – 244	-	-	-	UFLA
26	Iapar 72	III	26,0	<i>Phaseolus vulgaris</i> (cv.Carioca) / <i>P. coccineus</i>	Iapar
27	FT 97 – 175	-	-	-	FT Sementes
28	CII – 90	-	-	-	UFLA
29	LH – 2	-	-	-	UFLA
30	Carioca MG	II	18,0	Carioca 80 / Rio Tibagi	CNPAP
31	Iapar 57	II	24,5	Porrillo Sintético/Aeté 1-38 // Cena 83-1/ 3/ Iapar-BAC 32	Iapar
32	Iapar 80	-	-	[(A248/EMP 117)] // {[BAT 93/ (Carioca 99/ GN Nebraska # 27/ Sel Aroana)]}	Iapar
33	IAC Carioca Aruã	II/III	25,0	Cornell 49-242/ AB-136	IAC
34	FT 97 – 188	-	-	-	FT Sementes
35	CII – 328	-	-	-	UFLA
36	FT 97 – 124	-	-	-	FT Sementes
37	Cati – Taquari	-	-	-	IAC
38	FT 97 – 119	-	-	-	FT Sementes
39	CII – 43	-	-	-	UFLA
40	Esal 694	-	-	-	UFLA
41	FT 97 – 117	-	-	-	FT Sementes
42	ANPAT 8 –12	-	-	-	UFLA
43	CII – 281	-	-	-	UFLA
44	CII – 340	-	-	-	UFLA
45	Iapar 81	-	-	IAPAR BAC 38/MD 648//GF 3721/IAPAR BAC 25	Iapar
46	IAC Pyatã	II	25,5	DOR 41 / 10-3-1 . TU1R-2 . 10-9-1	IAC
47	CII – 54	-	-	-	UFLA
48	H - 4 – 5	-	-	-	UFLA

TABELA 1 - Continuação

Nº	Genótipo	HC*	PCG (g)	Genealogia**	Procedência
49	Goytacazes	-	-	A 106 / A 63	CNPAF
50	Princesa	II	23,0	A-252 / BAT 1550	CNPAF
51	LH – 5	-	-	-	UFLA
52	Rudá	II/III	19,4	Carioca / Rio Tibagi	CNPAF
53	CII – 348	-	-	-	UFLA
54	17 - 4 – 32	-	-	-	UFLA
55	CII – 285	-	-	-	UFLA
56	CI 107 – 6	-	-	-	UFLA
57	LH – 8	-	-	-	UFLA
58	FT 91 – 4044	-	-	FT 86-134/BULK 20	FT Sementes
59	LH – 7	-	-	-	UFLA
60	FT 91 – 1535	-	-	-	FT Sementes
61	LH – 12	-	-	-	UFLA
62	CII – 122	-	-	-	UFLA
63	Pérola	II/III	27,0	Seleção Massal na cultivar Aporé	CNPAF
64	LH – 10	-	-	-	UFLA
65	Carioca	III	25,4	Seleção em cultivar local em São Paulo	IAC
66	FT 97 – 68	-	-	-	FT Sementes
67	FT 97 – 278	-	-	-	FT Sementes
68	FT 91 – 3037	-	-	-	FT Sementes
69	LH – 13	-	-	-	UFLA
70	FT 97 – 30	-	-	-	FT Sementes
71	FT 97 – 41	-	-	-	FT Sementes
72	LH – 9	-	-	-	UFLA
73	H – 4 - 10	-	-	-	UFLA
74	CII 164 – 3	-	-	-	UFLA
75	LH – 6	-	-	-	UFLA
76	Aporé	III	27,0	Carioca/México 168 // Carioca/Bat 76	CNPAF
77	CII 54	-	-	-	UFLA
78	Relav 37.19	-	-	-	UFLA
79	R – 102	-	-	-	UFLA
80	FT 91 – 3057	-	-	-	FT Sementes
81	FT 91 – 4067	-	-	-	FT Sementes
82	R – 110	-	-	-	UFLA
83	LH – 3	-	-	-	UFLA
84	CII – 74	-	-	-	UFLA
85	FT 206	II	21,3	-	FT Sementes
86	Esal 550	-	-	-	UFLA
87	CII 103	-	-	-	UFLA
88	CI 102	-	-	-	UFLA
89	Esal 693	I	19,0	Carioca TU / Linha 3272	UFLA
90	Carioca Precoce	-	-	-	CNPAF

* I: hábito de crescimento determinado; II: hábito de crescimento indeterminado com guias curtas; III: hábito de crescimento indeterminado com guias longas.

** /: cruzamento simples; //: cruzamento duplo.

TABELA 2 - Resumo das análises de variância dos doze caracteres agromorfológicos avaliados em 90 genótipos de feijão carioca. Santa Maria, UFSM, 2000.

Caracteres Agromorfológicos	Quadrados Médios			Média	C.V. (%)
	Blocos (GL=3)	Genótipos (GL=89)	Erro (GL=267)		
Acamamento	10,36	3,59*	1,76	4,28	31,00
Nota Geral	18,27	9,31*	3,54	5,68	33,16
Maturação de Colheita (dias)	4589,69	20,96*	11,80	81,05	4,24
Ciclo Cultural (dias)	2326,40	13,97*	5,97	85,59	2,86
Cor do Tegumento ('L')	430,12	19,41*	3,98	54,51	3,67
Rendimento de Grãos (kg.ha ⁻¹)	27579192	709926*	294312	1803	30,09
Peso de 100 Grãos (g)	385,17	27,35*	5,98	21,09	11,59
Alt. de Ins. de Legume Inferior (cm)	460,30	23,95*	9,90	12,49	25,20
Alt. de Ins. de Legume Superior (cm)	3597,25	181,67*	69,45	42,36	19,67
Nº. de Legumes por Planta	334,11	18,21*	12,98	12,79	28,17
Nº. de Grãos por Planta	13440,06	607,77*	379,12	63,95	30,45
Nº. de Grãos por Legume	0,91	1,09*	0,60	5,00	15,49

* Significativo pelo teste de F em nível de 5% de probabilidade de erro.

TABELA 3 - Coeficientes de correlações genéticas entre os 90 genótipos de feijão carioca para os caracteres agromorfológicos acamamento (ACA), nota geral de adaptação (NG), maturação de colheita (MC), ciclo cultural (CO), coloração do tegumento dos grãos (COR), rendimento de grãos (REND), peso de 100 grãos (PCG), altura de inserção de legume inferior (ALI) e superior (ALS), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por legume (NGL). Santa Maria, UFSM, 2000.

Caracteres	NG	MC	CO	COR	REND	PCG	ALI	ALS	NLP	NGP	NGL
ACA	0,841	0,346	0,106	0,227	-0,339	-0,311	0,505	0,125	-0,094	-0,130	-0,359
NG		-0,188	-0,204	0,278	0,150	-0,021	0,082	-0,022	0,435	0,429	0,106
MC			0,757	0,026	-0,831	-0,382	0,575	0,406	-0,999	-0,999	-0,381
CO				-0,096	-0,871	-0,590	0,732	0,610	-0,999	-0,998	-0,237
COR					0,069	0,149	-0,001	-0,266	0,201	0,025	-0,159
REND						0,472	-0,677	-0,257	0,635	0,860	0,734
PCG							-0,305	-0,218	0,056	-0,057	-0,144
ALI								0,713	-0,999	-0,745	0,192
ALS									-0,726	-0,342	0,540
NLP										0,810	0,316
NGP											0,775

TABELA 4 - Estimativas dos efeitos diretos (na diagonal) e indiretos dos efeitos genéticos de caracteres agromorfológicos acamamento (ACA), nota geral de adaptação (NG), ciclo cultural (CO), coloração do tegumento dos grãos (COR), peso de 100 grãos (PCG), altura de inserção de legume inferior (ALI) e superior (ALS), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por legume (NGL) sobre a variável rendimento de grãos em 90 genótipos de feijão carioca. Santa Maria, UFSM, 2000.

Caracteres	RENDIMENTO											Total
	ACA	NG	MC	CO	COR	PCG	ALI	ALS	NLP	NGP	NGL	
ACA	-0,598	0,388	0,117	-0,047	0,016	-0,063	-0,051	0,003	0,030	-0,086	-0,046	-0,339
NG	-0,503	0,461	-0,063	0,090	0,019	-0,004	-0,008	-0,001	-0,139	0,285	0,014	0,150
MC	-0,207	-0,087	0,337	-0,333	0,002	-0,077	-0,058	0,008	0,459	-0,827	-0,049	-0,831
CO	-0,064	-0,094	0,255	-0,439	-0,007	-0,119	-0,074	0,013	0,352	-0,663	-0,030	-0,871
COR	-0,136	0,128	0,009	0,042	0,069	0,030	0,001	-0,006	-0,064	0,017	-0,020	0,069
PCG	0,186	-0,010	-0,129	0,259	0,010	0,202	0,031	-0,005	-0,018	-0,038	-0,018	0,472
ALI	-0,302	0,038	0,194	-0,322	-0,001	-0,062	-0,102	0,015	0,335	-0,495	0,025	-0,677
ALS	-0,075	-0,010	0,137	-0,268	-0,018	-0,044	-0,073	0,021	0,231	-0,227	0,069	-0,257
NLP	0,056	0,201	-0,485	0,486	0,014	0,011	0,107	-0,015	-0,318	0,538	0,040	0,635
NGP	0,078	0,198	-0,419	0,439	0,002	-0,012	0,076	-0,008	-0,258	0,664	0,100	0,860
NGL	0,215	0,049	-0,128	0,104	-0,011	-0,029	-0,020	0,011	0,515	0,515	0,128	0,734

Segundo CRUZ & REGAZZI (1997), em alguns casos, é possível se obter progressos mais rápidos com a seleção indireta com base na resposta correlacionada, do que a seleção direta do caráter desejado. O caráter NLP tem sido destacado, em vários trabalhos, como o de maior influência direta sobre o rendimento de grãos (NIENHUIS & SINGH, 1986; PETERNELLI et al., 1994; SANTOS et al., 1986; COIMBRA et al., 1998a; COIMBRA et al., 1998b; COIMBRA et al., 1999b; COIMBRA et al., 2000).

A correlação obtida entre NGP e NLP é elevada (0,810), bem como a entre estas e REND, então a opção por NLP é mais vantajosa (por ser de mais fácil determinação a fim de proceder a seleção indireta em gerações segregantes de feijão carioca. Através disso, se poderá identificar as linhagens potencialmente mais produtivas, ainda em gerações iniciais (F3 ou F4), o que, normalmente, não é feito nos programas de melhoramento, devido ao tempo necessário até que as linhagens encontrem-se em homocigose (F6 a F8) para avaliar o rendimento de grãos. Somente nesse momento é que se descarta um grande número de linhagens que já poderiam ter sido eliminadas em gerações iniciais.

Com relação ao PCG, apesar deste ter apresentado uma correlação positiva com REND, essa foi de média magnitude (0,472). Resultado semelhante também já foi destacado em outros trabalhos (PETERNELLI et al., 1994; SANTOS et al., 1986), enquanto que, correlação negativa sobre a variável rendimento de grãos foi encontrada por NIENHUIS & SINGH (1986). Entretanto, outros autores têm constatado que o caráter PCG é um dos que mais contribui com o aumento do rendimento de grãos (COIMBRA et al., 1998a; COIMBRA et al., 1998b; COIMBRA et al., 1999a; COIMBRA et al., 1999b). A explicação provável para essas diferenças pode ser encontrada nos diferentes genótipos avaliados, nas diferenças de ambiente e de metodologias utilizadas.

Estimativas de correlação genéticas negativas com o caráter REND foram observadas para as variáveis MC (-0,831), CO (-0,871), ALI (-0,677) e ALS (-0,257). Esses baixos valores podem estar apontando efeitos do ambiente sobre estes caracteres.

Considerando as estimativas dos coeficientes obtidos de correlação genética, pode-se inferir que o maior potencial de rendimento de grãos em feijão carioca está associado com maior NGP, NGL, NLP e PCG bem como menor MC, CO, ALI e ALS. Quando um caráter correlacionar-se positivamente com alguns e negativamente com outros, há a sugestão de ter-se um cuidado adicional para esse fato, pois ao selecionar um determinado caráter, pode-se provocar mudanças indesejáveis em outros (CRUZ & REGAZZI, 1997). As correlações genéticas obtidas, no presente estudo, indicam que poderá ser difícil reunir caracteres como maior NGP, NLP, PCG, NGL, ALI e precocidade em feijão carioca. Desta forma, a análise de trilha poderá ajudar a superar essas dificuldades.

Os caracteres agromorfológicos NGP e NG evidenciam os maiores efeitos diretos positivos sobre a variável rendimento de grãos. Nota-se que muitas variáveis apresentaram efeitos indiretos baixos e outras, valores negativos. Contudo os resultados obtidos são concordantes com os apresentados por SANTOS et al. (1994), COIMBRA et al. (1998b) e COIMBRA et al. (1999b). A presença de efeitos indiretos negativos mostra a dificuldade que os melhoristas de feijão se defrontam para selecionar com base nos componentes primários do rendimento de grãos (MIRANDA et al., 1981).

As estimativas dos coeficientes de correlação entre REND com PCG e NGP são semelhantes aos respectivos efeitos diretos (em magnitude e sinal), então, segundo VENCOSKY & BARRIGA (1992) estas correlações explicam a verdadeira associação existente e, neste caso, a seleção

direta para obter maior PCG e NGP resulta, de forma eficiente, em genótipos de maior REND.

Por outro lado, os coeficientes de correlação entre REND com NLP e NGV são positivos e os efeitos diretos são negativos, ou próximos de zero. Nesses casos, as correlações dos caracteres NLP e NGL com REND são devidas aos efeitos indiretos dos demais caracteres (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Os resultados obtidos e discutidos evidenciam que apenas a utilização de correlações simples é pouco informativa para o estudo dos graus de associação e interação do rendimento de grãos com outros caracteres agromorfológicos importantes para a seleção de plantas superiores em feijão carioca. Desta forma, a análise de trilha colabora para uma interpretação mais consistente dos resultados, de acordo com VENCOVSKY & BARRIGA (1992), COIMBRA et al. (1998a) e COIMBRA et al. (1998b).

CONCLUSÕES

Os caracteres número de grãos e legumes por planta, e números de grãos por legume têm maior correlação genética com o rendimento de grãos, devendo ser priorizados na seleção indireta em feijão carioca.

Os maiores efeitos diretos sobre o rendimento de grãos em feijão carioca estão relacionados a plantas com maior número de grãos por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Legislação brasileira sobre proteção de cultivares. Brasília: MA/SDR/SNPC, 1998. 115 p.
- CARNEIRO, G.E.S.; SOARES, D.M.; COSTA, J.G.C. Resultados do ensaio Sul-Brasileiro de avaliação de linhagens de feijão nos anos 1997/98 e 1998/99. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 77 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 102).
- CEPEF. Feijão: recomendações técnicas para cultivo de feijão no Rio Grande do Sul. Santa Maria: Pallotti, 2000. 80 p.
- CIAT. Standard system for the evaluation of bean germplasm. Cali: CIAT, 1987. 54 p.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. Coeficiente de trilha, correlações canônicas e divergência genética: I. entre caracteres primários e secundários do rendimento de grãos em genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.189-194, 1998a.
- COIMBRA, J.L.M.; COIMBRA, S.M.M.; CARVALHO, F.I.F.; et al. Coeficiente de trilha, correlações canônicas e divergência genética: II. entre caracteres primários e fitossanitários em genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.195-201, 1998b.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. Parâmetros genéticos do rendimento de grãos e seus componentes com implicações na seleção indireta em genótipos de feijão preto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.1-6, 1999a.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; et al. Análise de trilha I – Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.213-218, 1999b.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; et al. Correlações canônicas: II – Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.31-35, 2000.
- CRUZ, C.D. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.
- FALCONER, D.S. Introdução à Genética Quantitativa. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1987. 279 p.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, 1999.
- JOBIM, C. I. P. Utilização de variáveis ambientais na análise da interação genótipo x ambiente em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Porto Alegre: UFRGS, 1990. 84p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós – Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MIRANDA, J. E.C.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata doce. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.4, p.881-904, 1988.
- NIENHUIS, J.; SINGH, S.P. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. **Crop Science**, Madison, v.26, n.1, p.21-27, 1986.
- PETERNELLI, L.A.; CARDOSO, A.A.; CRUZ, C.D. et al. Herdabilidade e correlações do rendimento do feijão e seus componentes primários, no monocultivo e no consórcio com o milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.235, p.306-316, 1994.
- ROLAS. Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3 ed. Passo Fundo: SBCS. 1995. 223 p.
- SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.9, p.957-963, 1986a.
- SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agrônômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Prática**, Lavras, v.103, n.3, p.265-272, 1986b.
- SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M.A.P. Controle genético da produção de grãos e de seus componentes primários em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.10, p.1203-1211, 1985.
- SANTOS, P.C.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C. et al. Herdabilidade e correlações do rendimento com seus componentes, em dois cruzamentos de feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.189, p.404-412, 1986.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 1992. 496 p.