

Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

Elba Honorato Ribeiro¹, Messias Gonzaga Pereira², Kenea de Souza Coelho³, Silvério de Paiva Freitas Júnior⁴

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos selecionar linhagens endogâmicas recombinantes (LER) superiores e estimar parâmetros genéticos em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Um total de 185 linhagens endogâmicas recombinantes (LER) e quatro testemunhas foram avaliadas quanto ao número de dias para florescimento, altura de inserção da primeira vagem, peso de mil grãos, produtividade e cor do tegumento dos grãos. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em Campos dos Goytacazes/RJ/Brasil. Estimativas de parâmetros genéticos foram obtidas com base nos componentes das análises de variância. As LER apresentaram variabilidade significativa para todas as características avaliadas, indicando a possibilidade de ganhos genéticos em ciclos adicionais de seleção. As estimativas dos coeficientes de variação experimental variaram de 2,38 a 16,01%. Os coeficientes de determinação genotípicos (H^2) foram superiores a 71% para todos os caracteres avaliados. Os índices de variação (IV_g) superaram a unidade em todos os casos avaliados, exceto para o caráter altura de inserção da primeira vagem. A produtividade de grãos apresentou IV_g de 1,07 e H^2 de 77,54%, indicando elevada possibilidade de seleção de genótipos superiores. Doze (6,48%) LER apresentaram produtividade de grãos superior ao cultivar mais produtivo e 49 (26,48%), maior produtividade em relação à média geral das testemunhas.

Palavras-chave: Genética quantitativa, parâmetros genéticos, avaliação de linhagens.

ABSTRACT

Estimates of genetic parameters and selection of recombined inbred lines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

This work aimed to select superior recombinant inbred lines (RIL) and to estimate genetic parameters in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). A total of 185 RIL and four checks were evaluated for the traits number of days until bloom, height of insertion of the first pod, weight of a thousand grains, grain yield, and color of grain tegument. A randomized complete block design with three replications was carried out in Campos dos Goytacazes/RJ/Brazil. Genetic parameter estimates were obtained based on components of analyses of variance. RIL showed significant variability for all the evaluated traits indicating the possibility of genetic gains in future selection cycles. Estimations of variation coefficients varied from 2.38 to 16.01%. Genotypic determination coefficients (H^2) were above 71% for all the evaluated traits. The variation index (IV_g) was above 1 for all the traits, except for the height of insertion of the first pod. Grain yield showed IV_g of 1.07 and H^2 of 77.54%, indicating high probability of selecting superior genotypes. Twelve (6.48%) RIL had grain yield larger than the best check and, 49 (26.48%) had grain yield higher than the mean of all checks.

Key words: Quantitative genetics, genetic parameters, line evaluation.

Recebido para publicação em dezembro de 2007 e aprovado em julho de 2009

¹ Engenheira Agrônoma, Mestre. Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. elba_hr@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Doutor. Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. messias@uenf.br

³ Bióloga, Mestre. Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. kscmarinha@bol.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor. Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. silveriojr@uenf.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do mundo. Esse fato se deve à importância dessa cultura na dieta alimentar da grande maioria da população brasileira. O feijão comum é uma das principais culturas direcionadas ao mercado interno, sendo grande parte da produção nacional realizada por pequenos agricultores (Embrapa/CNPAF, 2007). Apesar da sua importância, a cultura apresenta baixos índices de produtividade de grãos. Atualmente a produtividade nacional é da ordem de 839 kg ha⁻¹ (CONAB, 2007).

O melhoramento genético de plantas desempenha importante papel no bem-estar da sociedade, principalmente no que se refere à quantidade e à qualidade de alimentos e fibras requeridos para atender a sua crescente demanda. Dentre os fatores que podem contribuir para o incremento de produção de uma espécie cultivada está o melhoramento genético por meio da obtenção de cultivares superiores (Zimmermann *et al.*, 1996). Estima-se que aproximadamente 50% do aumento do rendimento das principais culturas seja devido ao melhoramento genético. Essa contribuição tende a aumentar em decorrência do crescimento populacional e, sobretudo, pela necessidade de redução dos efeitos ambientais atribuídos aos insumos utilizados na produção agrícola (Fehr, 1987).

Em função da baixa produtividade de grãos, características como arquitetura de planta, precocidade, resistência a pragas e tolerância a diversos fatores abióticos fazem parte dos programas de melhoramento do feijoeiro comum, buscando-se incrementar o seu rendimento (Zimmermann *et al.*, 1996).

A disponibilidade de variabilidade genética é essencial nos programas de melhoramento de plantas, pois possibilita a seleção de plantas e o alcance de progresso por meio da obtenção de genótipos superiores. Além da variabilidade genética, a estimação de parâmetros genéticos é de suma importância nos programas de melhoramento (Falconer, 1987).

Os métodos empregados no melhoramento do feijoeiro comum podem utilizar a variabilidade natural, como é o caso da introdução de linhagens e/ou cultivares e a seleção de linhas puras. Outra possibilidade é a produção de variabilidade pela hibridação entre genótipos distintos. O objetivo da hibridação é reunir alelos favoráveis, presentes em indivíduos diferentes, em um único indivíduo (Fehr, 1987). Dessa forma, a variabilidade genética gerada pode ser explorada a partir da geração F₂, no caso de características de alta herdabilidade. Para características de menor herdabilidade, devem-se conduzir as populações segregantes até gerações mais avançadas, quando se atinge o nível de homozigose almejado. Nesse caso, para que se tenha maior êxito na seleção as linhagens devem ser

avaliadas em parcelas com maiores números de plantas e repetições (Ramalho *et al.*, 1979).

Um dos métodos utilizados na condução das populações segregantes do feijoeiro comum é o método SSD (descendente de uma semente única). Com a utilização desse método é possível obter uma população de linhagens endogâmicas recombinantes (LER) a partir de uma população F₂, por meio de autofecundações sucessivas. Segundo Falconer (1987), a sucessão de autofecundações possibilita a fixação gênica, ou seja, a eliminação de locos em heterozigose. Uma das vantagens da estrutura da população de linhagens é a possibilidade de gerar plantas com genótipos idênticos, pois cada linhagem endogâmica é multiplicada por várias sementes, o que permite o estudo da base genética de muitos caracteres quantitativos, assim como avaliações da reação a diferentes raças fisiológicas de patógenos distintos, além da realização de experimentos de campo com repetições (Faleiro *et al.*, 2003).

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos em populações em estágio avançado de endogamia é essencial no direcionamento de programas de melhoramento, principalmente no que se refere ao processo seletivo das linhagens mais promissoras.

Este trabalho teve como objetivos obter informações sobre 185 linhagens endogâmicas recombinantes (LER) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e estimar diferentes parâmetros genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de se obterem populações segregantes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), foram realizados cruzamentos no período de 01/06/99 a 20/07/99, na área de convênio da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), em Campos dos Goytacazes, RJ. As hibridações efetuadas são descritas na Tabela 1.

Uma amostra de sementes F₂ foi avançada até a geração F₆ utilizando-se o método SSD (Brim, 1966). Por esse método, tomou-se uma única semente de cada indivíduo de uma geração para estabelecer a próxima geração. Foram semeadas três sementes de cada planta F₂ para garantir a germinação. Após a emergência, apenas uma planta foi preservada. Esse procedimento foi repetido até a geração F₆. Cada planta F₆ obtida a partir de uma planta F₂ foi considerada uma linhagem endogâmica recombinante (LER).

Na geração F₆ havia um total de 324 plantas, das quais foram selecionadas 185, por apresentar atributos agrônomicos desejáveis e, principalmente, quantidade de sementes suficiente para montagem do experimento.

Neste trabalho, o ensaio foi realizado no período de maio a agosto de 2006, na área de convênio da UENF com

Tabela 1. Cruzamentos entre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. realizados na UENF, no período de 01/06/99 a 20/07/99, com respectiva identificação das linhagens endogâmicas recombinantes (LER), geradas em cada cruzamento, utilizadas no presente estudo. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006

Cruzamento	População	LER	Total
Precoce 60 Dias x Moruna	P1	120 a 134	15
Caraota 260 x Ouro Negro	P2	104 a 116	13
Manteigão Fosco 11 x Rico Pardo 896	P3	150 a 154	5
Manteigão Fosco 11 x Xamego	P4	117 a 119	3
Moruna x Rico 23	P5	135 a 145; 155 a 164; 178 a 185	29
PI 207262 x Manteigão Fosco 11	P6	169	1
PI 207262 x Rico 23	P7	146 a 149; 170 a 177	12
Xamego x Caraota 260	P8	29 a 63	35
Xamego x Rico Pardo 896	P9	1 a 3; 5 a 28	27
BR -1 Xodó x Precoce 60 Dias	P10	98 a 103; 165 a 168; 186	11
BR -1 Xodó x Rico Pardo 896	P11	64 a 97	34

a Pesagro-Rio, localizada no município de Campos dos Goytacazes, região norte do Estado do Rio de Janeiro, situado a 21° 45' Latitude Sul e 41° 20' Longitude Oeste, com uma altitude média de 11 m.

As 185 LER de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foram cultivadas seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições. Dado o número elevado de tratamentos (LER), eles foram agrupados em seis 'sets', sendo distribuídos 31 tratamentos por 'set'. Cada unidade experimental foi constituída de duas linhas de 5 m de comprimento, utilizando-se 0,5 m de espaçamento entre linhas. Quatorze sementes foram distribuídas por metro linear. A parcela útil foi de 4 m², sendo desconsiderado 0,5 m de cada extremidade. Os cultivares Xamego, Porto Real, BR - 1 Xodó e a linhagem 47 (linhagem elite em fase de avaliação para possível recomendação aos agricultores) foram utilizados como testemunhas em todos os 'sets'. A adubação e os demais tratamentos culturais empregados foram os normalmente recomendados para a cultura do feijoeiro. As irrigações foram efetuadas sempre que necessário.

Os caracteres avaliados foram os seguintes: número de dias para florescimento (NDF), determinado pelo número de dias compreendidos entre o plantio até a presença de pelo menos uma flor aberta em 50% das plantas; altura de inserção da primeira vagem (AIPV), medida como a distância do colo da planta até a inserção da primeira vagem, expressa em cm, avaliada na maturação em uma amostra de cinco plantas tomadas ao acaso na área útil da parcela; peso de mil grãos (PMG), determinado por meio da contagem de mil sementes, amostradas em cada parcela experimental, expresso em gramas; produtividade de grãos (REND), estimada em função do rendimento da área útil de cada parcela experimental e convertida em kg ha⁻¹, corrigida para 13% de umidade; e cor do tegumento dos grãos (L), medida por meio do sistema L - a - b, determinado com o colorímetro, marca Minolta,

modelo CR - 310, após a colheita dos grãos. 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 'b', da cor azul ao amarelo. Somente os valores de 'L' foram apresentados, pois para o feijoeiro é importante a claridade dos grãos.

Para eliminar o efeito do 'set' na classificação de todo o conjunto de genótipos, os valores de produtividade de grãos de cada LER foram multiplicados por um fator de correção em função da média das testemunhas, comuns a todos os 'sets'. A análise de variância foi realizada conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + P_j + L_i / P_j + \epsilon_{ijk}$$

em que Y_{ijk} = valor observado na i-ésima LER na j-ésima população no k-ésimo bloco; μ = média geral; B_k = efeito do k-ésimo bloco; P_j = efeito da j-ésima população; L_i = efeito da i-ésima LER dentro da j-ésima população; e ϵ_{ijk} = erro aleatório.

A soma de quadrados de LER dentro de população foi decomposta em soma de quadrados de LER dentro de cada população. Adotaram-se os efeitos de linhagens como fixos, uma vez que as linhagens foram selecionadas no decorrer das últimas gerações, não representando, portanto, amostras aleatórias das respectivas populações.

A partir das análises de variância foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: $\hat{\sigma}^2$ (variância do erro experimental entre parcelas); Φ_g (variabilidade genotípica entre linhagens); $\hat{\sigma}_f^2$ (variância fenotípica entre médias de tratamentos); H^2 (coeficiente de determinação genotípico com base na média de linhagens); CV_e (coeficiente de variação experimental); CV_g (coeficiente de variação genético); e IV_g (índice de variação genética). Os coeficientes de correlação fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_a) entre os caracteres foram estimados de acordo com o procedimento relatado por Cruz *et al.* (2004). O teste de comparação de

médias do programa Genes (Cruz, 2001) foi utilizado para avaliar o potencial agrônomico das LER. As médias das LER para todos os caracteres foram agrupadas pelo método de Scott e Knott a 1% de probabilidade. Baseado no teste de Scott e Knott para o caráter produtividade de grãos foram selecionadas as LER superiores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos dos resultados da análise de variância de cada caráter, assim como os coeficientes de variação experimental, estão apresentados na Tabela 2.

Houve diferenças significativas entre as populações para todos os caracteres avaliados. Verifica-se pela análise da decomposição da soma de quadrados de LER dentro de populações que existem diferenças significativas para a maioria das fontes de variação em quase todos os caracteres. As populações apresentaram graus diferenciados de variabilidade, como pode ser constatado efetuando-se o cálculo do coeficiente de determinação genotípico (H^2) para cada população em particular. Para o caráter produtividade de grãos (REND), verifica-se oscilação no H^2 de 56 a 92%. Observa-se que algumas populações (P1, P4, P5, P9 e P11) foram mais informativas, apresentando maior variabilidade genética, indicando, desse modo, maiores possibilidades de sucesso na seleção de linhagens superiores.

Com relação aos coeficientes de variação experimental (CV_e), as estimativas variaram de 2,38 a 16,01%. As estimativas dos CV_e obtidas para os caracteres PMG e REND são semelhantes aos valores encontra-

dos por Coimbra *et al.* (1999), que avaliaram 29 linhagens e três cultivares de feijão preto no ano de 1996. O valor obtido para a AIPV também está de acordo com o apresentado por Santos & Vencovsky (1986). Nunes *et al.* (1999), avaliando 230 famílias obtidas a partir das populações segregantes L3272 x Carioca x TU e L3272 x ESAL 601, também encontraram baixo valor de coeficiente de variação para a característica NDF, porém, obtiveram coeficiente elevado para REND. Quanto ao caráter L, a estimativa obtida é discordante de valores apresentados por outros autores, que mencionam baixo CV_e para a característica em questão (Ribeiro *et al.*, 2004).

As estimativas de parâmetros genéticos são apresentadas na Tabela 3. As estimativas dos coeficientes de determinação genotípicos (H^2) médias foram altas e superiores a 71%, inclusive para o caráter REND, que apresentou estimativa de 77,54%. O elevado H^2 obtido para a característica L está de acordo com o valor encontrado por Ribeiro *et al.* (2004), que avaliaram 16 cultivares de feijoeiro comum quanto à coloração do tegumento dos grãos e ciclo. Santos & Vencovsky (1986), avaliando 28 populações F_2 obtidas de um esquema dialélico, também encontraram alto H^2 para o caráter AIPV. Valores semelhantes foram obtidos por Coimbra *et al.* (1999) para PMG.

Na situação atual, considerando que se trabalhou com linhagens puras, toda variação corresponde à variabilidade resultante de ação gênica do tipo aditiva; ou seja, o H^2 estimado corresponde à herdabilidade no sentido restri-

Tabela 2. Quadrados médios e estimativas dos coeficientes de variação experimental (CV_e) para as características número de dias para florescimento (NDF), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), peso de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (REND) e cor do tegumento dos grãos (L), analisadas em 185 linhagens endogâmicas recombinantes (LER) de feijoeiro comum. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NDF	AIPV	PMG	REND	L
Blocos	2	39,09**	17,18**	700,59**	92.537,53 ^{ns}	13,92 ^{ns}
Populações (P)	10	78,31**	29,14**	16.895,49**	1.527.533,58**	1.081,95**
LER/P	174	9,02**	5,47**	1.263,58**	291.045,58**	112,68**
LER/P1	14	25,71**	12,94**	1.806,98**	476.161,18**	68,13**
LER/P2	12	10,27**	3,76**	688,68**	151.027,68**	9,32 ^{ns}
LER/P3	4	17,07**	41,10**	8.797,50**	297.076,49**	342,29**
LER/P4	2	40,44**	7,48*	6.744,44**	834.230,35**	173,79**
LER/P5	28	3,24**	1,36 ^{ns}	670,24**	305.471,95**	8,49 ^{ns}
LER/P7	11	11,26**	2,22 ^{ns}	1.090,66**	289.086,35**	737,89**
LER/P8	34	5,51**	1,53 ^{ns}	1.160,95**	187.424,75**	9,35 ^{ns}
LER/P9	26	6,22**	9,01**	705,37**	326.811,34**	88,05**
LER/P10	10	12,96**	3,47*	834,70**	161.033,09**	15,78 ^{ns}
LER/P11	33	7,39**	4,95**	1.233,30**	336.167,98**	172,87**
Resíduo	368	1,15	1,56	118,88	65.371,12	9,98
CV_e (%)		2,38	12,27	5,01	13,18	16,01

*, ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não-significativo.

to. Ao se fixar as linhagens, ocorre duplicação no componente aditivo de variância. A variância entre linhagens corresponde a $2\sigma_A^2$. Tal fato justifica os elevados valores de H^2 e, conseqüentemente, contribui para maior precisão na seleção das linhagens superiores potencializando os ganhos genéticos.

O uso do coeficiente de variação genético (CV_g) torna possível a comparação da variabilidade genética das diferentes características analisadas. Observa-se, na Tabela 3, que os valores obtidos variaram de 3,59 a 29,64. A relação CV_g/CV_e , denominada de índice de variação genético (IV_g), permite que se faça inferências sobre as possibilidades de sucesso do melhoramento na população avaliada. Quanto maior o IV_g , maiores as chances de seleção de genótipos com desempenho superior. Todos os caracteres avaliados, com exceção de AIPV, apresentaram IV_g superior à unidade, inclusive o REND, com IV_g de 1,07.

Em relação ao caráter REND, considerado o principal entre os caracteres avaliados, verificou-se que existe elevada possibilidade de identificação de genótipos superiores, pois foram observadas diferenças significativas pela análise de variância, alto coeficiente de determinação genotípico e índice de variação superior à unidade.

Na literatura podem ser observadas amplas variações nas estimativas de parâmetros genéticos das características do feijoeiro comum. Entretanto, é importante ressaltar que tais variações podem ser consequência dos diversos métodos utilizados na estimação dos diferentes genótipos estudados, das distintas condições ambientais e da época de plantio, dentre outros fatores (Falconer, 1987; Vencovsky & Barriga, 1992; Ramalho *et al.*, 1993).

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental são apresentadas na Tabela 4. Correlações genotípica e fenotípica positivas e sig-

Tabela 3. Estimativas das variâncias fenotípica (σ_f^2) e ambiental (σ_e^2), da variabilidade genotípica (Φ_g) e dos coeficientes de determinação genotípicos (H^2) com base na média, dos coeficientes de variação genética (CV_g), dos índices de variação (IV_g) e das médias de cinco características. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006

Parâmetros Genéticos	Características ^{1/}				
	NDF	AIPV	PMG	REND	L
Φ_g	2,62	1,30	381,57	75.224,82	34,23
σ_f^2	3,01	1,82	421,19	97.015,19	37,56
σ_e^2	0,38	0,52	39,63	21.790,37	3,33
H^2	87,04	71,43	90,59	77,54	91,13
CV_g	3,59	11,21	8,98	14,13	29,64
IV_g	1,51	0,91	1,79	1,07	1,85
Média	45,06	10,17	217,55	1.940,51	19,74

^{1/}NDF = número de dias para florescimento; AIPV = altura de inserção da primeira vagem; PMG = peso de mil grãos; REND = produtividade de grãos; e L = cor do tegumento dos grãos.

Tabela 4. Estimativas de coeficientes de correlação genotípica (r_g), fenotípica (r_f) e ambiental (r_a) entre os cinco caracteres avaliados, em 185 linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro comum. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006

Caracteres ^{1/}	Correlações	Caracteres ^{1/}			
		AIPV	PMG	REND	L
NDF	r_g	0,4363**	-0,3070**	-0,1012	-0,0473
	r_f	0,3447**	-0,2955**	-0,1035	-0,0439
	r_a	-0,1532*	-0,1506*	-0,1270	-0,0016
AIPV	r_g		0,1031	-0,1410	-0,0160
	r_f		0,0814	-0,1037	-0,0230
	r_a		-0,0600	0,0430	-0,0800
PMG	r_g			-0,0844	0,0337
	r_f			-0,0420	0,0303
	r_a			0,3247**	-0,0248
REND	r_g				0,0337
	r_f				0,0197
	r_a				-0,0959

^{1/}NDF = número de dias para florescimento; AIPV = altura de inserção da primeira vagem; PMG = peso de mil grãos; REND = produtividade de grãos; e L = cor do tegumento dos grãos.

* e ** = Teste t significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

nificativas foram obtidas entre NDF e AIPV, isso implica que as LER que demoram a florescer, conseqüentemente, terão altura de inserção de primeira vagem mais elevada. Correlações significativas, porém negativas, também foram detectadas entre NDF e PMG. A estimativa da correlação ambiental entre REND e PMG foi positiva e significativa, indicando que essas características são favorecidas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variações ambientais (Cruz *et al.*, 2004). Coeficientes de correlação ambiental positivos também foram relatados por Coelho *et al.* (2002).

As demais estimativas de correlações obtidas foram não-significativas. É importante ressaltar que correlações fenotípicas refletem as relações observadas entre caracteres provenientes dos efeitos combinados do genótipo e do ambiente (Nienhuis & Singh, 1986). Contudo, as correlações genotípicas podem ser decorrentes de ligação gênica, pleiotropia ou de relações entre componentes que são apenas, indiretamente, a consequência da ação gênica (Adams, 1967). Dessa forma, a não-significância das estimativas obtidas pode ser atribuída à ausência de tais fenômenos.

Todos os caracteres avaliados nas análises de variâncias foram testados pelo método Scott e Knott a 1% de probabilidade. Observa-se na Tabela 5 que o caráter NDF apresentou cinco classes de distribuição; AIPV, quatro; PMG, oito; REND, quatro; e L, quatro.

O caráter NDF variou de 39 a 50 dias. As LER 169 e 171 foram as mais precoces e a LER 111 a mais tardia. A média apresentada pelos genótipos utilizados como padrão foi de 43,51 dias.

Para o caráter AIPV, obteve-se média geral de 10,17 cm. A média das LER foi semelhante à das testemunhas. A linhagem 151 teve a maior altura de inserção de primeira vagem (16,03 cm), situando-se próximo a esses valores as linhagens 128 (15,56 cm) e 8 (15,53 cm). A linhagem 154 apresentou a menor média para esse caráter, que foi de 6,2 cm.

Segundo Santos & Vencovsky (1986), as maiores alturas de inserção da primeira vagem, aliadas à utilização de plantas de porte ereto, são fundamentais para evitar o contato das vagens com o solo; reduzir a ocorrência de doenças e de perdas na colheita, principalmente quando a colheita coincide com o período chuvoso; manter a qualidade da semente; facilitar os tratamentos culturais; e viabilizar a colheita mecânica.

Com relação ao PMG, a LER 151 apresentou o maior valor para esse caráter (358,33 g), seguida pela LER 117 (301,66 g). Dentre os genótipos utilizados como testemunhas, o cultivar Porto Real e a linhagem 47 apresentaram as maiores médias (256,66 g). Considerando que os materiais com peso de 100 sementes inferior a 25 g são classificados como de sementes pequenas, observou-se que a

maioria das LER (90,81%) apresentaram essa categoria de semente, enquanto 9,19% tiveram tamanho médio, ou seja, peso de 100 sementes entre 25 e 40 g.

Para o caráter L foram obtidos valores que variaram de 12,58 (LER 174) a 56,4, sendo essa a média obtida para o cultivar Porto Real, utilizado como testemunha. Em 20,54% das LER foi observada segregação para esse caráter na mesma linhagem; nesses casos, para a obtenção do valor de L foi considerada a cor de tegumento de grãos predominante. Desse modo, 76,22% das LER apresentaram coloração do tegumento preta, com valores médios de L que variaram de 12,58 a 25,73. Em 17,83% das LER foi observada coloração marrom, com valores de L entre 26,24 e 43,33. Os demais 5,95% apresentaram outras cores, variando de creme, amarelo, esverdeado, rosa e roxo.

Para a maioria das LER do grupo preto foram obtidos valores de L inferiores a 22, limite superior considerado aceitável para esse tipo de grão. Segundo Ribeiro *et al.* (2004), quanto menor o valor de L mais escuro será o grão. Portanto, valores de L elevados, o que indica maior claridade, implicam em maior proporção de grãos arroxeados, depreciando o valor comercial dos feijões do grupo preto.

Em relação ao caráter REND, por ser uma característica altamente influenciada pelas condições ambientais e pelos seus diversos componentes, os genótipos mostraram-se bastante variável no seu comportamento. Observa-se na Tabela 5 que os valores médios obtidos para esse caráter variaram de 846,39 a 2.708,74 kg ha⁻¹. Sobressaíram-se 49 (26,48%) LER com REND superior à média das testemunhas (2.161,32 kg ha⁻¹). Doze (6,48%) LER apresentaram REND superior ao cultivar mais produtiva. Dentre os genótipos utilizados como padrão, a linhagem 47 obteve maior produtividade média (2.481,66 kg ha⁻¹), seguida pelo cultivar Porto Real (2.433,38 kg ha⁻¹). A LER com menor REND foi a 169, com 846,39 kg ha⁻¹. Apesar da média de REND dos genótipos utilizados como padrão ter superado a média geral de REND das LER (1.940,51 kg ha⁻¹), percebe-se que as LER, de uma forma geral, apresentaram valores de REND satisfatórias, considerando-se a média nacional.

Trinta e sete LER apresentaram superioridade para o caráter REND, por meio do teste de Scott Knott, além de outros atributos favoráveis. Essas LER apresentam média de rendimento de grãos 460 kg ha⁻¹ superior à média geral de LER (1.940,51 kg ha⁻¹). Baseado na estimativa do coeficiente de determinação genotípico, obtido para esse caráter (77,54%), é possível estimar que essas linhagens formarão uma população com média geral de 2.297 kg ha⁻¹, alcançando, desse modo, um ganho de 357 kg ha⁻¹, o que corresponde a um incremento de 18,4% na média geral da população de LER original.

Tabela 5. Valores médios das características produtividade de grãos (REND), peso de mil grãos (PMG), número de dias para florescimento (NDF), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e cor do tegumento dos grãos (L) das 185 linhagens avaliadas e quatro testemunhas^{1/} de feijoeiro comum. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006

Genótipos	REND (Kg ha ⁻¹)	PMG (g)	NDF	AIPV (cm)	L
140	2.708,74 a	226,66 e	43,00 d	10,46 d	16,94 d
157	2.670,04 a	226,66 e	43,33 d	9,20 d	18,47 d
81	2.606,51 a	216,66 f	45,33 c	10,10 d	16,61 d
87	2.592,92 a	215,00 f	45,00 c	11,60 c	14,93 d
183	2.510,45 a	195,00 g	45,33 c	10,26 d	15,13 d
16	2.501,73 a	230,00 e	43,33 d	12,50 c	15,43 d
174	2.474,88 a	218,33 f	43,33 d	9,46 d	12,58 d
132	2.463,46 a	286,66 b	40,33 e	8,40 d	13,63 d
9	2.457,39 a	221,66 f	45,00 c	11,50 c	13,81 d
5	2.453,99 a	220,00 f	45,00 c	13,26 b	15,12 d
161	2.451,20 a	241,66 d	43,33 d	9,56 d	15,92 d
158	2.442,23 a	203,33 f	44,33 d	9,20 d	16,64 d
71	2.418,25 a	240,00 d	45,33 c	10,66 c	30,07 c
77	2.410,76 a	228,33 e	44,66 c	9,13 d	27,62 c
74	2.405,65 a	253,33 d	47,66 b	10,30 d	18,24 d
91	2.404,18 a	235,00 e	45,33 c	10,80 c	31,24 c
159	2.399,99 a	220,00 f	45,33 c	8,73 d	13,15 d
42	2.399,63 a	236,66 e	46,33 c	11,53 c	13,74 d
80	2.391,14 a	223,33 f	45,66 c	9,73 d	31,46 c
107	2.389,94 a	228,33 e	48,00 b	9,40 d	17,59 d
88	2.368,90 a	230,00 e	44,66 c	10,30 d	31,78 c
17	2.367,03 a	221,66 f	42,66 d	9,40 d	15,74 d
172	2.353,62 a	201,66 f	45,00 c	8,60 d	44,45 b
15	2.344,21 a	226,66 e	44,33 d	12,66 b	15,94 d
137	2.334,12 a	210,00 f	46,00 c	11,23 c	17,72 d
182	2.331,83 a	213,33 f	45,33 c	10,90 c	13,72 d
3	2.328,72 a	265,00 c	44,66 c	12,13 c	17,42 d
85	2.320,04 a	228,33 e	43,33 d	9,80 d	27,56 c
10	2.313,14 a	211,66 f	44,33 d	11,43 c	14,17 d
90	2.299,12 a	205,00 f	44,33 d	8,86 d	31,20 c
170	2.291,12 a	201,66 f	44,33 d	8,93 d	44,78 b
166	2.290,92 a	218,33 f	45,00 c	10,53 d	17,73 d
160	2.288,04 a	193,33 g	45,33 c	10,16 d	16,38 d
64	2.272,04 a	233,33 e	44,33 d	10,66 c	43,33 b
178	2.262,23 a	223,33 f	42,66 d	9,96 d	17,84 d
162	2.260,38 a	205,00 f	45,33 c	9,46 d	13,14 d
164	2.258,00 a	223,33 f	43,33 d	9,36 d	14,35 d
110	2.223,84 b	203,33 f	47,66 b	9,76 d	20,20 d
56	2.222,53 b	225,00 e	46,33 c	10,53 d	16,07 d
33	2.207,91 b	196,66 g	45,66 c	9,00 d	13,18 d
130	2.207,32 b	280,00 b	43,00 d	9,46 d	14,75 d
181	2.204,47 b	205,00 f	45,66 c	9,03 d	18,83 d
184	2.201,84 b	213,33 f	44,00 d	10,60 c	17,48 d
102	2.200,20 b	270,00 c	41,00 e	8,56 d	14,99 d
89	2.196,92 b	230,00 e	46,00 c	11,13 c	29,84 c
28	2.195,72 b	218,33 f	44,66 c	10,70 c	14,88 d
11	2.192,03 b	216,66 f	45,00 c	11,73 c	15,23 d
6	2.171,44 b	228,33 e	42,33 d	11,36 c	15,49 d
55	2.170,42 b	185,00 g	46,66 b	9,66 d	13,80 d
141	2.159,50 b	221,66 f	44,00 d	10,46 d	18,59 d
173	2.148,75 b	193,33 g	43,33 d	8,00 d	14,81 d
92	2.143,48 b	225,00 e	47,66 b	12,46 c	32,31 c
145	2.138,45 b	241,66 d	44,33 d	9,93 d	15,90 d

Tabela 5. Continuação

Genótipos	REND (Kg ha ⁻¹)	PMG (g)	NDF	AIPV (cm)	L
112	2.137,70 b	236,66 e	46,33 c	9,66 d	19,13 d
118	2.128,59 b	215,00 f	47,00 b	8,93 d	29,21 c
156	2.119,74 b	200,00 g	44,66 d	9,33 d	16,24 d
59	2.114,17 b	218,33 f	46,66 b	9,46 d	18,75 d
83	2.113,28 b	213,33 f	47,00 b	9,16 d	15,35 d
96	2.109,77 b	236,66 e	46,00 c	9,80 d	29,50 c
57	2.103,30 b	211,66 f	45,33 c	10,76 c	15,23 d
29	2.091,29 b	203,33 f	47,33 b	11,63 c	15,85 d
99	2.090,34 b	228,33 e	41,00 e	9,70 d	18,13 d
175	2.082,57 b	195,00 g	43,33 d	8,56 d	51,21 a
68	2.077,00 b	228,33 e	45,00 c	9,43 d	30,68 c
21	2.067,15 b	218,33 f	46,33 c	9,80 d	16,67 d
48	2.065,03 b	171,66 h	45,00 c	10,70 c	14,54 d
43	2.061,90 b	218,33 f	46,00 c	10,46 d	14,69 d
84	2.059,93 b	235,00 e	43,66 d	10,86 c	15,46 d
38	2.058,55 b	205,00 f	45,66 c	11,10 c	18,98 d
135	2.056,03 b	198,33 g	44,33 d	10,33 d	14,67 d
148	2.054,05 b	185,00 g	40,66 e	9,16 d	51,19 a
54	2.052,34 b	185,00 g	47,33 b	11,20 c	17,87 d
105	2.046,82 b	216,66 f	45,00 c	8,60 d	14,79 d
61	2.046,03 b	198,33 g	45,33 c	10,13 d	14,74 d
49	2.041,49 b	198,33 g	45,66 c	10,26 d	15,33 d
72	2.040,92 b	195,00 g	46,66 b	11,23 c	31,34 c
69	2.039,34 b	203,33 f	43,33 d	8,33 d	31,33 c
150	2.035,46 b	290,00 b	42,66 d	8,83 d	16,72 d
36	2.032,23 b	185,00 g	46,00 c	10,10 d	15,51 d
27	2.029,14 b	221,66 f	45,00 c	11,20 c	15,32 d
39	2.028,16 b	218,33 f	46,33 c	9,73 d	15,53 d
51	2.026,61 b	201,66 f	44,66 c	10,26 d	16,77 d
78	2.018,00 b	200,00 g	48,00 b	9,86 d	29,62 c
1	2.017,02 b	201,66 f	43,66 d	7,90 d	29,16 c
106	2.012,01 b	223,33 f	45,66 c	10,10 d	15,66 d
180	2.005,92 b	206,66 f	45,00 c	8,83 d	14,69 d
101	2.000,53 b	235,00 e	45,00 c	9,03 d	18,85 d
35	2.000,43 b	188,33 g	46,66 b	9,46 d	15,39 d
52	1.991,15 b	165,00 h	46,66 b	10,30 d	14,71 d
67	1.985,54 b	233,33 e	45,66 c	10,06 d	31,90 c
177	1.976,30 b	213,33 f	42,66 d	7,33 d	35,10 c
24	1.974,98 b	210,00 f	42,00 e	11,13 c	18,21 d
22	1.971,69 b	230,00 e	46,33 c	10,86 c	15,90 d
75	1.964,61 b	230,00 e	44,66 c	10,70 c	16,00 d
116	1.958,24 b	203,33 f	46,33 c	8,40 d	18,99 d
136	1.956,38 b	211,66 f	43,33 d	9,76 d	17,34 d
139	1.955,80 b	211,66 f	45,66 c	10,46 d	15,76 d
114	1.949,98 b	220,00 f	46,33 c	8,03 d	16,64 d
30	1.948,65 b	195,00 g	45,00 c	10,03 d	16,72 d
115	1.945,07 b	235,00 e	44,00 d	8,76 d	14,84 d
12	1.936,20 b	211,66 f	46,00 c	10,23 d	14,06 d
168	1.934,32 b	216,66 f	43,33 d	9,70 d	19,65 d
20	1.933,99 b	211,66 f	46,00 c	10,43 d	28,12 c
149	1.917,29 b	203,33 f	44,66 c	7,70 d	19,34 d
34	1.910,63 b	196,66 g	46,66 b	9,40 d	17,53 d
82	1.896,37 c	241,66 d	44,66 c	11,80 c	15,21 d
19	1.894,83 c	208,33 f	46,66 b	10,93 c	19,69 d

Tabela 5. Continuação

Genótipos	REND (Kg ha ⁻¹)	PMG (g)	NDF	AIPV (cm)	L
95	1.891,84 c	251,66 d	45,33 c	10,16 d	26,31 c
176	1.886,96 c	211,66 f	40,00 e	9,76 d	17,78 d
104	1.879,37 c	223,33 f	49,00 a	9,16 d	15,36 d
79	1.865,23 c	255,00 d	45,00 c	10,03 d	26,56 c
131	1.859,16 c	256,66 d	44,00 d	11,43 c	32,78 c
186	1.849,12 c	220,00 f	44,00 d	10,33 d	14,75 d
165	1.846,00 c	240,00 d	46,66 b	9,96 d	13,91 d
46	1.839,81 c	216,66 f	45,00 c	9,70 d	13,88 d
13	1.836,22 c	220,00 f	45,00 c	12,76 b	16,34 d
179	1.826,54 c	183,33 g	45,33 c	9,50 d	16,96 d
14	1.825,14 c	236,66 e	41,33 e	9,40 d	26,24 c
65	1.824,31 c	203,33 f	47,66 b	10,80 c	31,84 c
155	1.824,27 c	185,00 g	46,33 c	9,80 d	19,43 d
142	1.819,27 c	220,00 f	44,33 d	10,86 c	17,09 d
146	1.817,58 c	195,00 g	44,33 d	8,00 d	14,80 d
63	1.816,39 c	163,33 h	48,00 b	8,96 d	19,18 d
167	1.813,76 c	215,00 f	45,66 c	12,13 c	19,10 d
163	1.802,43 c	203,33 f	46,00 c	8,60 d	14,14 d
109	1.799,94 c	191,66 g	44,66 c	7,60 d	17,73 d
129	1.798,84 c	221,66 f	40,00 e	9,63 d	18,14 d
185	1.781,98 c	186,66 g	46,00 c	9,96 d	14,91 d
7	1.771,33 c	230,00 e	43,33 d	11,53 c	16,99 d
25	1.767,22 c	191,66 g	44,66 c	14,56 a	26,76 c
73	1.767,01 c	203,33 f	48,66 a	11,20 c	28,66 c
58	1.766,45 c	180,00 h	47,33 b	10,96 c	15,42 d
53	1.758,61 c	211,66 f	44,33 d	10,26 d	15,99 d
153	1.756,27 c	235,00 e	42,66 d	9,76 d	40,75 b
124	1.754,89 c	233,33 e	44,00 d	9,66 d	20,50 d
154	1.750,19 c	243,33 d	41,00 e	6,20 d	17,63 d
113	1.740,63 c	216,66 f	46,00 c	11,30 c	16,82 d
66	1.724,27 c	191,66 g	45,33 c	9,20 d	15,62 d
62	1.717,84 c	186,66 g	47,00 b	10,90 c	17,75 d
100	1.708,32 c	228,33 e	45,33 c	9,90 d	13,22 d
108	1.707,47 c	191,66 g	44,00 d	11,06 c	16,52 d
32	1.694,33 c	216,66 f	49,66 a	9,53 d	18,08 d
144	1.693,96 c	205,00 f	45,33 c	9,66 d	16,45 d
97	1.692,50 c	188,33 g	47,66 b	9,13 d	14,75 d
127	1.687,57 c	268,33 c	45,33 c	9,43 d	15,95 d
40	1.685,89 c	213,33 f	44,66 c	10,50 d	17,81 d
93	1.656,43 c	200,00 g	46,66 b	12,83 b	30,27 c
86	1.655,80 c	238,33 e	44,33 d	9,00 d	17,29 d
126	1.655,55 c	270,00 c	44,66 c	9,93 d	16,65 d
31	1.654,28 c	225,00 e	43,66 d	10,80 c	13,64 d
103	1.630,07 c	213,33 f	47,33 b	11,66 c	16,20 d
119	1.628,65 c	225,00 e	41,00 e	8,56 d	15,87 d
121	1.621,82 c	243,33 d	45,00 c	9,63 d	17,36 d
2	1.614,12 c	216,66 f	46,33 c	10,96 c	25,73 c
41	1.613,85 c	171,66 h	46,66 b	10,50 d	19,80 d
60	1.607,52 c	171,66 h	49,66 a	8,73 d	18,29 d
152	1.595,76 c	230,00 e	42,66 d	8,36 d	17,07 d
23	1.592,22 c	208,33 f	43,66 d	13,20 b	15,99 d
8	1.581,32 c	213,33 f	44,33 d	15,53 a	16,22 d
111	1.553,93 c	201,66 f	50,00 a	10,26 d	18,90 d
94	1.551,30 c	191,66 g	48,33 a	11,60 c	29,97 c

Tabela 5. Continuação

Genótipos	REND (Kg ha ⁻¹)	PMG (g)	NDF	AIPV (cm)	L
98	1.548,16 c	241,66 d	43,00 d	9,16 d	18,61 d
125	1.533,49 c	211,66 f	40,66 e	9,56 d	17,92 d
50	1.533,17 c	195,00 g	45,66 c	10,46 d	16,55 d
44	1.525,27 c	225,00 e	47,66 b	9,90 d	14,16 d
147	1.524,09 c	256,66 d	42,00 e	8,73 d	16,29 d
45	1.510,05 c	178,33 h	48,00 b	10,43 d	16,43 d
122	1.499,56 c	208,33 f	47,00 b	9,20 d	17,31 d
138	1.475,99 d	216,66 f	45,66 c	9,80 d	16,89 d
143	1473,62 d	198,33 g	45,66 c	10,20 d	16,69 d
37	1.473,19 d	180,00 h	48,00 b	11,20 c	15,22 d
171	1.440,59 d	188,33 g	39,00 e	6,93 d	16,83 d
76	1.420,12 d	186,66 g	49,00 a	14,66 a	14,50 d
47	1.388,75 d	171,66 h	46,33 c	10,60 c	16,90 d
26	1.383,47 d	185,00 g	46,66 b	13,43 b	31,89 c
120	1.378,79 d	270,00 c	41,00 e	8,03 d	12,77 d
133	1.315,28 d	233,33 e	46,33 c	13,06 b	16,33 d
18	1.263,71 d	196,66 g	45,00 c	8,50 d	13,25 d
123	1.235,28 d	265,00 c	47,33 b	11,56 c	22,26 d
70	1.200,62 d	186,66 g	47,66 b	9,36 d	32,23 c
151	1.176,63 d	358,33 a	47,33 b	16,03 a	29,92 c
117	1.074,40 d	301,66 b	47,66 b	11,46 c	16,18 d
134	1.018,42 d	241,66 d	40,00 e	7,26 d	16,22 d
128	1.008,31 d	238,33 e	49,00 a	15,56 a	15,66 d
169	846,39 d	290,00 b	39,00 e	8,80 d	35,57 c
T1	1.979,28 b	195,53 g	44,99 c	9,31 d	15,60 d
T2	2.433,38 a	256,66 d	41,71 e	9,02 d	56,40 a
T3	1.750,98 c	203,31 f	44,66 c	8,37 d	15,84 d
T4	2.481,66 a	256,66 d	42,66 d	9,72 d	15,85 d

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 1% de probabilidade.

^{1/} T1 = 'Xamego'; T2 = 'Porto Real'; T3 = 'BR 1 - Xodó' e T4 = linhagem 47.

CONCLUSÕES

As LER apresentam variabilidade para todas as características avaliadas e possibilidade de ganhos em ciclos adicionais de seleção. A variabilidade genética observada para a produtividade de grãos permitiu a seleção de 37 linhagens superiores.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pelo suporte financeiro, e ao técnico agrícola José Manoel Miranda, por sua assistência nos experimentos de campo.

REFERÊNCIAS

Adams MW (1967) Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. Crop Science, 7:505-510.

Brim CA (1966) A modified pedigree method of selection in soybeans. Crop Science, 6:220.

Coelho ADF, Cardoso AA, Cruz CD, Araújo GAA, Furtado MR & Amaral CLF (2002) Herdabilidades e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. Ciência Rural, 32:211-216.

Coimbra JLM, Guidolin AF & Carvalho FIF (1999) Parâmetros genéticos do rendimento de grãos e seus componentes com implicações na seleção indireta em genótipos de feijão preto. Ciência Rural, 29:1-6.

CONAB (2007) Avaliação da safra agrícola 2006/2007 – Sétimo Levantamento – Abril/2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/7levsafra.pdf>> Acessado em: 07 de maio 2007.

Cruz CD (2001) Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística: versão Windows. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. CD-ROM.

Cruz CD, Regazzi AJ & Carneiro PCS (2004) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 480p.

Embrapa/CNPAP (2007) A cultura do feijoeiro – Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.gov.br/pesquisa/feijao.html>> Acessado em: 19 de janeiro 2007.

Falconer DS (1987) Introdução à genética quantitativa. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 279p.

- Faleiro FG, Schuster I, Ragagnin VA, Cruz CD, Corrêa RX, Moreira MA & Barros EG (2003) Caracterização de linhagens endogâmicas recombinantes e mapeamento de locos de características quantitativas associados a ciclo e produtividade do feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:1387-1397.
- Fehr WR (1987) *Principles of cultivar development*. New York, Macmillan Publishing Company. 536p.
- Nienhuis J & Singh SP (1986) Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. *Crop Science*, 26:21-27.
- Nunes GHS, Santos JB, Ramalho AP & Abreu AFB (1999) Seleção de famílias de feijão adaptadas às condições de inverno do sul de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34:2051-2058.
- Ramalho MAP, Santos JB, Santa Cecília FC & Andrade MA (1979) Seleção de progênie no feijão pintado e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos. *Ciência e Prática*, 3:51-57.
- Ramalho MAP, Santos JB & Zimmermann MJO (1993) Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Ed. da Universidade Federal de Goiânia, 271p.
- Ribeiro, ND, Jost E & Cargnelutti Filho A (2004) Efeitos da interação genótipo x ambiente no ciclo e na coloração do tegumento dos grãos do feijoeiro comum. *Bragantia*, 63:373-380.
- Santos JB & Vencovsky R (1986) Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 21:957-963.
- Zimmermann MJ de O, Carneiro JES, Del Peloso MJ, Costa JGC da, Rava CA, Sartorato OA & Pereira PAA (1996) Melhoramento genético e cultivares. In: Araújo RS, Rava CA, Stone LF & Zimmermann MJ de O (Eds.) *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba, Potafos. p.224-273.
- Vencovsky R & Barriga P (1992) *Genética biométrica aplicada ao fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.