

Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão

Monique Maculan Moura⁽¹⁾, Pedro Crescêncio Souza Carneiro⁽¹⁾, José Eustáquio de Souza Carneiro⁽¹⁾ e Cosme Damião Cruz⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: mnikkii@hotmail.com, carneiro@ufv.br, jesc@ufv.br, cdacruz@ufv.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar indicadores efetivos da arquitetura de plantas em feijoeiro, para subsidiar, ou substituir, a avaliação por notas. Trinta e seis linhagens de feijão foram avaliadas quanto aos principais caracteres relacionados à arquitetura de plantas e a caracteres agrônômicos, em duas safras. Os experimentos foram realizados em blocos ao acaso, com três repetições, em Coimbra, MG. A análise de trilha indicou que o ângulo de inserção dos ramos, a altura das plantas na colheita e o diâmetro do hipocótilo foram os principais caracteres determinantes da arquitetura de plantas do feijoeiro. O diâmetro do hipocótilo esteve fortemente associado com a nota de arquitetura e possibilitou elevada acurácia e precisão de mensuração. Essa característica é facilmente mensurada e é indicador efetivo da arquitetura de plantas do feijoeiro.

Termos para indexação: altura de inserção, colheita mecanizada, diâmetro do hipocótilo, hábito de crescimento, plantas eretas, seleção simultânea.

Potential of characters for evaluating common bean plant architecture

Abstract – The objective of this work was to identify effective indicators of plant architecture in common bean, to subsidize or replace the evaluation by scores. Thirty-six common bean lines were evaluated regarding the main characters related to plant architecture and agronomic traits, in two harvest seasons. The experiments were carried out in a randomized complete block design with three replicates in Coimbra, MG, Brazil. Path analysis showed that the insertion angle of branches, plant height at harvest, and hypocotyl diameter were the main determinants of plant architecture of common bean. Hypocotyl diameter was strongly related to the architecture score, and allowed high accuracy and precision in measurement. This trait is easily measured and is an effective indicator of bean plant architecture.

Index terms: insertion height, mechanical harvest, hypocotyl diameter, growth habit, erect plants, simultaneous selection.

Introdução

A colheita do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tem alto custo da mão de obra, demandada para o arranquio e o enleiramento das plantas. Esse fato comumente limita a extensão das áreas de cultivo. As cultivares atualmente utilizadas em áreas irrigadas apresentam, principalmente, tipo de grão carioca e hábito de crescimento prostrado. Contudo, a tendência é de que novas cultivares apresentem porte o mais ereto possível e maior tolerância ao acamamento (Ramalho et al., 1998; Cunha et al., 2005; Menezes Júnior et al., 2008; Mendes et al., 2009). Espera-se, com isso, obter uma planta fisiologicamente mais eficiente e, sobretudo, que facilite os tratos culturais e possibilite a colheita mecanizada. Além disso, essas características podem minimizar a incidência de doenças, especialmente o mofo-branco, aumentar a qualidade tecnológica do

grão e diminuir as perdas na colheita (Collicchio et al., 1997).

Teixeira et al. (1999) obtiveram informações acerca de caracteres relacionados ao porte das plantas de feijão e constataram que o comprimento dos entrenós foi o caráter com maior variação, controlado predominantemente por herança de efeito aditivo. Santos & Vencovsky (1986a) também observaram que a ação gênica aditiva foi predominante em relação à dominância dos caracteres altura de inserção da primeira vagem, comprimento da haste principal e número e comprimento médio de entrenós na haste principal.

Estudos, como os realizados por Menezes Júnior et al. (2008), Mendes et al. (2009) e Silva et al. (2009), evidenciam a possibilidade de se obter, simultaneamente, plantas de arquitetura ereta e de elevada produtividade de grãos. O uso de escala de

notas é o critério mais utilizado pelos programas de melhoramento para avaliar a arquitetura da planta do feijoeiro (Teixeira et al., 1999; Menezes Júnior et al., 2008; Mendes et al., 2009; Silva et al., 2009). Esse critério, no entanto, baseia-se na avaliação visual, é trabalhoso e demanda experiência para uma avaliação precisa. De modo geral, a atribuição de notas é realizada por pelo menos três avaliadores, com uso da média das notas auferidas em cada parcela (Collicchio et al., 1997). As notas são atribuídas de acordo com caracteres determinantes do porte das plantas, como número e ângulo de inserção dos ramos, presença e comprimento de guias, altura de inserção da primeira vagem, tamanho e distribuição das vagens na planta, altura da planta e acamamento (Ramalho et al., 1998). Outra forma de atribuição de notas é a busca pelo consenso entre três avaliadores, ao se considerar os caracteres citados.

O objetivo deste trabalho foi identificar indicadores efetivos da arquitetura de plantas em feijoeiro, para subsidiar, ou substituir, a avaliação por notas.

Material e Métodos

Trinta e seis linhagens de feijoeiro (Tabela 1), do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foram avaliadas quanto a caracteres relacionados à arquitetura de plantas e à produtividade de grãos, nas safras de inverno de 2007 e 2009. O experimento foi conduzido no campo experimental de Coimbra, MG, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da UFV.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram constituídas por três linhas de 3 m, espaçadas de 0,5 m, em 2007, e por quatro linhas, em 2009.

As características avaliadas foram: dias até o florescimento, dias até a colheita, nota de arquitetura de plantas no florescimento e na colheita, altura média de plantas da parcela no florescimento e na colheita, produtividade de grãos, altura de inserção da primeira vagem medida no campo e no laboratório (após a colheita), ângulo de inserção dos ramos, número de vagens na haste principal e nos ramos, diâmetro do epicótilo e do hipocótilo, número de ramos totais e abortados, número de entrenós na haste principal e nos ramos com vagem, comprimento dos quatro primeiros entrenós na haste principal (CE1, CE2, CE3 e CE4),

comprimento total de entrenós, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

Na avaliação das notas de arquitetura, no florescimento e na colheita, foram consideradas as linhas centrais da parcela, tendo-se utilizado escala de notas de 1 a 9, em que 1 indica as plantas totalmente eretas e 9, as prostradas (Collicchio et al., 1997).

A altura de plantas foi medida do nível do solo até o ápice da haste principal, tendo-se considerado três pontos representativos na parcela.

No experimento de 2007, foram colhidas as duas fileiras laterais para obtenção da produtividade de grãos.

Tabela 1. Nome de registro, tipo de grão e procedência das 36 linhagens utilizadas.

Genótipo	Grupo comercial	Procedência
IPA 6	Mulatinho	IPA
BRS Horizonte	Carioca	Embrapa
BRSMG Madrepérola	Carioca	Convênio UFV/Ufla/Embrapa/Epamig
VC 6	Carioca	Convênio UFV/Ufla/Embrapa/Epamig
Carioca 1030	Carioca	IAC
BRS Pérola	Carioca	Embrapa
BRSMG Talismã	Carioca	Convênio UFV/Ufla/Embrapa/Epamig
BRSMG Majestoso	Carioca	Convênio UFV/Ufla/Embrapa/Epamig
Ouro Negro	Preto	UFV/Epamig
Meia Noite	Preto	Epamig
BRS Supremo	Preto	Embrapa
BRS Valente	Preto	Embrapa
Ouro Vermelho	Vermelho	Convênio UFV/Ufla/Embrapa/Epamig
Vermelhinho	Vermelho	Produtor, Viçosa, MG
PF 902975	Carioca	Esal/Embrapa
CNFC8006	Carioca	Embrapa
CNFC9466	Carioca	Embrapa
CNFC9455	Carioca	Embrapa
CNFC9454	Carioca	Embrapa
CNFC9458	Carioca	Embrapa
A 805	Carioca	Ciat
UTF 0019	Carioca	Cefet, Pato Branco
LP 98-76	Carioca	Iapar
LM 93204351	Carioca	Embrapa
1840 4 HA	Preto	Estação Experimental Patos
Cornell 49-242	Preto	Austrália
LM 21135	Preto	Embrapa
Fe 732015	Preto	Embrapa
HA 911104	Preto	Embrapa
ICA Pijão	Preto	Ciat, Colômbia
Iapar 44	Preto	Iapar
Porrillo 70	Preto	Ciat, Colômbia
TB 94-01	Preto	Embrapa
Rico 1735	Preto	UFV/Epamig
A 170	Mulatinho	Ciat, Colômbia
A 525	Mulatinho	Ciat, Colômbia

Na safra de 2009, uma das fileiras centrais foi utilizada para essa avaliação, enquanto a outra foi usada para mensurar as características avaliadas após a colheita. Para medição da altura de inserção da primeira vagem no campo, tomou-se como referência o nível do solo até o ponto de inserção da primeira vagem no racimo, sem erguer a planta. Já a medida da altura de inserção da primeira vagem no laboratório, após a colheita, foi feita com a planta mantida de forma ereta. O ângulo de inserção dos ramos foi medido com auxílio de régua semicircular entre 0° e 180° (transferidor), tendo-se considerado os três ramos seguintes aos ramos das folhas primárias.

As médias do número de vagens e de ramos foram obtidas de nove plantas representativas da parcela. As medidas do diâmetro do epicótilo e do hipocótilo foram tomadas a 1 cm do nó cotiledonar, com uso de paquímetro digital. Para contagem do número de entrenós, foram considerados apenas os pertencentes a ramos ou racimos com vagens. As medidas do comprimento dos quatro primeiros entrenós na haste principal, em centímetros, foram feitas a partir do nó cotiledonar.

Os dados foram submetidos à análise de variância individual, para cada safra, e conjunta, para as duas safras, de acordo com Ramalho et al. (2005). Em todas as análises, os efeitos foram considerados como fixos, exceto o erro.

Foram obtidas as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental, entre os pares de caracteres, conforme descrito por Cruz et al. (2004). A fim de testar a significância desses coeficientes, foi utilizado o teste *t*, para as correlações fenotípicas, e o procedimento de “bootstrap” com 5.000 simulações, para as genotípicas e as ambientais. Os coeficientes de correlação genotípica foram desdobrados em componentes de efeito direto e indireto, por meio da análise de trilha descrita por Cruz et al. (2004). Para essa análise, os dados relativos aos caracteres foram padronizados. Na safra de 2007, a nota de arquitetura na colheita foi considerada como variável principal ou básica, e os caracteres produtividade, ângulo de inserção de ramos, número de vagens na haste principal e nos ramos, número de grãos por vagem, diâmetro do hipocótilo, número de ramos totais e comprimento do primeiro entrenó foram considerados variáveis explicativas primárias. Já os caracteres dias até o florescimento, altura de inserção no campo, arquitetura

na colheita e número de entrenós nos ramos com vagem foram considerados variáveis explicativas secundárias. Na definição desse diagrama de trilha (diagrama 1), cuidou-se para que o conjunto de variáveis explicativas primárias e secundárias não apresentasse colinearidade em níveis prejudiciais às estimativas dos coeficientes de regressão. O diagnóstico de multicolinearidade foi realizado conforme Cruz & Carneiro (2006). Esse diagrama de trilha não incluiu as informações relativas ao desdobramento dos coeficientes de correlação genotípica das variáveis dias até a colheita e número de entrenós na haste principal com a variável básica nota de arquitetura na colheita. Assim, um segundo diagrama de trilha (diagrama 2) foi estabelecido, tendo-se considerado o mesmo conjunto de variáveis explicativas primárias e essas duas variáveis como variáveis explicativas secundárias.

Na safra de 2009, seguindo o critério de definição dos diagramas de trilha adotados na safra de 2007, obteve-se o mesmo conjunto de variáveis explicativas primárias, com exceção da variável número de grãos por vagem, que foi substituída pela massa de 100 grãos. Para o conjunto de variáveis explicativas secundárias, foram considerados a arquitetura na colheita, o número de grãos por vagem, o número de entrenós na haste principal e nos ramos com vagem. Com este diagrama de trilha (diagrama 3), ficaram faltando apenas as informações relativas ao desdobramento dos coeficientes de correlação genotípica das variáveis dias até o florescimento e altura de inserção no campo com a variável básica arquitetura na colheita. Assim, para a safra de 2009, também foi estabelecido um segundo diagrama de trilha (diagrama 4), que considerou o mesmo conjunto de variáveis explicativas primárias e essas duas variáveis como variáveis explicativas secundárias. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Nas análises de variância individuais, observou-se efeito significativo dos genótipos sobre os caracteres mensurados, o que indica variabilidade genética entre as linhagens avaliadas. Na análise de variância conjunta (Tabela 2), o efeito dos genótipos também foi significativo para todos os caracteres avaliados. Quanto aos ambientes (anos de avaliação), o efeito foi significativo para a maior parte dos caracteres, com

exceção de nota de arquitetura na colheita, altura no florescimento, altura de inserção avaliada no laboratório e comprimentos do segundo, do terceiro e do quarto entrenós. O ambiente normalmente tem expressiva influência sobre a arquitetura das plantas (Teixeira et al., 1999; Bassett, 2004; Moreto et al., 2007).

A interação genótipo x ambiente apresentou efeito significativo para todas as características avaliadas, à exceção de nota de arquitetura na colheita e número de grãos por vagem (Tabela 2). A ocorrência de interação genótipo x ambiente para produtividade de grãos e arquitetura de plantas na cultura do feijoeiro tem sido frequentemente relatada na literatura (Collicchio et al., 1997; Oliveira et al., 2006; Moreto et al., 2007; Pereira et al., 2009).

O coeficiente de variação experimental não superou 20% para a maioria dos caracteres, o que indica boa precisão (Tabela 2). As estimativas do coeficiente de determinação genotípico, com base nas médias das safras, foram de alta magnitude para todas as características, com valores entre 66 e 98%, o que é indicativo de confiabilidade do valor fenotípico médio como preditor do valor genotípico. Embora seja uma

avaliação visual, a avaliação da arquitetura de plantas por notas apresentou elevada acurácia ($h^2 = 96,86\%$).

Em geral, as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica apresentaram o mesmo sinal (Tabela 3). Os sinais divergentes observados para alguns pares de caracteres indicam a existência de mecanismos fisiológicos distintos que atuam na determinação dos caracteres envolvidos (Falconer & Mackay, 1996). As correlações genotípicas foram, em geral, superiores às ambientais e às fenotípicas, o que mostra maior contribuição dos fatores genéticos do que os ambientais na expressão desses caracteres. Santos & Vencovsky (1986a) observaram que a ação gênica aditiva é predominante em relação à de dominância, para os caracteres altura de inserção da primeira vagem, comprimento da haste principal e número e comprimento médio dos entrenós na haste principal. Teixeira et al. (1999) também constataram que o comprimento dos entrenós é determinado predominantemente por efeito aditivo. Em um dialelo parcial, com 14 das 36 linhagens avaliadas no presente trabalho, Silva (2011) também concluiu que a ação gênica aditiva é predominante em

Tabela 2. Resumo das análises de variância conjuntas de 23 caracteres avaliados no inverno de 2007 e de 2009.

Caráter	Quadrados médios			CV (%)	$h^{2(1)}$	Média
	Genótipos (G)	Ambientes (A)	GxA			
Dias até florescimento	11,85**	59,12*	2,80**	1,71	95,94	43,86
Nota de arquitetura no florescimento	14,79**	57,04*	1,17**	14,37	97,36	4,35
Nota de arquitetura na colheita	17,32**	2,24 ^{ns}	0,71 ^{ns}	15,50	96,86	4,75
Produtividade (kg ha ⁻¹)	600.428,94**	8.105.694,23*	319.570,91**	13,81	76,39	2.726
Altura no florescimento (cm)	92,09**	290,28 ^{ns}	107,53**	7,58	88,95	42,10
Altura na colheita (cm)	333,08**	6222,65**	81,13**	16,29	89,94	35,32
Inserção 1ª vagem no campo (cm)	16,13**	534,96**	11,26**	13,68	76,49	14,24
Ângulo de inserção de ramos	145,49**	3448,46**	18,98**	10,80	92,06	31,46
Vagens na haste principal	14,47**	12,58**	3,91**	17,27	90,73	6,71
Grãos por vagem	1,02**	19,75*	0,28 ^{ns}	10,96	68,54	5,16
Vagens nos ramos	16,89**	155,86*	8,72**	22,63	82,27	7,65
Diâmetro do hipocótilo (cm)	0,02**	0,41**	0,00**	6,68	93,47	0,54
Diâmetro do epicótilo (cm)	0,02**	1,01**	0,01**	8,56	88,47	0,53
Número total de ramos	1,67**	24,74**	0,85**	12,68	81,62	4,37
Número de ramos abortados	0,78**	17,02**	0,56**	27,13	66,84	1,87
Inserção 1ª vagem no laboratório (cm)	19,89**	106,09 ^{ns}	7,41**	13,49	80,88	14,45
Entrenós na haste principal	2,81**	25,06**	0,95**	6,18	90,35	8,42
Entrenós nos ramos com vagem	7,88**	206,72**	5,24**	21,33	80,60	5,80
Comprimento 1ª entrenó (cm)	0,85**	4,87**	0,12**	7,88	93,80	2,91
Comprimento 2ª entrenó (cm)	0,61**	0,06 ^{ns}	0,05**	9,49	95,33	1,78
Comprimento 3ª entrenó (cm)	0,59**	0,04 ^{ns}	0,21**	17,65	84,97	1,69
Comprimento 4ª entrenó (cm)	0,76**	0,03 ^{ns}	0,28**	17,36	79,18	2,28
Comprimento total de entrenós (cm)	74,07**	2995,90**	52,58**	13,75	70,68	33,88

⁽¹⁾ h^2 , coeficiente de determinação genotípico. ^{ns}Não significativo. ** e *Significativo pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 3. Coeficientes de correlação fenotípica (rf), genotípica (rg) e ambiental (ra) de notas de arquitetura de plantas na colheita e produtividade de grãos, com 24 caracteres avaliados em 36 linhagens de feijão, nas safras de inverno de 2007 e de 2009.

Caráter ⁽¹⁾	M100																								
	DF	NAF	NAC	DC/Prod.	AF	AC	AIV	AR	NVHP	NGV	VR	DH	DE	NRT	NRA	AIPV	NEHP	NERV	CE1	CE2	CE3	CE4	CET		
NAC	rf	-0,47**	0,95**	1,00	-0,64**	0,12	-0,03	-0,74**	-0,01	0,79**	-0,29	0,14	0,15	-0,72**	-0,51**	0,00	-0,31	0,11	-0,13	0,08	0,35*	0,28	0,20	0,12	0,13
	rg	-0,52*	1,00**	1,00	-0,69**	0,14	-0,10	-0,83**	-0,06	0,87**	-0,38	0,21	0,19	-0,81**	-0,67**	-0,02	-0,50*	0,14	-0,16	0,10	0,37*	0,27	0,20	0,13	0,12
	ra	0,11	0,34*	1,00	-0,15	0,11	0,21*	0,09	0,12	-0,04	0,00	0,03	0,00	0,03	-0,03	0,06	0,06	0,06	0,07	0,03	0,14*	0,38**	0,24*	0,14	0,25*
Prod.	rf	-0,11	0,12	0,12	-0,07	1,00	0,37*	0,04	-0,2	-0,14	0,08	0,25	0,24	-0,36*	-0,44**	0,33*	0,15	-0,01	0,07	0,34*	0,29	0,07	-0,09	-0,01	0,34*
	rg	-0,14	0,14	0,14	-0,17	1,00	0,24	-0,02	-0,51**	-0,20	-0,02	0,35	0,10	-0,58**	-0,85**	0,35	0,31	-0,22	-0,05	0,30	0,38**	0,05	-0,19	-0,09	0,30
	ra	0,00	0,06	0,11	0,27**	1,00	0,56**	0,31**	0,31**	0,07	0,30*	0,10	0,50**	0,36**	0,31**	0,29*	-0,07	0,34**	0,41**	0,42**	0,03	0,21*	0,19	0,14	0,43**
NAC	rf	-0,49**	0,93**	1,00	0,29	0,03	-0,86**	-0,85**	-0,72**	0,79**	-0,67**	0,09	0,51**	-0,86**	-0,80**	0,16	-0,32	0,04	-0,62**	0,41*	0,30	0,41*	0,42*	0,45**	-0,48**
	rg	-0,52**	0,97**	1,00	0,32*	0,04	-0,89**	-0,95**	-0,82**	0,88**	-0,72**	0,15	0,56**	-0,92**	-0,87**	0,17	-0,37*	0,08	-0,67**	0,45**	0,32*	0,45*	0,50**	0,58**	-0,57*
	ra	-0,04	0,05	1,00	0,07	-0,05	-0,28**	-0,27**	-0,16	-0,02	-0,01	-0,04	0,16	-0,08	-0,08	0,08	-0,10	-0,27*	-0,09	0,12	0,01	-0,12	-0,07	-0,16	-0,17
Prod.	rf	-0,07	0,02	0,03	0,01	1,00	-0,06	0,05	-0,03	-0,01	0,27	0,00	0,30	-0,08	0,03	0,25	-0,04	-0,19	0,06	0,15	-0,10	-0,23	-0,20	-0,22	0,14
	rg	-0,10	0,05	0,04	0,06	1,00	-0,08	0,04	-0,05	0,01	0,37*	0,01	0,46*	-0,09	0,08	0,38	-0,05	-0,31	0,05	0,24	-0,17	-0,32	-0,23	-0,27	0,15
	ra	0,04	-0,18	-0,05	-0,18*	1,00	0,05	0,10	0,04	-0,09	-0,17	-0,02	-0,21	-0,07	-0,20	-0,12	-0,01	0,17	0,09	-0,15	0,21	0,12	-0,14*	-0,08	0,12

⁽¹⁾DF, dias até o florescimento; NAF, nota de arquitetura no florescimento; NAC, nota de arquitetura na colheita; DC/M100, dias até a colheita (2007) e massa de 100 grãos (2009); Prod., produtividade de grãos; AF, altura média de plantas no florescimento; AC, altura média de plantas na colheita; AIV, altura de inserção da primeira vagem no campo; AR, ângulo de inserção dos ramos; NVHP, número de vagens na haste principal; NGV, número de grãos/vagem; VR, número de vagens nos ramos; DH, diâmetro do hipocótilo; DE, diâmetro do epicótilo; NRA, número total de ramos; NRA, número de ramos abortados; AIPV, altura de inserção da primeira vagem no laboratório; NEHP, número de entrenós na haste principal com vagem; NERV, número de entrenós nos ramos com vagem; CE1, comprimento do primeiro entrenó; CE2, comprimento do segundo entrenó; CE3, comprimento do terceiro entrenó; CE4, comprimento do quarto entrenó; e CET, comprimento total de entrenós. ** e *Significativo pelo teste t, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

relação à de dominância, para os caracteres nota de arquitetura na colheita e diâmetro do hipocótilo.

Vale ressaltar que, nos anos de avaliação (2007 e 2009), as estimativas de correlação genotípica entre as avaliações da arquitetura no florescimento e na colheita tiveram valores próximos de 1, indício de que essa avaliação pode ser realizada tanto no florescimento quanto próximo à colheita. A atribuição de notas de arquitetura próximo do período de colheita oferece menor dificuldade, em razão da senescência das folhas. Além disso, o efeito da interação genótipo x ambiente não foi significativo para a nota atribuída na colheita (Tabela 2).

A nota de arquitetura na colheita, característica alvo avaliada no presente trabalho, correlacionou-se genotípica e fenotipicamente (>0,65) com os caracteres ângulo de inserção de ramos, altura na colheita e diâmetros do hipocótilo e do epicótilo (Tabela 3). O primeiro atributo que um caráter deve apresentar para ser utilizado na seleção indireta de plantas mais eretas é uma elevada correlação genotípica com a nota de arquitetura na colheita. Portanto, os caracteres mencionados apresentam potencial para esse fim, com destaque para ângulo dos ramos e diâmetro do hipocótilo que, além das maiores estimativas de correlação genotípica, apresentaram elevada precisão e acurácia nas suas avaliações (Tabela 2). Segundo Cruz et al. (2004), a seleção indireta é importante para os programas de melhoramento, principalmente se a seleção com base no caráter principal apresenta alguma dificuldade.

Na safra de 2007, embora não tenha havido associação linear da produtividade e dos componentes de rendimento com as notas de arquitetura de plantas, observou-se que a produtividade esteve negativamente associada com a altura de inserção da primeira vagem no campo e o diâmetro do hipocótilo e do epicótilo. Na safra de 2009, a produtividade não apresentou associação com o diâmetro do hipocótilo ou com qualquer outra característica relacionada à arquitetura de plantas. Esses resultados evidenciam a possibilidade de se obter, simultaneamente, plantas de arquitetura ereta e de elevada produtividade de grãos. Resultados similares foram obtidos por Menezes Júnior et al. (2008), Mendes et al. (2009) e Silva et al. (2009). Tanto em 2007 como em 2009, não houve correlação entre produtividade de grãos e componentes de produção. Segundo Santos & Vencovsky (1986b), a correlação entre esses caracteres,

relatada na literatura, varia amplamente, com valores positivos, nulos e até negativos.

De modo geral, as plantas eretas foram mais altas e mais tardias, e apresentaram maior diâmetro do hipocótilo e do epicótilo, maior número de entrenós na haste principal, entrenós mais curtos, primeira vagem mais alta, menor número de entrenós nos ramos, ramos com ângulos menores em relação ao eixo principal e menor número de vagens (Tabela 3).

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias sobre a variável básica (nota de arquitetura na colheita) tiveram magnitudes semelhantes nos dois anos (Tabela 4). De acordo com essas estimativas, o caráter diâmetro do hipocótilo apresentou elevadas estimativas de correlação e de efeito direto sobre a nota de arquitetura na colheita, cujas estimativas foram de -0,89 e -0,81, para a safra de 2007, e de -0,75 e -0,92, para a de 2009, respectivamente.

O ângulo de inserção dos ramos teve alta correlação, mas efeito direto relativamente baixo sobre a nota de arquitetura na colheita, em ambas as safras (Tabela 4). Assim, progênies com maiores ângulos de inserção dos ramos apresentarão maior nota de arquitetura na colheita e, portanto, serão mais prostradas. Contudo, essa característica apresentou maior influência indireta, via diâmetro do hipocótilo, que apresenta correlação genética negativa com ângulo dos ramos. Dessa forma, a estratégia de se selecionar, entre as plantas de maior diâmetro do hipocótilo, aquelas com menor ângulo é indicada para se obter plantas mais eretas.

Em 2007, verificou-se que a produtividade de grãos apresentou baixa correlação com nota de arquitetura na colheita, além de efeito direto de sinal negativo considerável (Tabela 4). Cabe ressaltar que o maior efeito indireto para essa característica também foi observado via diâmetro do hipocótilo. Portanto, na obtenção de plantas de interesse agrônomo, produtivas e com boa arquitetura, é necessário selecionar, entre as mais produtivas, as de maior diâmetro do hipocótilo. Silva et al. (2009) também verificaram que a correlação entre arquitetura e produtividade de grãos foi negativa e de pequena magnitude, ao avaliar progênies de plantas de porte ereto e prostradas. Na safra de 2009, a produtividade de grãos correlacionou-se com a nota de arquitetura na colheita. As demais características primárias também tiveram efeito na determinação da arquitetura de plantas de feijão.

Tabela 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias sobre a variável principal nota de arquitetura (diagramas 1 e 3), no inverno de 2007 e 2009⁽¹⁾.

Efeito	2007	2009
Produtividade		
Efeito direto sobre NAC	-0,5158	-0,1867
Efeito indireto via AR	-0,0743	0,0042
Efeito indireto via NVHP	-0,0094	0,0432
Efeito indireto via NGV/M100	0,0439	0,0023
Efeito indireto via VR	-0,0026	0,1074
Efeito indireto via DH	0,5130	0,0652
Efeito indireto via NRT	0,0138	-0,0103
Efeito indireto via CE1	0,1686	0,0148
Total	0,1372	0,0400
Ângulo de inserção dos ramos		
Efeito direto sobre NAC	0,3670	0,3123
Efeito indireto via AR	0,1045	-0,0025
Efeito indireto via NVHP	-0,2464	-0,0881
Efeito indireto via NGV/M100	-0,0075	0,0173
Efeito indireto via VR	-0,0008	0,1577
Efeito indireto via DH	0,6342	0,5125
Efeito indireto via NRT	0,0010	-0,0076
Efeito indireto via CE1	0,0223	-0,0185
Total	0,8741	0,8832
Número de vagens na haste principal		
Efeito direto sobre NAC	0,4583	0,1167
Efeito indireto via AR	0,0106	-0,0690
Efeito indireto via NVHP	-0,1973	-0,2358
Efeito indireto via NGV/M100	0,0309	-0,0136
Efeito indireto via VR	0,0011	-0,1032
Efeito indireto via DH	-0,4275	-0,4528
Efeito indireto via NRT	-0,0031	0,0083
Efeito indireto via CE1	-0,2508	0,0309
Total	-0,3777	-0,7183
NGV/M100		
Efeito direto sobre NAC	0,1250	0,0403
Efeito indireto via AR	-0,1811	-0,0106
Efeito indireto via NVHP	-0,0222	0,1342
Efeito indireto via NGV/M100	0,1135	-0,0395
Efeito indireto via VR	0,0016	0,0621
Efeito indireto via DH	0,0893	0,1426
Efeito indireto via NRT	0,0117	-0,0044
Efeito indireto via CE1	0,0751	-0,0075
Total	0,2129	0,3172
Número de vagens nos ramos		
Efeito direto sobre NAC	-0,0250	0,2343
Efeito indireto via AR	-0,0534	-0,0855
Efeito indireto via NVHP	0,0120	0,2103
Efeito indireto via NGV/M100	-0,0201	-0,0514
Efeito indireto via VR	-0,0078	0,0107
Efeito indireto via DH	0,2207	0,2638
Efeito indireto via NRT	0,0316	-0,0184
Efeito indireto via CE1	0,0336	-0,0039
Total	0,1917	0,5598
Diâmetro do hipocótilo		
Efeito direto sobre NAC	-0,8879	-0,7475
Efeito indireto via AR	0,2980	0,0163
Efeito indireto via NVHP	-0,2621	-0,2141
Efeito indireto via NGV/M100	0,2206	0,0707
Efeito indireto via VR	-0,0126	-0,0077
Efeito indireto via DH	0,0062	-0,0827
Efeito indireto via NRT	-0,0047	0,0022
Efeito indireto via CE1	-0,1693	0,0413
Total	-0,8117	-0,9216
Número total de ramos		
Efeito direto sobre NAC	0,0392	-0,0272
Efeito indireto via AR	-0,1820	-0,0705
Efeito indireto via NVHP	0,0092	0,0867
Efeito indireto via NGV/M100	-0,0357	-0,0358
Efeito indireto via VR	0,0372	0,0066
Efeito indireto via DH	-0,0202	0,1580
Efeito indireto via NRT	0,1066	0,0607
Efeito indireto via CE1	0,0299	-0,0059
Total	-0,0159	0,1726
Comprimento do 1º entrenó		
Efeito direto sobre NAC	0,4496	-0,0891
Efeito indireto via AR	-0,1934	0,0309
Efeito indireto via NVHP	0,0182	0,0648
Efeito indireto via NGV/M100	-0,2557	-0,0405
Efeito indireto via VR	0,0209	0,0034
Efeito indireto via DH	-0,0019	0,0102
Efeito indireto via NRT	0,3344	0,3463
Efeito indireto via CE1	0,0026	-0,0018
Total	0,3747	0,3241
R ²	0,9873	0,9838
Efeito residual	0,1129	0,1271

⁽¹⁾NAC, nota de arquitetura na colheita; AR, ângulo de inserção dos ramos; NVHP, número de vagens na haste principal; NGV/M100, número de grãos por vagem (2007) e massa de 100 grãos (2009); VR, número de vagens nos ramos; DH, diâmetro do hipocótilo; NRT, número de ramos totais; e CE1, comprimento do primeiro entrenó.

Constatou-se que os efeitos diretos e indiretos secundários das variáveis secundárias sobre a principal (nota de arquitetura na colheita), quantificados via variáveis explicativas primárias (Tabelas 5 e 6), foram majoritariamente de pequena magnitude, tanto em 2007 quanto em 2009. Nesses dois anos, sobressaiu-se a característica secundária altura média de plantas na colheita, com valores de -0,76, para efeito direto secundário, e de -0,83, para correlação com nota de arquitetura (Tabela 5, diagrama 1), em 2007, e de -0,99 e -0,95 (Tabela 6, diagrama 3) em 2009. O maior efeito dessa variável em nota de arquitetura na colheita

também foi via diâmetro do hipocótilo, para os dois anos de avaliação. De modo semelhante, Acquaah et al. (1991) apontaram o diâmetro do hipocótilo e a altura da planta como os principais indicadores efetivos da arquitetura de planta no feijoeiro.

Ao se considerar as safras isoladamente, a característica secundária dias até a colheita teve destaque em 2007, com valores de correlação de -0,69 e efeito direto secundário de -0,75 (Tabela 5, diagrama 2). Já em 2009 (Tabela 6, diagrama 4), destacaram-se as características altura de inserção da primeira vagem, com efeito direto secundário sobre

Tabela 5. Efeitos diretos e indiretos secundários das variáveis secundárias sobre a variável principal, nota de arquitetura, via variáveis primárias (diagramas 1 e 2), para o inverno de 2007⁽¹⁾.

Efeito	EST	PROD	AR	NVHP	NGV	NVR	DH	NTR	CE1	ER
Diagrama 1										
Dias até o florescimento										
Direto sobre NAC	-0,1338	0,0183	0,0254	0,2330	-0,0144	-0,0010	-0,2692	0,0032	-0,3777	0,2486
Indireto via A1V	-0,0203	0,0806	0,0181	-0,0615	-0,0037	0,0009	0,0558	-0,0022	0,0339	-0,1421
Indireto via altura na colheita	-0,3785	-0,0029	-0,1507	0,0807	0,0103	0,0003	-0,2759	0,0000	0,0258	-0,0660
Indireto via NERV	0,0046	-0,0216	-0,0080	-0,0019	0,0008	-0,0019	0,0044	0,0029	0,0072	0,0226
Total	-0,5279	0,0744	-0,1152	0,2503	-0,0071	-0,0017	-0,4848	0,0039	-0,3109	0,0632
Altura de inserção da primeira vagem										
Direto sobre NAC	-0,0905	0,3599	0,0807	-0,2746	-0,0165	0,0040	0,2493	-0,0099	0,1512	-0,6346
Indireto via dias até o florescimento	-0,0300	0,0041	0,0057	0,0522	-0,0032	-0,0002	-0,0603	0,0007	-0,0846	0,0557
Indireto via altura na colheita	0,0434	0,0003	0,0173	-0,0092	-0,0012	0,0000	0,0316	0,0000	-0,0030	0,0076
Indireto via NERV	0,0217	-0,1023	-0,0378	-0,0091	0,0036	-0,0088	0,0210	0,0139	0,0340	0,1071
Total	-0,0553	0,2621	0,0659	-0,2407	-0,0173	-0,0051	0,2417	0,0048	0,0976	-0,4643
Nota de arquitetura das plantas										
Direto sobre NAC	-0,7572	-0,0058	-0,3015	0,1614	0,0206	0,0006	-0,5520	0,0000	0,0516	-0,1320
Indireto via dias até o florescimento	-0,0669	0,0092	0,0127	0,1165	-0,0072	-0,0005	-0,1345	0,0016	-0,1888	0,1243
Indireto via A1V	0,0052	-0,0206	-0,0046	0,0157	0,0009	-0,0002	-0,0143	0,0006	-0,0087	0,0364
Indireto via NERV	-0,0062	0,0291	0,0107	0,0026	-0,0010	0,0025	-0,0060	-0,0040	-0,0097	-0,0305
Total	-0,8251	0,0118	-0,2827	0,2962	0,0133	0,0024	-0,7068	-0,0018	-0,1555	-0,0019
Número de entrenós nos ramos com vagem										
Direto sobre NAC	0,0608	-0,2860	-0,1056	-0,0254	0,0101	-0,0246	0,0588	0,0390	0,0950	0,2995
Indireto via dias até o florescimento	-0,0101	0,0014	0,0019	0,0176	-0,0011	-0,0001	-0,0204	0,0002	-0,0286	0,0188
Indireto via A1V	-0,0323	0,1287	0,0289	-0,0982	-0,0059	0,0014	0,0891	-0,0035	0,0541	-0,2269
Indireto via altura na colheita	0,0770	0,0006	0,0307	-0,0164	-0,0021	-0,0001	0,0561	0,0000	-0,0052	0,0134
Total	0,0954	-0,1554	-0,0442	-0,1223	0,0010	-0,0233	0,1837	0,0357	0,1153	0,1049
Diagrama 2										
Dias até a colheita										
Direto sobre NAC	-0,7467	0,0885	-0,2916	0,1706	-0,0151	0,0114	-0,6751	-0,0191	-0,0805	0,0642
Indireto via NEHP	0,0541	-0,0032	0,0199	0,1191	-0,0003	-0,0032	-0,0293	0,0048	-0,0735	0,0198
Total	-0,6926	0,0853	-0,2716	0,2897	-0,0154	0,0082	-0,7044	-0,0143	-0,1540	0,0839
Número de entrenós na haste principal										
Direto sobre NAC	0,1375	-0,0082	0,0506	0,3025	-0,0006	-0,0081	-0,0744	0,0121	-0,1866	0,0502
Indireto via dias até a colheita	-0,2941	0,0349	-0,1148	0,0672	-0,0060	0,0045	-0,2659	-0,0075	-0,0317	0,0253
Total	-0,1566	0,0266	-0,0642	0,3696	-0,0066	-0,0036	-0,3403	0,0046	-0,2183	0,0754

⁽¹⁾EST, estimativa; PROD, produtividade de grãos; AR, ângulo de inserção dos ramos; NVHP, número de vagens na haste principal; NGV, número de grãos por vagem; NVR, número de vagens nos ramos; DH, diâmetro do hipocótilo; NTR, número total de ramos; CE1, comprimento do primeiro entrenó, ER, efeito residual; NAC, nota de arquitetura na colheita; A1V, altura de inserção 1ª vagem; NERV, número de entrenós nos ramos com vagens; NEHP, número de entrenós na haste principal.

Tabela 6. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos secundários das variáveis secundárias sobre a variável principal, nota de arquitetura, via variáveis primárias (diagramas 3 e 4), para o inverno de 2009⁽¹⁾.

Efeito	EST	PROD	A1V	NVHP	M100	NVR	DH	NTR	CE1	ER
Diagrama 3										
Altura na colheita										
Direto sobre NAC	-0,9921	-0,0771	-0,2205	0,0132	-0,0175	-0,0429	-0,5315	-0,0069	-0,0385	-0,0704
Indireto via grãos por vagem	0,0030	0,0032	0,0034	0,0003	0,0013	0,0032	0,0016	-0,0001	-0,0012	-0,0087
Indireto via NEHP	-0,0933	-0,0043	-0,0197	0,0311	-0,0044	-0,0102	-0,1463	-0,0027	0,0443	0,0189
Indireto via NERV	0,1362	0,0716	-0,0052	0,0224	0,0044	-0,1032	0,1463	0,0130	-0,0012	-0,0120
Total	-0,9463	-0,0066	-0,2421	0,0670	-0,0161	-0,1531	-0,5300	0,0034	0,0034	-0,0721
Número de grãos por vagem										
Direto sobre NAC	-0,0505	-0,0546	-0,0574	-0,0046	-0,0228	-0,0540	-0,0265	0,0018	0,0198	0,1479
Indireto via altura na colheita	0,0582	0,0045	0,0129	-0,0008	0,0010	0,0025	0,0312	0,0004	0,0023	0,0041
Indireto via NEHP	0,0529	0,0024	0,0112	-0,0177	0,0025	0,0058	0,0830	0,0015	-0,0251	-0,0107
Indireto via NERV	0,0858	0,0451	-0,0033	0,0141	0,0028	-0,0650	0,0921	0,0082	-0,0007	-0,0075
Total	0,1464	-0,0025	-0,0366	-0,0090	-0,0166	-0,1106	0,1798	0,0119	-0,0038	0,1338
Número de entrenós na haste principal										
Direto sobre NAC	-0,1621	-0,0074	-0,0343	0,0541	-0,0076	-0,0178	-0,2542	-0,0046	0,0769	0,0328
Indireto via altura na colheita	-0,5711	-0,0444	-0,1269	0,0076	-0,0101	-0,0247	-0,3059	-0,0040	-0,0222	-0,0405
Indireto via grãos por vagem	0,0165	0,0178	0,0187	0,0015	0,0075	0,0176	0,0087	-0,0006	-0,0065	-0,0483
Indireto via NERV	0,0453	0,0238	-0,0017	0,0074	0,0015	-0,0343	0,0486	0,0043	-0,0004	-0,0040
Total	-0,6714	-0,0102	-0,1442	0,0706	-0,0087	-0,0592	-0,5029	-0,0049	0,0479	-0,0600
Número de entrenós nos ramos com vagem										
Direto sobre NAC	-0,2194	-0,1154	0,0084	-0,0361	-0,0071	0,1663	-0,2357	-0,0210	0,0019	0,0193
Indireto via altura na colheita	0,6157	0,0479	0,1368	-0,0082	0,0109	0,0266	0,3298	0,0043	0,0239	0,0437
Indireto via grãos por vagem	0,0197	0,0213	0,0225	0,0018	0,0089	0,0211	0,0104	-0,0007	-0,0077	-0,0578
Indireto via NEHP	0,0334	0,0015	0,0071	-0,0112	0,0016	0,0037	0,0524	0,0010	-0,0159	-0,0068
Total	0,4495	-0,0447	0,1748	-0,0536	0,0143	0,2176	0,1570	-0,0165	0,0022	-0,0016
Diagrama 4										
Dias até o florescimento										
Direto sobre NAC	-0,3632	0,0168	-0,0541	0,0257	-0,0050	0,0576	-0,5251	-0,0097	0,0530	0,0776
Indireto via A1V	-0,1519	0,0013	-0,0394	0,0078	-0,0030	-0,0336	-0,0656	0,0015	-0,0049	-0,0160
Total	-0,5151	0,0180	-0,0935	0,0335	-0,0080	0,0240	-0,5907	-0,0082	0,0481	0,0616
Altura de inserção da 1ª vagem										
Direto sobre NAC	-0,7453	0,0062	-0,1934	0,0383	-0,0148	-0,1649	-0,3219	0,0075	-0,0239	-0,0783
Indireto via dias até o florescimento	-0,0740	0,0034	-0,0110	0,0052	-0,0010	0,0117	-0,1070	-0,0020	0,0108	0,0158
Total	-0,8193	0,0096	-0,2044	0,0436	-0,0158	-0,1532	-0,4289	0,0055	-0,0131	-0,0625

⁽¹⁾EST, estimativa; PROD, produtividade de grãos; A1V, altura de inserção 1ª vagem; NVHP, número de vagens na haste principal; M100, massa de 100 grãos; NVR, número de vagens nos ramos; DH, diâmetro do hipocótilo; NTR, número total de ramos; CE1, comprimento do primeiro entrenó; ER, efeito residual; NAC, nota de arquitetura na colheita; NEHP, número de entrenós na haste principal; e, NERV, número de entrenós nos ramos com vagens.

nota de arquitetura de -0,75 e correlação de -0,82, e dias até o florescimento, com efeito direto secundário de -0,36 e correlação de -0,52. Novamente, os maiores efeitos dessas variáveis sobre a nota de arquitetura na colheita foram via diâmetro do hipocótilo.

O segundo atributo dos caracteres a serem utilizados na seleção indireta de plantas mais eretas é o elevado efeito direto relacionado à elevada correlação genotípica com a nota de arquitetura. Assim, o diâmetro do hipocótilo pode ser utilizado como caráter auxiliar na seleção indireta de plantas mais eretas. É importante notar que a mensuração dessa característica, além de

ser fácil e ágil, não é subjetiva, como a atribuição de notas.

Conclusões

1. Os caracteres diâmetro do hipocótilo, ângulo de inserção dos ramos e altura de plantas na colheita são os principais determinantes da arquitetura de plantas do feijoeiro.

2. O diâmetro do hipocótilo é indicador efetivo da arquitetura de plantas do feijoeiro e pode subsidiar, ou até mesmo substituir, a avaliação por notas.

Referências

- ACQUAAH, G.; ADAMS, M.W.; KELLY, J.D. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. **Crop Science**, v.31, p.261-264, 1991. DOI: 10.2135/cropsci1991.0011183X003100020004x.
- BASSETT, M.J. List of genes – *Phaseolus vulgaris* L. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.47 p.1-24, 2004.
- COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.297-304, 1997.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 382p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. v.2, 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2004. v.1, 480p.
- CUNHA, W.G. da; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, Â. de F.B. Selection aiming at upright growth habit common bean with carioca type grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.379-386, 2005.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. London: Longman, 1996. 463p.
- MENDES, F.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1312-1318, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009001000015.
- MENEZES JÚNIOR, J.A.N. de; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, Â. de F.B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, v.67, p.833-838, 2008. DOI: 10.1590/S0006-87052008000400004.
- MORETO, A.L.; RAMALHO, M.A.P.; NUNES, J.A.R.; ABREU, A. de F.B. Estimativa dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1035-1042, 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000400014.
- OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E. de S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.257-265, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006000200010.
- PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C. de; PELOSO, M.J. del; COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.29-37, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000100005.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.
- RAMALHO, M.A.P.; PIROLA, L.H.; ABREU, A. de F.B. Alternativas na seleção de plantas de feijoeiro com porte ereto e grão tipo carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1989-1994, 1998.
- SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.957-963, 1986a.
- SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v.10, p.265-272, 1986b.
- SILVA, C.A.; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A. Associação entre arquitetura de planta e produtividade de grãos em progênies de feijoeiro de porte ereto e prostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1647-1652, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009001200013.
- SILVA, V.M.P. **Melhoramento genético do porte do feijoeiro**. 2011. 60p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- TEIXEIRA, F.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v.22, p.577-582, 1999. DOI: 10.1590/S1415-47571999000400019.

Recebido em 29 de julho de 2011 e aprovado em 29 de março de 2013