

Avaliação de cultivares de feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., sob diferentes espaçamentos

Lizz Kezzy de Moraes¹, Sérgio Augusto Morais Carbonell², José Baldin Pinheiro^{3*}, Nelson da Silva Fonseca Jr⁴ e Edward Madureira Brasil³

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, C.P. 6001, 86051-970, Londrina, Paraná, Brasil. ²Centro de Plantas Graníferas, Instituto Agrônomo, C.P. 28, 13001-970, Campinas, São Paulo, Brasil. ³Melhoramento de Plantas, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. ⁴Melhoramento Genética Vegetal, Instituto Agrônomo do Paraná, C.P. 481, 86001-970, Londrina, Paraná, Brasil. *Author for correspondence. e-mail: baldin@agro.ufg.br

RESUMO. O comportamento de quatro cultivares de feijoeiro-comum, *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae-Faboideae), foi avaliado em diferentes espaçamentos. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições, em que as parcelas eram representadas pelos espaçamentos de 30, 40 e 50 cm entre linhas com 10 plantas por metro e as subparcelas pelos cultivares IAC-Carioca Pyatã, IAC-Maravilha, Carioca e Pérola, avaliando-se os caracteres: número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturação (NDM), altura da planta na maturação (APM), fechamento entre linhas (FECH) e PG (kg/ha). Os resultados obtidos mostraram efeitos significativos para cultivares para todos os caracteres em estudo e efeito significativo de espaçamento ($P < 0,05$) somente para FECH. Não houve efeito significativo na interação. O FECH mostrou efeito significativo de regressão linear ($R^2 = 0,89$) com espaçamentos. O cultivar IAC-Maravilha apresentou a maior média para NDF (57,08 dias), NDM (105,58 dias), APM (57,33 cm) e FECH (71,5 dias), não diferindo dos cultivares Pérola e Carioca para APF. Para PG, somente IAC-Maravilha diferiu dos demais apresentando a menor média de rendimento de grãos. Correlações significativas foram encontradas entre NDF e FECH ($r = 0,95$); NDF e NDM ($r = 0,95$); FECH e NDM ($r = 0,99$); NDM e APM ($r = 0,95$) e entre APM e PG ($r = -0,98$). A diminuição dos espaçamentos entre linhas propicia um aumento no rendimento de grãos. Entretanto, cultivares que apresentam maior altura e ciclos mais tardios exigem um período mais demorado para o fechamento do dossel, resultando, assim, em uma menor produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, produtividade, população de plantas.

ABSTRACT. Common bean plant assessment, *Phaseolus vulgaris* L., under different row spacing. The behavior of four common bean plant cultivars, *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae-Faboideae), under different row spacing was assessed. A randomized complete block design with split plot treatments and four replications was used. Plots had a spacing of 30, 40 and 50 cm between rows and 10 cm between plants in each row (10 plants per meter). Subplots received IAC-Carioca Pyatã, IAC-Maravilha, Carioca and Pérola cultivars. The assessed traits were number of days to flowering (NDF), plant height at flowering (APF), number of days to maturity (NDM), plant height at maturity (APM), row closing (FECH) and PG (kg/ha). Results revealed significant effects of cultivars on traits under analysis; significant effects of spacing ($P < 0.05$) for FECH only; no significant effect on interaction. FECH showed a significant linear regression effect ($R^2 = 0.89$) with row spacing. Cultivar IAC-Maravilha had highest average for NDF (57.08 days), NDM (105.58 days), APM (57.33 cm) and FECH (71.5 days). It did not differ from cultivars Pérola and Carioca for APF. Only cultivar IAC-Maravilha was different from the others for PG, with the lowest average in grain yield. Significant correlation was found between NDF and FECH ($r = 0.95$); between NDF and NDM ($r = 0.95$); FECH and NDM ($r = 0.99$); NDM and APM ($r = 0.95$); APM and PG ($r = -0.98$). Reduction of spacing between lines favored an increase in yield. However, cultivars with greater stature and later maturing cycles demanded a longer period to develop a canopy capable of closing row space. A lower yield was consequently produced.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, productivity, plant population.

O feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae-Faboideae), é planta leguminosa que exige técnicas aprimoradas para que se possa obter o máximo de rendimento por área. Destacam-se, dentre essas técnicas, a adequação de espaçamento e densidade de semeadura, pois elas permitem atingir maiores produções através de populações mais adequadas, dependendo do hábito de crescimento e época de cultivo (Instituto Agrônômico do Paraná, 1989).

De acordo com Silva *et al.* (1996), as épocas recomendadas para o cultivo do feijoeiro podem ser definidas como: cultivo das “águas”, que vai de setembro a dezembro, da “seca” ou safrinha, de janeiro a março e o de “outono-inverno” ou terceira época. Na terceira época, há a necessidade de irrigação, pois a semeadura ocorre entre maio e julho, meses com poucas chuvas na região central do Brasil.

Com o crescente aumento da área de cultivo no inverno, Del Peloso (1990) reporta a necessidade de estudar novas alternativas de sistemas de produção de novos cultivares e mesmo daquelas tradicionalmente plantadas, a fim de que estas possam expressar o seu potencial de rendimento. Esses estudos seriam necessários em razão do alto custo de irrigação, proporcionando ao agricultor maior margem de lucro.

A população ideal de plantas de feijoeiro em uma lavoura, além de contribuir diretamente para maximizar a produtividade e a qualidade do produto colhido, constitui uma forma de controle cultural de plantas daninhas, pois o feijoeiro pode ocupar espaços onde as plantas daninhas estariam se desenvolvendo. A densidade de plantio empregada para o feijoeiro irrigado varia de 200 a 375 mil plantas.ha⁻¹, com uma combinação de 12 a 15 plantas.m⁻¹, com espaçamento de 40 a 60 cm entre linhas, dependendo do cultivar e da fertilidade do solo (Del Peloso, 1996).

Ensaios de campo envolvendo diferentes espaçamentos e densidades de plantas de feijoeiro realizadas na América Central pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1975) observaram que a medida que se altera a densidade de plantas, conseqüentemente variando o grau de competição entre elas, a produção e seus componentes são significativamente afetados. Observaram também que o hábito de crescimento é a característica mais importante na determinação do comportamento varietal. Assim, concluíram que cultivares de hábito de crescimento tipo I responderam significativamente às maiores densidades de plantio e os tipos II e III apresentam respostas moderadas, com rendimentos maiores nas

menores densidades. No Estado de São Paulo, Almeida *et al.* (1975), utilizando o cultivar Carioca, com hábito indeterminado de crescimento tipo III, compararam os espaçamentos de 30 e 40 cm entre linhas, concluindo que se deve optar pelos espaçamentos maiores para diminuir os gastos com sementes e facilitar os tratos culturais.

No Estado do Paraná, Faria e Krantz (1982), ao conduzirem oito ensaios, usando espaçamentos de 30, 40, 50 e 60 cm entre linhas e 10, 15 e 20 plantas.m⁻¹, e utilizando os cultivares Goiano Precoce, Aroana e Carioca, observaram que, em relação ao cultivar Goiano Precoce (tipo I), as maiores produtividades foram alcançadas nos espaçamentos de 40 e 50 cm, sendo praticamente iguais entre si e muito pouco superiores às obtidas nos espaçamentos de 30 e 60 cm, em quaisquer densidades avaliadas. No caso do Aroana (tipo II), a maior produtividade foi obtida no espaçamento de 50 cm e para o cultivar Carioca (tipo III), o espaçamento de 40 cm foi mais produtivo que os demais. Os autores observaram que as maiores médias de produtividade foram encontradas para o cultivar Carioca no espaçamento de 40 cm, isto sendo possível devido ao hábito de crescimento.

Arf *et al.* (1996) estudaram diversos espaçamentos entre linhas (0,20x0,80; 0,30x0,80; 0,20x0,70; 0,30x0,70; 0,60 e 0,50) e densidades de semeadura (8, 12 e 16 plantas.m⁻¹) e verificaram um aumento do número de vagens e de sementes por planta em parcelas com densidades menores; porém, a maior produtividade foi obtida com o maior valor de densidade (16 plantas.m⁻¹).

Estudos realizados no Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar), Estado do Paraná, com vários espaçamentos combinados com diferentes densidades, mostraram efeitos significativos para espaçamento e densidade. Segundo Lollato (1997), esses estudos indicaram como os mais produtivos ensaios em que as parcelas foram semeadas entre 30 e 40 cm com densidade, próxima a de 10 plantas.m⁻¹ por metro.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e o desenvolvimento de quatro cultivares de feijoeiro, sob três espaçamentos entre plantas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás no município de Goiânia, Estado de Goiás, no inverno de 1997, com a finalidade de verificar o efeito do espaçamento sobre diferentes cultivares de feijoeiro.

Os cultivares foram IAC-Carioca Pyatã, Carioca e Pérola com tipo de grão carioca e o cultivar IAC-Maravilha de grão preto. O cultivar IAC-Carioca Pyatã possui hábito de crescimento indeterminado tipo II, com porte ereto e ciclo médio de 105 dias na época de inverno. O Carioca de hábito de crescimento indeterminado tipo III e porte prostrado apresenta ciclo médio de 90 dias. O cultivar Pérola de hábito de crescimento indeterminado tipo III, com porte semi-ereto, apresenta ciclo médio de 90 dias. O IAC-Maravilha apresenta hábito de crescimento indeterminado tipo II, porte ereto adequado à colheita mecânica, ciclo médio de 105 dias na época de inverno.

A adubação foi realizada na semeadura com 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-30-16, e trinta dias depois, em cobertura, utilizando 100 kg.ha⁻¹ de uréia. Irrigação suplementar foi utilizada conforme as necessidades da cultura. Os espaçamentos testados foram de 30, 40 e 50 cm entre linhas de semeadura, mantendo em cada linha 10 plantas.m⁻¹, correspondendo às populações de 333.333, 250.000 e 200.000 plantas.ha⁻¹, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com as parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo as parcelas os espaçamentos e as subparcelas as cultivares. A subparcela era constituída de quatro linhas de 3 m. Foi realizado um desbaste com a finalidade de deixar 10 plantas.m⁻¹. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades da cultura. A colheita ocorreu após a maturação de campo dos cultivares, sendo na área útil de cada subparcela representada pelas duas linhas centrais que corresponderam a uma área de 1,8 m², 2,4 m² e 3,0 m² para os espaçamentos de 30, 40 e 50 cm, respectivamente.

As avaliações foram realizadas em dois estádios fenológicos do feijoeiro, segundo a escala de Gepts e Fernández (1982):

No estádio R₆ em que ocorre a abertura da primeira flor, foram avaliados os seguintes caracteres:

NDF: Número de dias para o florescimento, correspondendo, em dias, ao intervalo desde a data de semeadura ao florescimento mínimo de 50% da área útil da subparcela;

APF: Altura da planta no florescimento, correspondendo à altura da planta, em centímetros, no dia do florescimento mínimo de 50% da área útil da subparcela, sendo mensurada do pé da haste principal até o ápice da planta. Para os cultivares de hábito II e do pé da haste principal à última gema apical para o cultivar de hábito III;

FECH: Fechamento entre linhas, correspondendo, em dias, do intervalo desde a

semeadura ao fechamento de 50% da entrelinha nas subparcelas.

No estádio R₉ em que ocorre a maturação fisiológica das plantas, foram avaliados os seguintes caracteres:

NDM: Número de dias para a maturação, correspondendo, em dias, ao intervalo desde a semeadura até a maturação;

APM: Altura da planta na maturação, correspondendo à altura da planta, em cm, do pé da haste principal à inserção da última vagem na época da maturação;

PG (kg/ha): correspondendo à produtividade de grãos de cada cultivar em cada espaçamento.

As análises estatísticas foram efetuadas pelo programa GENES. Foram realizadas análises de variância, correlação simples e análise de regressão.

Resultados e discussão

Na análise de variância (Tabela 1), verificaram-se efeitos significativos para cultivares (C) com (p<0,01) para todas as características. Esses resultados indicam a variabilidade existente entre os cultivares Pérola, IAC-Maravilha, IAC-Pyatã e Carioca. O efeito significativo para espaçamento (E) foi significativo, com (p<0,05) apenas para o caráter FECH, detectando que o espaçamento tem forte influência nessa característica. Não houve efeito significativo na interação E x C para nenhum caráter. Observa-se, com base na equação de regressão linear apresentada (Figura 1), um maior número de dias necessário para o fechamento das entrelinhas à medida que se aumenta o espaçamento.

Comparando-se o comportamento dos cultivares em relação à média de cada característica avaliada (Tabela 2), verifica-se a variabilidade existente entre eles. Em relação ao caráter NDF e NDM, o cultivar IAC-Maravilha apresentou a maior média (57,08 e 105,58 dias), sendo que a menor média (49 e 96,66 dias) foi observada no cultivar Carioca. Para APF os cultivares Pérola, Carioca e IAC-Pyatã diferem estatisticamente entre si, e o cultivar IAC-Maravilha não difere dos cultivares Pérola e Carioca, indicando que esses cultivares apresentam comportamento similar para a altura no florescimento, mesmo apresentando hábito de crescimento diferenciado. Para APM, o cultivar IAC-Maravilha apresentou a maior altura, com 57,33 cm, diferindo dos demais cultivares que não diferiram entre si para esse caráter em estudo. Em FECH e PG, houve diferença significativa somente entre os cultivares IAC-Maravilha e Carioca, sendo que o primeiro apresentou a maior média para FECH (71,50 dias) e a

menor média de PG (3397,91 kg/ha). O cultivar Carioca apresentou a menor média para FECH (54,75 dias) e a maior média para PG (4165,83 kg/ha).

Tabela 1. Quadrados médios de seis caracteres¹ avaliados em quatro cultivares de feijão cultivados em diferentes espaçamentos em feijão cultivado em época de inverno, em Goiânia, Estado de Goiás

FV	GI	NDF	APF	FECH	NDM	APM	PG
Bloco	3	1,38 ^{ns}	36,30 ^{ns}	134,69 ^{ns}	5,01 ^{ns}	14,62 ^{ns}	300,864 ^{ns}
Espaçamento (E)	2	0,06 ^{ns}	17,68 ^{ns}	1050,43*	2,25 ^{ns}	42,75 ^{ns}	2.639,584 ^{ns}
Resíduo (a)	6	0,45	14,07	57,21	6,83	32,77	695,328
Cultivar (C)	3	139,39**	497,58**	570,25**	159,94**	299,5**	1.322,218*
EXC	6	0,53 ^{ns}	9,68 ^{ns}	46,77 ^{ns}	1,94 ^{ns}	21,66 ^{ns}	702,602 ^{ns}
Resíduo (b)	27	0,72	15,17	63,09	2,62	30,98	318,236
Média Geral		53	42,87	63,87	101,25	50,04	3.860,10
CV (%) - parcelas		1,61	9,08	12,44	1,60	11,08	14,61

¹NDF = Número Dias para Florescimento; APF = Altura de Planta no Florescimento; FECH = Número de Dias para Fechamento entre Linhas; NDM = Número de Dias para a Maturação; APM = Altura da Planta na Maturação; PG = Produtividade de grãos; *, ** Referente a 5% e 1% de significância pelo teste F; ^{ns} Não significativo pelo teste F.

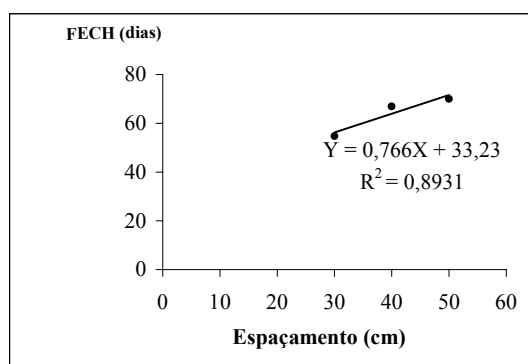


Figura 1. Equação de regressão linear para o caráter FECH (dias) em cultivares de feijão, em função de três espaçamentos

Tabela 2. Médias dos cultivares para os seis caracteres¹ avaliados em feijão cultivado em época de inverno, em Goiânia, Estado de Goiás

Cultivar	NDF	APF	NDM	APM	FECH	PG
Pérola	54,00b*	49,16a	101,08b	49,08b	64,50ab	4013,25
IAC-Maravilha	57,08a	46,41ab	105,58a	57,33a	71,50a	3397,91
Carioca	49,00d	41,41b	96,66c	45,58b	54,75b	4165,83
IAC-Pyatã	51,91c	34,50c	101,66b	49,00b	64,75b	3863,58

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de significância

O cultivar Carioca, por apresentar um porte mais prostrado, tende a se fechar mais rápido nas entrelinhas que um cultivar de porte mais ereto como o IAC-Maravilha. Sob o ponto de vista fisiológico, segundo Rocha (1991), com o fechamento mais rápido das entrelinhas, há uma tendência em ocorrer uma maior competição das plantas por luz. Por isso, há o estiolamento das plantas, que resulta em maior crescimento que pode ser verificado pelo maior número de ramos e conseqüentemente pela maior produtividade.

Na análise de correlação (Tabela 3), verificou-se correlação positiva entre NDF e NDM. Essas correlações implicam que cultivares que demoram a florescer conseqüentemente terão ciclos mais tardios. Correlações significativas também foram detectadas entre NDF e FECH e entre NDM e FECH. Com esses resultados, observa-se que plantas que apresentam maior número de dias para florescer e maior número de dias para maturação levarão um maior número de dias para fechamento das entrelinhas. Para NDM e APM, as correlações positivas implicam em plantas que apresentam ciclos mais tardios se apresentarão com maior altura na maturação. A correlação entre PG e NDM foi negativa e significativa, sendo assim, os cultivares de ciclos tardios e conseqüentemente com maior altura, produzirão menos grãos e exigirão um período maior para o fechamento do dossel, culminando numa menor PG. Os resultados mostram-se similares aos encontrados por Faria e Krantz (1982), Fronza et al. (1994) e Lollato (1997), que verificaram efeitos significativos de produtividade dos espaçamentos menores e maiores densidades populacionais, discordando dos obtidos pelo CIAT (1975), Almeida et al. (1975) e Arf et al. (1996). Espaçamentos menores favorecem o fechamento das entrelinhas, dificultando o desenvolvimento de plantas daninhas e assim, diminuindo gastos com tratamentos culturais. No entanto, podem favorecer a ocorrência de doenças foliares abaixo do dossel, e conseqüentemente maiores gastos com fungicidas. Mesmo assim, mostram uma compensação em função da maior população de plantas por área, apresentando produtividades superiores.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a diminuição dos espaçamentos entre linhas propicia um aumento no rendimento de grãos. Entretanto, cultivares que apresentam maior altura e ciclo tendem a um fechamento de entrelinhas mais demorado, resultando, assim, em uma menor produtividade de grãos.

Tabela 3. Estimativa das correlações fenotípicas para seis variáveis¹ avaliadas em feijão cultivado em época de inverno

	NDF	APF	FECH	NDM	APM	PG
NDF	.	0,54	0,95*	0,95*	0,93	-0,87
APF	.	.	0,28	0,25	0,36	-0,18
FECH	.	.	.	0,99**	0,92	-0,91
NDM	.	.	.	.	0,95*	-0,94
APM	.	.	.	.	.	-0,98*
PG	.	.	.	.	.	.

¹NDF = Número de dias para florescimento; APF = Altura da planta no florescimento; FECH = Número de dias para fechamento entre linhas; NDM = Número de dias para a maturação; APM = Altura da planta na maturação; PG = Produtividade de grãos; *Pelo teste t, os valores requeridos para significância das correlações fenotípicas nos níveis de 5 e 1%, deverão ser superiores ou iguais 0,95 e 0,99, respectivamente

Referências

- ALMEIDA, L. D'. A. *et al.* Efeito da Incorporação da Massa Vegetal, da Adubação e do Espaçamento, na produção do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 34, n. 1, p. 43-47, 1975.
- ARF, O. *et al.* Efeito de Diferentes Espaçamentos e Densidades de Semeadura sobre o Desenvolvimento do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquis. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 31, n. 9, p. 629-634, 1996.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL-CIAT. Sistemas de Produccion de Frijol. *Informe Anual*. Cali, Colômbia: CIAT. 1975. p.156-157.
- DEL PELOSO, M. J. Situação da Cultura de Feijão Irrigado no Estado de Goiás. In: REUNIÃO SOBRE FEIJÃO IRRIGADO (GO, DF, MG, ES, SP, RJ), 1, 1990, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1990. p.79.
- DEL PELOSO, M. J. Cultivo Irrigado em Terras Altas. In: ARAÚJO, R. S. *et al.* (Ed.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.517-584.
- FARIA, R. T.; KRANTZ, N. M. Determinação de Espaçamentos e Densidades Adequadas para Cultivares de Diferentes Portes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982, p.118-119.
- FRONZA, V. *et al.* Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte ereto ao efeito de espaçamento entre linhas e adubação mineral. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 237, p.567-583, 1994.
- GEPTS, P.; FERNÁNDEZ, F. Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia: CIAT, 1982. 10p. (mimeografado).
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ-IAPAR. *O feijão no Paraná*. Londrina, 1989. (Iapar, Circular, 63).
- LOLLATO, M. D. Efeito de População Plantas e a Colheita Mecânica na Cultura do Feijão. In: *Tecnologia da produção do feijão irrigado*. Piracicaba: Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997. p.166-174.
- ROCHA, J. A. M. *Produção de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de plantas*. 1991. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.
- SILVA, C. C. *et al.* Estabelecimento da Cultura. In: ARAÚJO, R. S. *et al.* (Ed.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.417-428.

Received on September 05, 2000.

Accepted on February 09, 2001.