

POPULAÇÃO DE PLANTAS E RENDIMENTO DE GRÃOS EM FEIJOEIRO COMUM DE CICLO PRECOCE¹

Agostinho Dirceu Didonet² e Joaquim Geraldo Cáprio da Costa²

ABSTRACT

PLANT POPULATION AND YIELD OF EARLY DRY BEANS

The objective of this research was to study the effect of row spacing and the number of plants in the row on grain yield, yield components, pod growth and pod abortion rates of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), as variables for selecting and evaluating early lines. The experiment was conducted under field conditions at the "Embrapa Arroz e Feijão research center, in Goiás, in the winter of 2000. The genotypes, Jalo Precoce, indeterminate growth habit and the PR93201472 line determinate growth habit, and both with cycles of 75 to 80 days were sowed in row spacings of 0.30 m, 0.40 m and 0.50 m, with ten, thirteen and sixteen plants per meter. During the pod filling period the traits evaluated were the numbers of pods and seeds per plant, pod and seed dry weight, pod growth rate and pod abortion rate. Grain yield and yield components were also evaluated at physiological maturity. Grain yield was significantly influenced by row spacing and maximum yield was obtained in the 0.40 m row spacing. The number of seeds per area was the trait that best explained seed yield variation.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris*, row spacing, yield components.

INTRODUÇÃO

A distribuição espacial de plantas na área, numa cultura de feijoeiro comum, é de grande importância sob vários aspectos. O controle de doenças, ervas daninhas, colheita, acamamento, aproveitamento de água e fertilizantes, gastos com sementes e tratamentos culturais são alguns fatores afetados pela distribuição e quantidade de plantas na área (Teixeira *et al.* 1999, Collicchio *et al.* 1997).

O rendimento de grãos do feijoeiro comum, em monocultivo, é influenciado pelo espaçamento entre linhas, sendo reduzido o efeito da densidade de

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do espaçamento entre linhas e do número de plantas na linha, no rendimento de grãos, nos componentes do rendimento e nas taxas de acúmulo de massa seca e abortamento de vagens do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), para subsidiar a seleção e avaliação de linhagens precoces. O experimento foi conduzido em condições de campo, na Embrapa Arroz e Feijão, GO, no inverno de 2000. Utilizou-se a cultivar de hábito de crescimento indeterminado Jalo Precoce e a linhagem experimental de hábito de crescimento determinado PR93201472, ambas com ciclo de 75 a 80 dias. Foram testados os espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m e 0,50 m, com 10, 13 e 16 plantas/m. Durante o período de enchimento de grãos, avaliou-se o número de vagens e de grãos por planta, a massa seca de vagens e grãos, e as taxas de acúmulo de massa seca das vagens e de queda de vagens. O rendimento de grãos e os componentes do rendimento foram avaliados na maturação fisiológica. O rendimento de grãos foi afetado somente pelo espaçamento entre linhas, sendo o espaçamento de 0,40 m o que apresentou maior rendimento. O número de grãos por unidade de área foi a variável que melhor explicou as alterações no rendimento de grãos, em função dos espaçamentos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, espaçamento, componentes do rendimento.

plantas na linha de plantio (Stone & Pereira 1994). Por outro lado, o rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (Stone & Pereira 1994; Shimada *et al.* 2000). Em geral, aumentos na população de plantas por área, em uma mesma cultivar, têm efeito no padrão de distribuição das vagens na planta (Horn *et al.* 2000). O número de vagens e o número de grãos por planta são os componentes do rendimento mais afetados por variações na densidade de plantas na linha de plantio, e pelo espaçamento entre linhas. Tais variações nem

1. Trabalho recebido em jul./2003 e aceito para publicação em jun./2004 (registro nº 560).

2. Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.

E-mails: didonet@cnpaf.embrapa.br; caprio@cnpaf.embrapa.br

sempre estão relacionadas com o rendimento de grãos (Shimada *et al.* 2000). No entanto, poucos são os estudos sobre o efeito de espaçamento e densidade, em plantas de feijoeiro comum de ciclo precoce e de hábito de crescimento determinado, na taxa de acúmulo de massa seca de vagens e na taxa de abortamento de vagens.

O objetivo deste experimento foi estudar em feijoeiro comum, o efeito do espaçamento e da densidade sobre o rendimento de grãos e seus componentes, bem como sobre as taxas de acúmulo de massa seca e abortamento de vagens. Enfocou-se a avaliação de genótipos de ciclo precoce, com a finalidade de subsidiar a seleção e avaliação de linhagens e cultivares deste ciclo, em programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições de campo, na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO, localizado a 16°28' de latitude sul, 49°17' de longitude oeste e altitude de 823 m, em latossolo vermelho-escuro distrófico, de textura argilosa, durante a estação seca do ano 2000 (terceira safra). A cultura foi irrigada por aspersão, sem limitação de nutrientes e com controle preventivo de pragas e doenças. Utilizou-se a cultivar Jalo Precoce, de hábito de crescimento indeterminado, e a linhagem experimental PR93201472, de hábito de crescimento determinado, ambas com ciclo de 75 a 80 dias.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m e 0,50 m constituíram as parcelas, e a combinação das densidades de 10, 13 e 16 plantas/m com a variedade e a linhagem experimental constituíram as subparcelas. Cada subparcela constituiu-se de oito fileiras de plantas com 6 m de comprimento.

A partir do início do enchimento de grãos e até a maturação fisiológica, foram coletadas duas plantas representativas de cada subparcela, duas vezes por semana, para avaliação do número de vagens, número de grãos, e massa seca de vagens e grãos. O rendimento de grãos a 13% de umidade e os componentes do rendimento foram determinados a partir da coleta de plantas em 2,0 m, nas três fileiras centrais de cada subparcela, por ocasião da colheita. A taxa efetiva de crescimento das vagens foi determinada por meio da inclinação da equação de regressão linear entre o acúmulo de massa da matéria

seca de vagens e o número de dias após o início da floração, durante a fase de acúmulo linear de massa de matéria seca de vagens (Johnson & Tanner 1972). O número de vagens abortadas diariamente por unidade de área (taxa de queda de vagens), no período amostrado, também foi estimado por meio da inclinação da equação de regressão linear ajustada entre o número de vagens e o número de dias após o início da floração. Os demais resultados foram submetidos a análise de variância e teste de médias (Duncan a 5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo das variações no número de plantas na linha sobre o rendimento de grãos, tanto para a cultivar Jalo Precoce, quanto para a linhagem experimental PR93201472 (Tabela 1). Por outro lado, entre os espaçamentos estudados, o melhor rendimento foi obtido com 0,40 m entre linhas, tanto na cultivar quanto na linhagem. Também não houve interação significativa entre o espaçamento e o número de plantas por metro, indicando que o rendimento de grãos pode ser alterado basicamente em função de diferentes espaçamentos mas não pelo número de plantas/m (Tabela 2). O aumento na densidade de plantas por metro não influenciou estatisticamente a produtividade de grãos, mas, segundo Aphalo *et al.* (1999), pode modificar o padrão de distribuição das vagens, tornando-as mais concentradas na parte superior da planta. Assim, o aumento na população de plantas em um mesmo espaçamento, pode facilitar a colheita mecanizada, uma vez que o maior número das vagens é deslocado para os nós mais altos. Isso

Tabela 1. Efeito do espaçamento entre linhas e do número de plantas na linha sobre o rendimento de grãos da cultivar de feijoeiro comum Jalo Precoce e da linhagem experimental PR93201472¹

Tratamento	Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	
	Jalo Precoce	PR93201472
----- Espaçamento entre linhas (m) -----		
0,30	2.223c	2.573b
0,40	2.744a	3.256 ^a
0,50	2.406b	2.561b
----- Número de plantas/m -----		
10	2.560a	2.785a
13	2.360a	2.881a
16	2.454a	2.723a
Média	2.458B	2.797A

¹ Valores seguidos da mesma letra minúscula, em cada coluna, e mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância do rendimento de grãos da cultivar de feijão Jalo Precoce e da linhagem experimental PR93201472, nos espaçamentos de 0,30 m, 0,40 m e 0,50 m e densidades de 10, 13 e 16 plantas por metro

Fonte de Variação	GL	QM	Pr > F
Espaçamento (E)	2	2.548.904	0,0001
Densidade (D)	2	43.136	0,3121
Interação E x D	4	38.554	0,5384
Resíduo (a)	24	167.434	-
CV _a = 15,6%	-	-	-
Variedade (V)	1	2.066.937	0,0004
Interação E x V	2	190.817	0,1984
Interação D x V	2	153.118	0,2700
Interação E x D x V	4	32.666	0,4220
Resíduo (b)	27	111.562	-
CV _b = 12,7%	-	-	-

é resultado da competição por luz, que tem reflexos sobre o desenvolvimento da planta.

Na cultivar Jalo Precoce, a taxa efetiva de acúmulo de massa de matéria seca nas vagens por unidade de área (g.m²/dia) reduziu à medida que o espaçamento aumentou, passando de 11,7 g.m²/dia, a 0,30 m, para 7,5 g.m²/dia, a 0,50 m (Tabela 3), não havendo, portanto, correlação com o rendimento de grãos (Tabela 1). Na linhagem experimental PR93201472, a maior taxa efetiva de acúmulo de massa de matéria seca nas vagens, por unidade de área, foi no espaçamento de 0,40 m (17,4 g.m²/dia),

Tabela 3. Efeito de diferentes espaçamentos entre linhas na taxa efetiva de crescimento de vagens e na taxa diária de abortamento de vagens da cultivar de feijoeiro comum Jalo Precoce e da linhagem experimental PR93201472

Espaçamento entre linhas (m)	Taxa efetiva de crescimento de vagens ¹		Taxa diária de abortamento de vagens ²	
	(g.m ² /dia)	r ² – linear	(vagens.m ² /dia)	r ² – linear
----- Cultivar Jalo Precoce -----				
0,30	11,7	0,9601**	13,9	0,8068 *
0,40	8,7	0,9043**	16,2	0,9767**
0,50	7,5	0,9397**	9,7	0,8917**
----- Linhagem PR93201472 -----				
0,30	13,2	0,9637**	43,6	0,9528**
0,40	17,4	0,9857**	41,7	0,9677**
0,50	10,3	0,9887**	29,2	0,9541**

* e ** - Valores significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹- A taxa efetiva de crescimento de vagens foi estimada pela inclinação da equação de regressão linear ajustada entre o acúmulo de massa da matéria seca de vagens durante o período linear de crescimento das vagens e dias após o início da floração.

²- O número de vagens abortadas diariamente por unidade de área (taxa de queda de vagens), no período amostrado, também foi estimado por meio da inclinação da equação de regressão linear ajustada entre o número de vagens e dias após o início da floração.

seguido dos espaçamentos de 0,30 m (13,2 g.m²/dia) e 0,50 m (10,3 g.m²/dia) (Tabela 3). Dessa maneira, nem sempre a maior taxa efetiva de acúmulo de massa de matéria seca das vagens de plantas individuais, cultivadas em espaçamento maior, é suficiente para compensar o menor número de vagens por unidade de área em maiores espaçamentos.

A taxa diária de queda de vagens por unidade de área foi menor no espaçamento de 0,50 m do que nos espaçamentos de 0,30 m e 0,40 m, tanto na cultivar, quanto na linhagem experimental (Tabela 3). Isso demonstra o ajustamento do número de vagens por planta de acordo com a disponibilidade de fotoassimilados. O maior abortamento de vagens nos espaçamentos menores pode ser reflexo da incapacidade da planta em suprir adequadamente as vagens vingadas, em função do autossombreamento que se estabelece nessa fase fenológica da planta (Binnie & Clifford 1999).

O número de vagens/planta foi positivamente correlacionado com o rendimento de grãos (Figura 1a), evidenciando que ambos os genótipos testados não compensam as variações do rendimento de grãos em função do espaçamento, somente alterando o número de vagens das plantas em diferentes espaçamentos. Embora o número de grãos por planta tenha relação com o número de vagens por planta, este não explicou satisfatoriamente as variações no rendimento de grãos em função do espaçamento (Figura 1b). A massa seca de cem grãos, que aumentou de acordo com o espaçamento (Tabela 4), também não compensou as perdas de rendimento com o menor número de plantas. Essa compensação do aumento no número de vagens e da

Tabela 4. Efeito do espaçamento entre linhas e do número de plantas na linha sobre a massa seca de cem grãos da cultivar de feijoeiro comum Jalo Precoce e da linhagem experimental PR93201472¹

Tratamento	Massa de grãos secos (g/100 grãos)	
	Jalo Precoce	PR93201472
----- Espaçamento entre linhas (m) -----		
0,30	32,3b	34,7b
0,40	34,9a	35,6ab
0,50	35,6a	37,8a
----- Número de plantas/m -----		
10	34,4a	36,5a
13	34,8a	36,2a
16	33,6a	35,5a
Média	34,3B	36,1A

¹- Valores seguidos da mesma letra minúscula, em cada coluna, e mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

massa seca do grão, em função do aumento do espaçamento entre linhas, é comum tanto no feijoeiro comum (Shimada *et al.* 2000), quanto na soja (Singer 2001).

A variável que melhor explicou o rendimento de grãos nos diferentes espaçamentos foi o número de grãos por unidade de área, em ambos os genótipos estudados (Figura 1c). O número de vagens por

planta, de vagens por unidade de área, a massa seca de cem grãos, bem como a taxa diária de abortamento de vagens e o acúmulo de massa seca diária pelas vagens, foram todos compensados entre si, porém de forma diferencial entre a cultivar e a linhagem experimental. Estes resultados estão de acordo com dados observados na literatura, evidenciando que o espaçamento adequado para a maioria das cultivares de feijoeiro comum situa-se entre 0,40 m e 0,60 m. Em cultivares de hábito de crescimento indeterminado, do tipo II, Arf *et al.* (1996) e Valério *et al.* (1999) não observaram efeito do espaçamento no rendimento de grãos. Entretanto, Horn *et al.* (2000), no mesmo tipo de cultivar, constataram efeito do espaçamento no rendimento de grãos.

Em geral, as variações ocorridas no rendimento de grãos em função de variações na população de plantas estão correlacionadas com o número de vagens/planta e o número de grãos/vagem (Teixeira *et al.* 2000). Esses efeitos refletiram-se no número de grãos por unidade de área, fator que incorpora as variações no número de grãos/vagem e de vagem/planta. Na linhagem experimental PR93201472, o rendimento de grãos também foi correlacionado com a taxa diária de acúmulo de massa seca pelas vagens por unidade de área, enquanto na cultivar Jalo Precoce essa taxa teve relação inversa com o espaçamento, não se associando com o rendimento de grãos. Assim, apesar da influência do espaçamento no número de grãos/planta, número de vagens/planta, massa seca do grão e número de grãos/vagem, o número de grãos por unidade de área parece ser o principal componente do rendimento afetado pelos espaçamentos, nos genótipos estudados.

Os ajustes nos componentes do rendimento de grãos, nas taxas de acúmulo de massa seca e no abortamento de vagens, em função de diferentes espaçamentos, ocorrem para adequar o número de grãos por unidade de área, possivelmente determinado pela disponibilidade de fotoassimilados. Dessa maneira, o conhecimento das respostas das linhagens experimentais avançadas a diferentes populações de plantas torna-se importante para a seleção, avaliação e recomendações de manejo do cultivo, com vistas ao aproveitamento máximo do potencial produtivo de um genótipo.

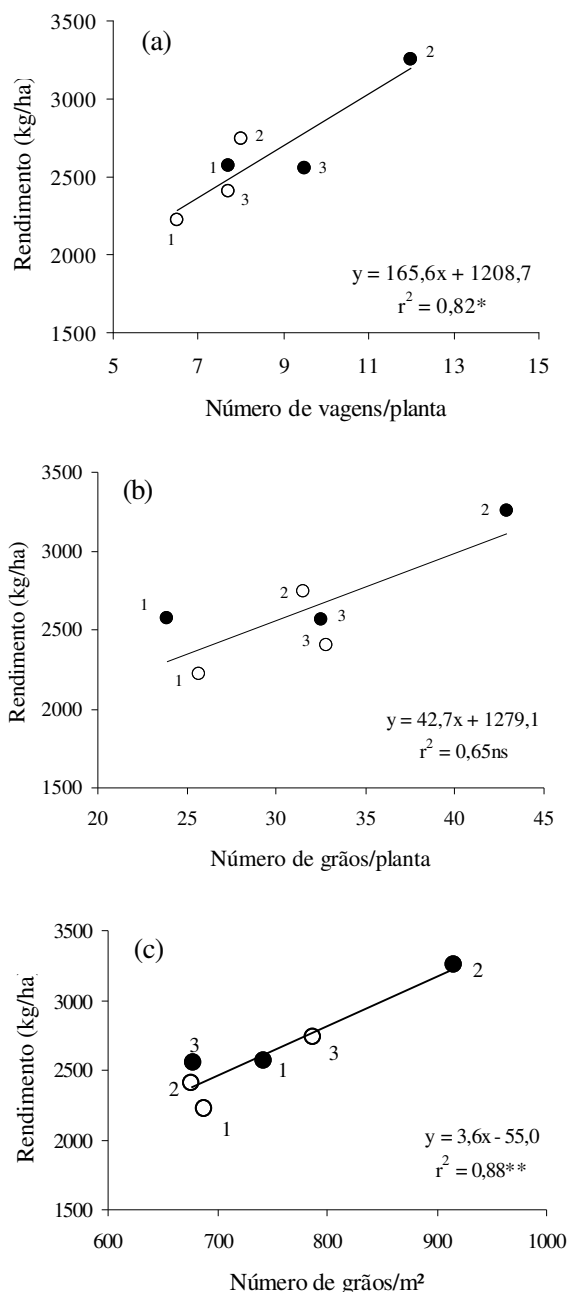


Figura 1. Relações entre o rendimento de grãos e o número de vagens/planta (a), número de grãos/planta (b) e número de grãos/m² (c) da cultivar de feijão Jalo Precoce (○) e da linhagem experimental PR93201472 (●). Cada ponto representa o valor médio de quatro repetições nos espaçamentos de 0,30 m (1), 0,40 m (2) e 0,50 m (3)

CONCLUSÕES

1. O número de grãos por unidade de área é o caráter que melhor explica as variações no rendimento de grãos, em função dos espaçamentos avaliados,

podendo ser utilizado para subsidiar a avaliação e a recomendação de linhagens e cultivares de feijoeiro comum.

2. O rendimento de grãos da cultivar Jalo Precoce e da linhagem experimental PR93201472, genótipos de ciclo precoce, não é afetado pelas variações no número de plantas por metro, e o espaçamento de 0,40 m entre linhas é o que maximiza o rendimento, garantindo maior quantidade de grãos por unidade de área.

REFERÊNCIAS

- Aphalo, P., C. Ballare & A. Scopel. 1999. Plant-plant signalling, the shade-avoidance response and competition. *Journal of Experimental Botany*, 50 (340): 1629-1634.
- Arf, O., M. E. Sá, C. S. Okita, M. A. Tiba, G. G. Neto & F. Y. Ogassawara. 1996. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31 (9): 629-634.
- Binnie, R. C. & P. E. Clifford. 1999. Sink characteristics of reproductive organs of dwarf bean in relation to likelihood of abscission. *Crop Science*, 39 (4): 1077-1082.
- Collicchio, E., M. A. P. Ramalho & A. F. B. Abreu. 1997. Associação entre o porte da planta do feijoeiro comum e o tamanho dos grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32 (3): 297-304.
- Horn, F. L., L. O. B. Schuch, E. P. Silveira, I. F. Antunes, J. C. Vieira, G. Marchioro, D. F. Medeiros & J. E. Schwengber. 2000. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (1): 41-46.
- Johnson, D. R. & J. W. Tanner. 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 12 (4): 485-486.
- Shimada, M., M. E. Sá & O. Arf. 2000. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro comum de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. *Bragantia*, 59 (2): 181-187.
- Singer, J. W. 2001. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. *Crop Science*, 41 (4): 424-429.
- Stone, L. F. & A. L. Pereira. 1994. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamentos entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29 (4): 521-533.
- Teixeira, F. F., M. A. P. Ramalho & A. F. B. Abreu. 1999. Genetic control of plant architecture in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Genetics and Molecular Biology*, 22 (4): 577-582.
- Teixeira, I. R., M. S. B. Andrade, J. G. Carvalho, A. R. Moraes & J. B. D. Corrêa. 2000. Resposta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, 24 (2): 399-408.
- Valério, C. R., M. S. B. Andrade & D. F. Ferreira. 1999. Comportamento das cultivares de feijão Aporé, Carioca e Pérola em diferentes populações de plantas e espaçamentos entre linhas. *Ciência e Agrotecnologia*, 23 (2): 515-528.