



Populações de plantas e desempenho produtivo de cultivares de feijão-comum

Cleber Moraes Guimaraes⁽¹⁾, Luís Fernando Stone⁽²⁾, Maurício Martins⁽³⁾, Vilmar de Araújo Pontes Júnior⁽⁴⁾, Luiza Vasconcelos Tavares Corrêa⁽²⁾, Leonardo Cunha Melo⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador aposentado da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁽²⁾ Pesquisador (a), Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG. ⁽⁴⁾ Agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, bolsista (pós-doutorado — projeto de Cooperação Técnica FAPED/CNPAF/Sementeiros) na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

Resumo – O trabalho teve como objetivo identificar as populações de plantas mais adequadas para expressar o potencial produtivo de cultivares de feijoeiro. Foram conduzidos 38 experimentos, entre 2019 e 2022, nas épocas das águas e de inverno, em Goiás (Cristalina, Formosa, Tomazínópolis, Montividiu e Santo Antônio de Goiás) e Minas Gerais (Uberlândia e Unaí). Foram avaliadas, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, a linhagem CNFC 16242 e as cultivares BRS FS305 e BRS FS308, nas populações de 12, 18, 24, 30 e 36 plantas m⁻², e a cultivar BRS Esplendor, com 8, 12, 16, 20 e 24 plantas m⁻². As cultivares BRS Esplendor e BRS FS308 expressaram melhor seu potencial produtivo nas populações de 24 e 22 plantas m⁻², respectivamente. Já a cultivar BRS FS305 e a linhagem CNFC 16242 apresentaram maiores produtividades com 36 plantas m⁻², considerada uma alta população de plantas em relação aos padrões usuais de cultivo do feijoeiro.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., plasticidade, potencial produtivo, massa dos grãos.

Plant populations and productive performance of common bean cultivars

Abstract – This study aimed to identify the more suitable plant populations to express the productive potential of common bean cultivars. Thirty-eight experiments were conducted between 2019 and 2022, during the wet and winter seasons, in Goiás (Cristalina, Formosa, Tomazínópolis, Montividiu, and Santo Antônio de Goiás) and Minas Gerais (Uberlândia and Unaí). The lineage CNFC 16242 and the cultivars BRS FS305 and BRS FS308, in plant populations of 12, 18, 24, 30, and 36 plants m⁻², and the cultivar BRS Esplendor, with 8, 12, 16, 20, and 24 plants m⁻² were evaluated in a randomized block design, with four replications. The BRS Esplendor and BRS FS308 cultivars best expressed their productive potential in populations of 24 and 22 plants m⁻², respectively. Cultivar BRS FS305 and lineage CNFC 16242 showed higher yields with 36 plants m⁻², which

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de
Goiás, GO
www.embrapa.br/arroz-e-feijao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente
Isaac Leandro de Almeida
Membros
Fabiano Severino,
Luís Fernando Stone,
Pedro Marques da Silveira,
Tereza Cristina de Oliveira Borba
e Priscila Vetrano Rizzo

Edição executiva
Tereza Cristina de Oliveira Borba

Normalização bibliográfica
Riquelma de Sousa de Jesus
(CRB-2/349)

revisão de texto
Pedro Marques da Silveira

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Fabiano Severino

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

is a high plant population, considering the usual patterns for growing common bean.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., plasticity, yield potential, grain weight.

Introdução

Em razão da variabilidade edafoclimática que a cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é submetida, visto que é cultivada em várias regiões do país, em diferentes épocas de semeadura (águas, seca e inverno), sistemas de cultivo e níveis tecnológicos (Barili et al., 2015; Tavares et al., 2017), a performance de suas cultivares varia substancialmente com o ambiente. Nas épocas em que o feijoeiro depende da precipitação pluvial (águas e seca), ele é submetido a maiores limitações abióticas e bióticas que na época de inverno, em que a cultura é conduzida com irrigação (Teixeira et al., 2017; Justino et al., 2022).

Na busca contínua por novas cultivares de feijoeiro, mais produtivas, menos sensíveis aos estresses bióticos e abióticos e com características que atendam ao mercado consumidor, é fundamental conhecer a performance das cultivares em diversos ambientes (Barili et al., 2015; Tavares et al., 2017; Kavalco et al., 2018). Nesse contexto, o conhecimento do adequado número de plantas por área de cada cultivar é fundamental para o melhor aproveitamento do seu potencial produtivo.

A população adequada de plantas por unidade de área maximiza a produtividade e os seus componentes agrônômicos. O número de vagens por planta é o primeiro componente da produtividade a ser definido na fase reprodutiva, sendo mais facilmente afetado pelo aumento da população de plantas, devido ao ambiente de competição. O número de grãos por vagem, por sua vez, é mais influenciado pelas condições ambientais que pela população de plantas. A massa de 100 grãos é o componente da produtividade menos influenciado pela população de plantas, por ser um caráter de herança qualitativa, pouco influenciado pelo ambiente (Santos et al., 2014).

Já as condições edafoclimáticas, assim como a população de plantas, afetam a área foliar, interferindo na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e absorvida pelas folhas, a qual tem influência direta sobre o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro, uma vez

que está diretamente relacionada com a taxa fotossintética das plantas (Teixeira et al., 2015).

Considerando-se o exposto, conduziu-se este trabalho que contribui com as metas 2.1, 2.2 e 2.4 do segundo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável) da Organização das Nações Unidas (Nações Unidas, 2015). Ele teve como objetivo identificar populações de plantas mais adequadas, frente a diferentes condições ambientais, para expressar o potencial produtivo de cultivares de feijoeiro.

Material e métodos

Foram conduzidos 38 experimentos com a cultura do feijoeiro (Tabela 1) entre 2019 e 2022, sendo seis na época das águas e 32 na de inverno, em Goiás (Cristalina, Formosa, Tomazínópolis, Montividiu e Santo Antônio de Goiás) e Minas Gerais (Uberlândia e Unaí).

Nos experimentos, conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, foram avaliadas a linhagem CNFC 16242 e as cultivares BRS FS305 e BRS FS308, nas populações de 12, 18, 24, 30 e 36 plantas m⁻², e a cultivar BRS Esplendor, com 8, 12, 16, 20 e 24 plantas m⁻². As populações de plantas foram estabelecidas na semeadura e o espaçamento usado foi o de 0,50 m entre linhas.

O solo de todas as áreas experimentais foi classificado como Latossolo Vermelho. A adubação foi realizada com base na análise química do solo e nas recomendações para a cultura (Carneiro et al., 2015). Os tratos agrônômicos, como controle de plantas daninhas, insetos-pragas e doenças, também seguiram as recomendações de Carneiro et al. (2015). A partir dos experimentos, foram obtidos dados de produtividade de grãos e de seus componentes: população final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos.

Foram realizadas análises de regressão linear e quadrática, e considerou-se a de mais alto grau que fosse significativa para ajustar as equações entre a população final de plantas (nº m⁻²) e as demais variáveis: produtividade, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e massa de 100 grãos, considerando os dados de todos os experimentos em conjunto.

Tabela 1. Ano, genótipos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), localidades, épocas e coordenadas geográficas dos experimentos.

Exp. nº	Ano	Genótipos	Localidade	Época	Coordenadas
1	2019	BRS FS305	Cristalina, GO	Inverno	16°56'16,65"S47°45'58,34"O
2	2019	Esplendor	Cristalina, GO	Inverno	16°56'16,65"S47°45'58,34"O
3	2019	BRS FS305	Formosa, GO	Inverno	15°38'29,22"S47° 8'22,72"O
4	2019	Esplendor	Formosa, GO	Inverno	15°38'29,22"S47° 8'22,72"O
5	2019	BRS FS305	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'21,14"S 49°17'59,38"O
6	2019	Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'21,14"S 49°17'59,38"O
7	2019	BRS FS305	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
8	2020	Esplendor	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
9	2019	CNFC 16242	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'56,24"S49°17'15,21"O
10	2019	BRS Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'56,24"S49°17'15,21"O
11	2020	CNFC 16242	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'48,37"S 49°17'12,53"O
12	2020	BRS Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'48,37"S 49°17'12,53"O
13	2021	CNFC 16242	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'35,92"S49°18'23,43"O
14	2021	BRS FS305	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'35,92"S49°18'23,43"O
15	2021	BRS FS308	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'35,92"S49°18'23,43"O
16	2021	BRS Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'35,92"S49°18'23,43"O
17	2021	CNFC 16242	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'59,41"S49°17'17,89"O
18	2021	BRS Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Águas	16°29'59,41"S49°17'17,89"O
19	2022	BRS FS305	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'31,04"S49°18'15,01"O
20	2022	BRS FS308	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'31,04"S49°18'15,01"O
21	2022	CNFC 16242	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'31,04"S49°18'15,01"O
22	2022	BRS Esplendor	Sto. Antônio de Goiás, GO	Inverno	16°29'31,04"S49°18'15,01"O
23	2022	BRS Esplendor	Tomazinópolis, GO	Inverno	17°20'34,90"S 47°53'06,40"O
24	2022	BRS FS308	Tomazinópolis, GO	Inverno	17°20'34,90"S 47°53'06,40"O
25	2022	CNFC 16242	Tomazinópolis, GO	Inverno	17°20'34,90"S 47°53'06,40"O
26	2022	BRS FS305	Tomazinópolis, GO	Inverno	17°20'34,90"S 47°53'06,40"O
27	2022	BRS Esplendor	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
28	2022	BRS FS305	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
29	2022	BRS FS308	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
30	2022	CNFC 16242	Uberlândia, MG	Inverno	19°06'09,00"S 48°21'04,00"O
31	2022	BRS Esplendor	Unai, MG	Inverno	16°16'05,20"S46°29'10,30"O
32	2022	BRS FS305	Unai, MG	Inverno	16°16'05,20"S46°29'10,30"O
33	2022	CNFC 16242	Unai, MG	Inverno	16°16'05,20"S46°29'10,30"O
34	2022	BRS FS308	Unai, MG	Inverno	16°16'05,20"S46°29'10,30"O

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Exp. nº	Ano	Genótipos	Localidade	Época	Coordenadas
35	2022	BRS Esplendor	Montividiu, GO	Inverno	17°14'03,50"S51°20'00,40"O
36	2022	BRS FS308	Montividiu, GO	Inverno	17°14'03,50"S51°20'00,40"O
37	2022	CNFC 16242	Montividiu, GO	Inverno	17°14'03,50"S51°20'00,40"O
38	2022	BRS FS305	Montividiu, GO	Inverno	17°14'03,50"S51°20'00,40"O

Resultados e Discussão

Foram observadas relações lineares negativas entre número de vagens por planta e população de plantas m^{-2} , em todos os genótipos avaliados (Tabela 2). Os genótipos BRS FS308 e BRS Esplendor apresentaram maior sensibilidade ao aumento da população de plantas, registrando reduções de 8,5 e 8,4 vagens por planta nos intervalos entre 12 e 36 plantas m^{-2} e entre 8 e 24 plantas m^{-2} , respectivamente. Para os genótipos BRS FS305 e CNFC 16242, as reduções foram de 3,9 e 4,2 plantas m^{-2} , respectivamente, no intervalo entre 12 e 36 plantas m^{-2} .

Entre os genótipos avaliados, a BRS Esplendor apresentou o maior número de vagens por planta, tanto em baixa como em alta população de plantas, embora tenha apresentado alta redução nesse número com o aumento da população. A redução no número de vagens por plantas com o aumento da população de plantas foi observada por vários pesquisadores (Santos et al., 2014; Masa et al., 2017; Guimarães et al., 2019) e atribuída ao aumento da competição.

O número de grãos por vagem, mesmo apresentando uma relação linear negativa com o número de plantas m^{-2} para todos os genótipos, exceto BRS FS308, apresentou baixa resposta aos ambientes diferenciados proporcionados pelas populações de plantas, o que também foi observado por Santos et al. (2014).

A massa dos grãos de todos os genótipos apresentou resposta ao número de plantas m^{-2} descrita por modelos quadráticos, exceto a cultivar BRS FS308, que apresentou relação linear (Tabela 2). As cultivares BRS FS305 e BRS FS308 apresentaram aumentos contínuos na massa de 100 grãos com o aumento da população de plantas até o maior valor testado. A maior massa dos grãos dessas cultivares foi de 68,7 e 53,4 g, com a população de 36 plantas m^{-2} . O valor máximo da massa de 100 grãos da cultivar BRS Esplendor e da linhagem CNFC 16242 foi de 19,8 e 25,6 g, respectivamente, com

17 e 28,7 plantas m^{-2} . A cultivar BRS Esplendor, do grupo preto, com bom potencial produtivo mesmo em área contaminada com doenças de solo, como murcha de *Fusarium* e de *Curtobacterium*, e com ocorrência de doenças foliares, como cretamento-bacteriano-comum e antracnose, pode enfrentar restrições comerciais devido ao tamanho reduzido dos seus grãos. Ela apresentou a maior massa de grãos na população de 17 plantas m^{-2} , como descrito anteriormente, mesmo considerando-se que esse é um componente com maior controle genético.

Quando a população de plantas é baixa, cada planta tende a produzir maior número de vagens, o que aumenta a competição interna por fotoassimilados durante o enchimento das vagens. Nessa condição, podem ocorrer grãos mal-formados e vagens com menor número de grãos. Por outro lado, quando a população de plantas é muito alta, intensifica-se a competição entre plantas por luz. O autossombreamento torna-se mais acentuado, e as folhas deixam de atuar como fontes de fotoassimilados, passando a funcionar como dreno. Consequentemente, a área foliar fotossinteticamente ativa e a capacidade da planta de produzir fotoassimilados são reduzidas. Nessa situação, também podem ocorrer grãos mal-formados e vagens com menos grãos, devido à limitação de carboidratos. Assim, a competição por fotoassimilados ou a menor capacidade de produzi-los, em razão de populações muito baixas ou muito altas, podem explicar as respostas quadráticas observadas para a massa dos grãos.

Observou-se que as produtividades dos genótipos responderam ao aumento da população de plantas m^{-2} segundo modelos quadráticos (Tabela 2). A produtividade máxima da cultivar BRS FS308 foi de 3752 kg ha^{-1} , com 21,7 plantas m^{-2} , e a da linhagem CNFC 16242 foi de 3181 kg ha^{-1} , com 35,1 plantas m^{-2} , próxima da maior população testada, 36 plantas m^{-2} . A produtividade das cultivares BRS Esplendor e BRS FS305 foi crescente até o limite da população de plantas testado.

Tabela 2. Produtividade de grãos dos genótipos BRS FS305, BRS FS308, CNFC 16242 e BRS Esplendor de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e de seus componentes à população de plantas.

Genótipo	População de plantas					Equação	R²
	P1	P2	P3	P4	P5		
Vagens por planta (nº)							
BRS FS305	12,4	11,4	10,4	9,5	8,5	y = -0,165 x + 14,40	0,59**
BRS FS308	13,6	11,5	9,4	7,2	5,1	y = -0,354 x + 17,85	0,49**
CNFC 16242	15,1	14,1	13	12	10,9	y = -0,174 x + 17,19	0,42**
BRS Esplendor	26,8	24,7	22,6	20,5	18,4	y = -0,523 x + 30,95	0,55**
Grãos por vagem (nº)							
BRS FS305	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	y = -0,018 x + 3,66	0,57**
BRS FS308	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	y = -0,003 x + 4,44	0,02 ^{ns}
CNFC 16242	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	y = -0,014 x + 5,03	0,28**
BRS Esplendor	5,7	5,6	5,5	5,5	5,4	y = -0,017 x + 5,82	0,20**
Massa de 100 grãos (g)							
BRS FS305	61,0	64,0	66,3	67,9	68,7	y = -0,010 x² + 0,82 x + 52,57	0,46**
BRS FS308	46,1	47,9	49,8	51,6	53,4	y = 0,305 x + 42,42	0,53**
CNFC 16242	24,9	25,4	25,6	25,6	25,5	y = -0,003 x² + 0,18 x + 22,98	0,41**
BRS Esplendor	19,0	19,5	19,8	19,7	19,3	y = -0,010 x² + 0,34 x + 16,86	0,46**
Produtividade (kg ha⁻¹)							
BRS FS305	2.934	3.201	3.404	3.544	3.621	y = -0,882 x² + 70,97 x + 2209	0,31**
BRS FS308	2.991	3.641	3.709	3.198	2.105	y = -8,065 x² + 350,20 x - 50	0,53**
CNFC 16242	2.567	2.844	3.039	3.151	3.180	y = -1,145 x² + 80,50 x + 1766	0,23**
BRS Esplendor	2.594	2.984	3.268	3.448	3.522	y = -3,285 x² + 163,12 x + 1499	0,39**

**Significativo, $p \leq 0,01$, ^{ns} Não significativoP1, P2, P3, P4 e P5 = 12, 18, 24, 30 e 36 plantas por m², para os genótipos BRS FS305, BRS FS308 e CNFC 16242, e 8, 12, 16, 20 e 24 plantas por m², para o genótipo BRS Esplendor.

No caso da cultivar BRS FS305 e da linhagem CNFC 16242, a produtividade crescente está relacionada ao aumento também crescente da massa dos grãos, pois a correlação de Pearson entre essas duas variáveis foi positiva e significativa, $r = 0,99$, $p < 0,01$ e $r = 0,92$, $p < 0,05$, respectivamente. Para a cultivar BRS Esplendor, a correlação também foi positiva, embora não significativa, provavelmente pela resposta quadrática da massa dos grãos ao aumento da população de plantas. Assim, ela contribuiu para a produtividade até o ponto em que o autossombreamento reduziu a produção de fotoassimilados. Vários autores (Fageria; Santos, 2008; Negahi et al., 2014; Ejara et al., 2017; Ribeiro et al., 2018) constataram correção positiva entre massa de grão e produtividade do feijoeiro.

Esses três genótipos apresentaram correlações de Pearson significativas e negativas entre a

produtividade e o número de vagens por planta e de grãos por vagem ($-0,98$ e $-0,98$, $p < 0,01$; $-0,95$ e $-0,95$, $p < 0,05$ e $-0,97$ e $-0,97$, $p < 0,01$, para número de vagens por planta e de grãos por vagem, para os genótipos BRS FS305, CNFC 16242 e BRS Esplendor, respectivamente). A correlação negativa com o número de vagens por planta também foi observada por Önder et al. (2013), Ejara et al. (2017) e Guimarães et al. (2021), que postularam que isto pode ter sido causado pelo efeito negativo desse componente na massa dos grãos.

A cultivar BRS FS308 não apresentou correlação significativa entre a produtividade e seus componentes. Dependendo das condições ambientais e do genótipo, alguns componentes da produtividade podem aumentar e outros diminuir. Esse efeito é atribuído ao crescimento compensatório, uma vez que a distribuição de recursos que limitam a

produtividade é afetada por fatores genéticos e ambientais. A principal implicação desse processo é que o aumento de um componente pode não resultar em incremento na produtividade (White; Izquierdo, 1989).

De acordo com a literatura, o efeito do aumento da população de plantas na produtividade do feijoeiro é variável: Silveira e Stone (2019) observaram redução na produtividade, Masa et al. (2017) relataram aumento e Silva et al. (2012), Santos et al. (2014) e Guimarães et al. (2019) constataram que a população de plantas não afetou a produtividade. Adicionalmente Stone e Silveira (2008) observaram estabilidade da produtividade do feijoeiro entre 18,5 a 40 plantas m^{-2} , Silva et al. (2012) entre 20 e 40 plantas m^{-2} e Silva et al. (2018) entre 10 e 30 plantas m^{-2} .

A plasticidade dos componentes da produtividade frente a diferentes condições ambientais, devido a variações na população de plantas, é um fator genético, portanto passível de diferenciação entre cultivares. Essa característica das cultivares é desejável quando a plantabilidade apresenta deficiências. A falha na distribuição de sementes é compensada, pelo menos parcialmente, com o aumento da emissão de ramificações laterais induzidas pela maior disponibilidade de radiação solar. Por outro lado, limita o aumento da produtividade, pois quando se aumenta a população de plantas, há menor emissão de ramificações laterais, e, portanto, menor número de nós e menor capacidade da planta em produzir grãos.

Conclusões

As cultivares BRS Esplendor e BRS FS308 expressaram melhor seu potencial produtivo nas populações de 24 e 22 plantas m^{-2} , respectivamente. Entretanto, o maior tamanho dos grãos da cultivar BRS Esplendor, avaliado pela massa dos grãos, foi obtido com 17 plantas m^{-2} , um aspecto importante para essa cultivar, que pode enfrentar restrições comerciais devido ao tamanho reduzido de seus grãos. Já a cultivar BRS FS305 e a linhagem CNFC 16242 apresentaram maiores produtividades de grãos na população de 36 plantas m^{-2} , considerada elevada em relação aos padrões usuais para o cultivo do feijoeiro.

Referências

BARILI, L. D.; VALE, N. M. do; AMARAL, R. de C.; CARNEIRO, J. E. de S.; SILVA, F. F.; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade e a produtividade

de grãos em cultivares de feijão preto recomendadas no Brasil nas últimas cinco décadas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1980-1986, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141383>.

CARNEIRO, J. E. de; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 384 p.

EJARA, E.; MOHAMMED, W.; AMSALU, B. Correlations and path coefficient analyses of yield and yield related traits in common bean accessions (*Phaseolus vulgaris* L.) at Abaya and Yabello, Southern Ethiopia. **International Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 4, n. 2, p. 215-224, 2017.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Yield physiology of dry bean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 983-1004, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160802096815>.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; MELO, L. C.; MELO, M. F. de; SILVA, J. A. V. da; SOUSA, R. S.; MORAES, R. P. de. Morphological traits and yield in common bean. **Científica**, v. 49, n. 1, p. 27-35, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2021v49n1p27-35>.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; SARMENTO, P. H. L. Componentes agrônômicos do feijoeiro superprecoce BRS FC104 em diferentes arranjos espaciais e adubações fosfatadas. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 40-48, maio/jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n3.a297>.

JUSTINO, L. F.; BATTISTI, R.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. In silico assessment of sowing dates and nitrogen management in common bean crops. **European Journal of Agronomy**, v. 133, 126434, Feb. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126434>.

KAVALCO, S. A. F.; NICKNICH, W.; VIEIRA NETO, J.; CRISPIM, J. E.; VOGT, G. A.; COIMBRA, J. L. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e linhagens de feijão no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 3, p. 62-66, set./dez. 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/260>. Acesso em: 27 nov. 2025.

MASA, M.; TANA, T.; AHMED, A. Effect of plant spacing on yield and yield related traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties at Areka, Southern Ethiopia. **Journal of Plant Biology & Soil Health**, v. 4, n. 2, p. 1-13, Dec. 2017. DOI: <https://doi.org/10.13188/2331-8996.1000020>.

NEGAHI, A.; BIHAMTA, M. R.; NEGAHI, Z.; ALIDOUST, M. Evaluation of genetic variation of some agronomical and morphological traits in Iranian and exotic common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agricultural Communications**, v. 2, n. 3, p. 22-26, 2014.

ÖNDER, M.; KAHRAMAN, A.; CEYHAN, E. Correlation and path analysis for yield and yield components in common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ratarstvo i Povrtarstvo**, v. 50, n. 2, p. 14-19, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5937/ratpov50-3958>.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, G. G. dos; MAZIERO, S. M.; STECKLING, S. M. de. Phenological, plant architecture, and grain yield traits on common bean lines selection. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 657-666, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n314rc>.

SANTOS, M. G. P. dos; CARVALHO, A. J. de; DAVID, A. M. S. de S.; AMARO, H. T. R.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, V. B. de; CARNEIRO, J. E. de S. Densidades de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Semina: ciências agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n5p2309>.

SILVA, L. de O.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, F. A. D.; MORAIS, A. R. de; GONÇALVES, A. H.; ANDRADE, M. J. B. de. Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 1, p. 57-66, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181001>.

SILVA, R. R.; SCARIOTTO, S.; MALAGI, G.; MARCHESE, J. A. Análise de crescimento em feijoeiro cultivado sob diferentes densidades de semeadura. **Scientia Agraria**, v. 13, n. 2, p. 41-51, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v13i2.40883>.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Competition limits of the yield components of the common bean 'BRS Ártico' with white grains. **Científica**, v. 47, n. 1, p. 46-51, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n1p46-51>.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Limites de competição dos componentes da produtividade de grãos do feijoeiro-comum cv. Pérola. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 83-88, Apr./Jun. 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6747>. Acesso em: 27 nov. 2025.

TAVARES, T.; SOUSA, S.; SALGADOS, F.; SANTOS, G.; LOPES, M.; FIDELIS, R. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grão em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 411-418, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA16058>.

TEIXEIRA, G. C. da S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 9-17, mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4528297>.

TEIXEIRA, G. C. da S.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos; SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B. Early sowing can improve irrigation water use efficiency and yield of common bean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 118-126, jan./mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4743193>.

WHITE, W.; IZQUIERDO, J. **Dry bean: physiology of yield potential and stress tolerance**. Santiago: FAO, 1989. 81 p. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10568/54655>. Acesso em: 27 nov. 2025.