

## DOSES E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO COM BORO NO FEIJÃO-COMUM

### DOSES AND TIMES OF BORON FERTILIZATION IN COMMON BEANS

**LUIZ ANTÔNIO GONZAGA NETO**

Universidade Evangélica de Goiás  
gonzaganeto386@gmail.com

**VANESSA CARDOSO ROCHA**

Universidade Evangélica de Goiás  
cardosovns@gmail.com

**CLÁUDIA FABIANA ALVES REZENDE**

Universidade Evangélica de Goiás  
claudia7br@msn.com

**Resumo:** O Boro (B) merece atenção na nutrição do feijoeiro. A importância da utilização de B na nutrição mineral vem sendo comprovada com aumento da qualidade e produtividade das culturas. O objetivo com esse trabalho foi verificar o desenvolvimento morfológico, acúmulo de nutrientes e produção do feijoeiro frente a diferentes dosagens e épocas de fornecimento do B. Este estudo foi conduzido em Anápolis, Goiás. Os tratamentos consistiram em: T1 – testemunha (sem B); T2 – B na dessecação (150 g ha<sup>-1</sup> de B via solo); T3 – B na dessecação (75 g ha<sup>-1</sup> via solo) + 75 g ha<sup>-1</sup> via foliar em V4; T4 – B foliar (150 g ha<sup>-1</sup> em V4 e 150 g ha<sup>-1</sup> em R5). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, aplicou-se o teste de Tukey, utilizando-se o Sisvar. A adubação com B no feijoeiro influenciou os parâmetros morfológicos da planta. O acúmulo de nutrientes foliar no feijoeiro segue a seguinte ordem para os macronutrientes: N > K > Ca > Mg > P e para os micronutrientes: Fe > Mn > Zn > B > Cu. O B influenciou a maior absorção do P, apresentando maior acúmulo, junto a maior dosagem. A produtividade foi influenciada pelas dosagens e épocas de aplicação do B, sendo a maior produtividade observada para a aplicação parcelada (150 g ha<sup>-1</sup>). O aumento da dose de B acima dos níveis recomendados para a cultura não reflete em aumento da produtividade.

**Palavras-chave:** Adubação foliar. Fertilização mineral. *Phaseolus vulgaris* L.

**Abstract:** Boron (B) deserves attention in common bean nutrition. The importance of using B in mineral nutrition has been proven with increased crop quality and productivity. The objective of this study was to verify the morphological development, nutrient accumulation and production of common bean plants facing different doses and times of B supply. This study was conducted in Anápolis, Goiás. The treatments consisted of: T1 – control (without B); T2 – B in desiccation (150 g ha<sup>-1</sup> of B via soil); T3 – B in desiccation (75 g ha<sup>-1</sup> via soil) + 75 g ha<sup>-1</sup> via foliar in V4; T4 – B foliar (150 g ha<sup>-1</sup> in V4 and 150 g ha<sup>-1</sup> in R5). The results were submitted to analysis of variance, and when significant differences occurred, the Tukey test was applied, using Sisvar. Fertilization with B in common bean plants influenced the morphological parameters of the plant. The accumulation of foliar nutrients in common bean plants follows the following order for macronutrients: N > K > Ca > Mg > P and for micronutrients: Fe > Mn > Zn > B > Cu. B influenced the greatest absorption of P, presenting greater accumulation, together with the highest dosage. Productivity was influenced by the dosages and times of B application, with the highest productivity observed for split application (150 g ha<sup>-1</sup>). Increasing the B dose above the levels recommended for the crop does not reflect an increase in productivity.

**Keywords:** Foliar fertilization. Mineral fertilization. *Phaseolus vulgaris* L.

## Introdução

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pertencente à família das Fabaceae, é um dos grãos mais importantes na base alimentar dos brasileiros, sendo cultivado em diversas regiões do Brasil. Junto com o arroz, compõe uma dupla tradicional da culinária nacional, contribuindo significativamente para a economia. Portanto, a produção deve atender ao consumo interno, sem gerar pressão nos preços ao consumidor (IBGE, 2024).

Para alcançar essas expectativas de produção, é essencial considerar o processo de cultivo, especialmente o preparo do solo e a adubação. Essas etapas são fundamentais para melhorar a estrutura do solo, influenciando diretamente o estabelecimento da lavoura, o rendimento da colheita e a sustentabilidade da produção agrícola (FIELDVIEW, 2023). Um vegetal não se desenvolve adequadamente sem a disponibilidade de minerais e outros elementos essenciais, como o boro (B), que desempenha um papel crucial no crescimento e na produtividade das plantas (BARROS, 2020).

A importância do B na nutrição mineral das plantas tem sido amplamente comprovada, com estudos mostrando aumentos significativos na qualidade e na produtividade (TOMICIOLI *et al.*, 2020). No caso do feijoeiro, o B é essencial para processos fisiológicos como a germinação dos grãos de pólen, o crescimento do tubo polínico, a formação da parede celular e a translocação de carboidratos, que são diretamente relacionados à produção de grãos (CARVALHO *et al.*, 2023).

O aumento da produtividade do feijoeiro está diretamente ligado às diferentes fontes e formas de aplicação do B. O entendimento sobre o funcionamento dessas fontes na agricultura permite o posicionamento adequado dessas tecnologias, reduzindo perdas por lixiviação e evitando sintomas de fitotoxicidade. Estudos demonstram que o B é um nutriente imóvel no floema, e sua aplicação via solo é considerada a forma mais eficiente de nutrição das plantas (TOMICIOLI *et al.*, 2020).

Além da aplicação no solo, a adubação foliar também se mostra uma alternativa viável para melhorar a produtividade do feijoeiro. As folhas têm alta capacidade de absorção, especialmente para micronutrientes, que são requeridos em baixas quantidades. Testes com diferentes dosagens de B via foliar mostraram resultados significativos em relação ao número

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089** de vagens por planta, à massa de 100 grãos e à produtividade (SILVA *et al.*, 2023). A aplicação foliar de micronutrientes também pode promover a formação de sementes com maior conteúdo nutricional e reservas (CAMBRAIA *et al.*, 2019).

Pesquisas recentes reforçam a eficácia da aplicação de B. Mayer *et al.* (2023), ao trabalharem com a aplicação foliar de B em feijão carioca em diferentes estádios fenológicos, observaram incrementos no número de grãos por vagem. Embora os demais componentes de rendimento e produtividade não tenham sido influenciados, os autores destacam que as respostas variam conforme as doses e os estádios de aplicação. Já Hosseini e Amini (2019), ao aplicarem B em cultivares de feijão branco, verificaram que o uso combinado de ácido bórico na irrigação e pulverização foliar aumentou a produtividade em todas as cultivares testadas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o desenvolvimento morfológico, o acúmulo de nutrientes e a produção do feijoeiro em resposta a diferentes dosagens e épocas de fornecimento de B, visando contribuir para o aprimoramento das práticas agrícolas e o aumento da produtividade.

## Material e Métodos

A pesquisa de campo foi conduzida na Unidade Experimental Arthur Wesley Archibald da Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica, em Anápolis, GO. As coordenadas geográficas do local são 16°17' 40.6" S e 48°56' 11.2" O, com altitude média de 1.017 m. A temperatura média anual varia entre 19°C e 28°C, e a precipitação média anual é de 1.586 mm.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa, com 42,1% de areia, 40,6% de argila e 17,3% de silte. As características químicas do solo (0-20 cm) antes da instalação do experimento foram: matéria orgânica: 1,66%; saturação por bases (V): 53,78%; pH CaCl<sub>2</sub>: 5,4; P (Mehlich): 3,57 mg dm<sup>-3</sup>; K: 57 mg dm<sup>-3</sup>; CTC: 9,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 3,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 4,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S: 3,31 mg dm<sup>-3</sup>; B: 0,41 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 2,4 mg dm<sup>-3</sup>; Fe: 57 mg dm<sup>-3</sup>; Zn: 2,6 mg dm<sup>-3</sup>; e Mn: 23,1 mg dm<sup>-3</sup>.

Na interpretação da análise do solo, a saturação por bases (V%) foi considerada alta, enquanto a capacidade de troca catiônica (T), a acidez do solo (pH), o Ca e o Mg foram considerados adequados. A matéria orgânica e o K foram classificados como baixos, e o P como

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089** muito baixo (SOUSA e LOBATO, 2004). Para os micronutrientes, o B foi considerado de teor médio, e Zn, Cu, Fe e Mn foram classificados como altos (PRESOTTI e GARÇONI, 2013).

No experimento, foram utilizadas sementes de feijão do cultivar Pérola. A fonte de B utilizada foi o boráx (11,4%). A área do experimento havia sido cultivada anteriormente com milho, e a dessecação foi realizada com glifosato na dosagem de 4,0 L ha<sup>-1</sup> para o plantio direto do feijão. Com base na análise do solo e na demanda nutricional da cultura, foi estabelecida a adubação de plantio com 400 kg ha<sup>-1</sup> de 05-25-15.

A semeadura e a adubação de plantio foram realizadas no dia 15 de março de 2024, utilizando uma semeadora de cinco linhas com espaçamento de 0,65 m entre linhas. Foram semeadas 10 sementes m<sup>-1</sup>, resultando em uma população final de 154.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada repetição consistiu em cinco linhas de plantio. Os tratamentos foram: T1 – testemunha (sem aplicação de B); T2 – B na dessecação (150 g ha<sup>-1</sup> de B via solo); T3 – B na dessecação (75 g ha<sup>-1</sup> via solo) + 75 g ha<sup>-1</sup> via foliar em V4; e T4 – B foliar (150 g ha<sup>-1</sup> em V4 e 150 g ha<sup>-1</sup> em R5).

A adubação de cobertura com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando ureia (45% N) no estágio V4. Para controle de plantas daninhas, foi aplicado o herbicida Podium EW® (Fenoxaprope-P-Etílico) na dosagem de 0,75 l ha<sup>-1</sup> em pós-emergência. Para o controle de pragas, o inseticida Decis 25 EC® (Deltametrina) foi aplicado nas dosagens de 120 mL ha<sup>-1</sup> aos 05, 13 e 17 DAE (Dias Após Emergência), visando controlar a incidência de vaquinha (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata* tingomariana).

Foram avaliados a altura da planta (AP) em m e o diâmetro do caule (DC) em mm em dois momentos: após a primeira aplicação de cobertura e no florescimento pleno (R6). A AP foi medida com uma trena, da base do solo até o ápice da planta, enquanto o DC foi medido com um paquímetro no segundo nó do colmo. O peso da matéria verde (MV) em gramas também foi avaliada no florescimento pleno (R6).

Para a análise da composição mineral das folhas, as amostras foram coletadas na floração plena, seguindo a recomendação de Malavolta *et al.* (1997). Foram coletadas 30 folhas recém-maduras por hectare, lavadas em água corrente e acondicionadas em sacos de papel. As amostras foram secas em estufa a 70 °C por 72 horas, trituradas em moinho tipo Wiley e submetidas à digestão sulfúrica para determinação de N e à digestão nítrico-perclórica para

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
determinação de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn. Os teores médios obtidos nas amostras foram comparados com os valores de referência apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de interpretação para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar do feijoeiro, pelas faixas de suficiência

N – nitrogênio; P – Fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn –

N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		g Kg <sup>-1</sup>					mg Kg <sup>-1</sup>		
30-50	2,0-3,0	20-25	15-20	4,0-7,0	30-60	10-20	100-450	30-300	20-100

manganês; Zn – zinco.

Fonte: Ambrosano *et al.*, 1996; Malavolta *et al.*, 1997.

A colheita foi realizada aos 95 dias após a emergência (DAE), no ponto de colheita. Os componentes da produtividade de grãos, como número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos, foram determinados na maturação. Exceto para a massa de 100 grãos, os componentes da produtividade foram avaliados em 10 plantas colhidas aleatoriamente na área útil da parcela. As demais plantas foram colhidas manualmente, trilhadas sem o uso de máquinas e secas até atingirem 13% de umidade, quando foram determinadas a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos para a altura e o diâmetro de plantas de feijão, aos 21 e 41 DAE, realizados para avaliar o desenvolvimento morfológico da planta de acordo com as doses e épocas de aplicação de B. Observa-se que não houve diferença significativa para a altura das plantas aos 21 DAE, indicando que as plantas apresentavam desenvolvimento uniforme. Esse resultado pode estar relacionado ao suprimento adequado de B pelo solo, já que o teor de B (0,41 mg dm<sup>-3</sup>) encontra-se dentro da faixa considerada ideal, atendendo à demanda nutricional da planta nessa fase.

Tabela 2 – Altura (alt), diâmetro (diam) de plantas e peso da matéria verde de folhas (MV folha) e caule (MV caule) de feijão-comum aos 21 e 41 dias após a emergência (DAE), de acordo com as doses (g ha<sup>-1</sup>) e épocas de aplicação de boro (B).

Tratamentos (g ha <sup>-1</sup> )	Alt 21 DAE		Diam 21 DAE		Alt 41 DAE		Diam 41 DAE		MV folha		MV caule	
	cm		mm		cm		mm		g		g	
Testemunha	22,40		3,50	a	51,10	b	5,55	b	41,83		31,86	
Dessec. total (150 g)	18,90		3,30	ab	60,05	a	6,70	a	63,76		57,00	
1/2 dessec. (75 g)												
+ 1/2 foliar (75 g)	21,25		2,85	b	54,75	b	6,80	a	60,33		54,43	
Foliar (300 g)	21,55		2,90	b	50,85	b	6,25	ab	63,76		45,96	
Teste F	0,100	ns	0,01	*	0,00	**	0,00	**	0,340	ns	0,180	ns
CV (%)	21,72		22,32		11,25		17,95		31,53		34,83	

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo. .

Fonte: Autores.

Aos 41 DAE (em R6), o tratamento que recebeu B na dessecação apresentou maior altura final de plantas (60 cm). A colheita mecanizada requer plantas com altura superior a 50 cm e porte ereto (SIMONE *et al.*, 1992), e todos os tratamentos atingiram esse valor mínimo. Segundo Wendland *et al.* (2018), o hábito de crescimento do tipo II, com altura aproximada de 70 cm, permite a colheita mecânica.

O tratamento com B na dessecação resultou em plantas mais altas, possivelmente devido à melhor assimilação inicial do nutriente. Durante a dessecação, a aplicação de B pode ter favorecido o desenvolvimento radicular, melhorando a absorção de água e nutrientes e promovendo um crescimento inicial vigoroso. Isso está alinhado com a literatura, que destaca o papel do B na formação de tecidos condutores e na divisão celular.

Silva *et al.* (2017), Dantas (2021) e Mayer *et al.* (2023) estudaram variáveis morfológicas, como diâmetro e altura de plantas de feijão, em diferentes épocas de adubação com B e não observaram diferenças significativas para a altura das plantas. Esses resultados não corroboram os obtidos neste trabalho, já que a aplicação de B na dessecação (150 g ha<sup>-1</sup>) promoveu melhor desempenho das plantas, mesmo com o aumento da dosagem na aplicação foliar (300 g ha<sup>-1</sup>).

De acordo com Ferrari e Boiago (2022), o B é essencial para o crescimento das plantas. O teor de B no solo, que foi repassado às plantas durante este estudo, interferiu diretamente no crescimento e em outras variáveis analisadas. O B é um elemento de baixa mobilidade nas plantas, e sua presença está diretamente relacionada ao desenvolvimento vegetativo.

Para o diâmetro do caule, observou-se que nenhum tratamento apresentou desempenho absoluto superior aos demais (Tabela 2). No entanto, os tratamentos com aplicação foliar tiveram pior desempenho aos 21 DAE, o que pode ser justificado pelo teor inicial de B no solo, que favoreceu o desempenho da testemunha nessa avaliação. Aos 41 DAE, os tratamentos que receberam aplicação de B destacaram-se em relação à testemunha, mas foram estatisticamente iguais entre si. Destaca-se que o tratamento com o dobro da dose foliar ( $300 \text{ g ha}^{-1}$ ) não apresentou melhor desempenho, sendo estatisticamente igual à testemunha.

Lima (2019), ao estudar o fornecimento de B em dois anos, não observou efeito das doses e fontes de B sobre a altura das plantas e o diâmetro do caule. Já Reis *et al.* (2008) destacaram que a aplicação foliar de B pode ter efeito negativo devido à fitotoxicidade causada por doses elevadas ou pela queima das folhas provocada pela alta concentração de B na calda de pulverização, mesmo com o parcelamento da dose. Isso pode justificar o desempenho abaixo do esperado para o tratamento com maior dosagem no desenvolvimento morfológico das plantas (Tabela 2).

A Tabela 2 também apresenta o acúmulo de massa na folha e no caule do feijoeiro. Não houve diferenças significativas entre as épocas e doses de B aplicados, embora o acúmulo de massa da testemunha tenha sido aproximadamente 30% menor em relação aos demais tratamentos.

A adubação com B, em diferentes épocas e dosagens de aplicação, influenciou o acúmulo de nutrientes no feijoeiro. No entanto, não foi observado um padrão claro de maior acúmulo entre os tratamentos avaliados (Tabela 3). O acúmulo de nutrientes foliares no feijoeiro seguiu a ordem para os macronutrientes:  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ ; e para os micronutrientes:  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ . Esses resultados estão parcialmente alinhados com as exigências nutricionais descritas por Malavolta *et al.* (1989), que indicam a seguinte ordem decrescente: para macronutrientes,  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$ ; e para micronutrientes,  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mo}$ .

Ao comparar os teores médios obtidos nas amostras (Tabela 3) com os valores de referência da Tabela 1 observa-se que: (1) para o N, todos os tratamentos apresentaram teores em excesso; (2) para o P, apenas a aplicação foliar mostrou teores em excesso, enquanto os demais tratamentos estavam dentro da faixa adequada; (3) para o K, o tratamento com aplicação na dessecação e foliar apresentou deficiência; (4) para o Ca e o Mg, todos os tratamentos estavam dentro da faixa adequada. Em relação aos micronutrientes, o B e o Cu apresentaram

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
deficiência em todos os tratamentos; o Fe e o Zn estavam dentro da faixa adequada; e, para o Mn, apenas a testemunha se manteve dentro da faixa adequada, enquanto os demais tratamentos apresentaram deficiência.

Tabela 3 – Acúmulo de nutrientes em feijoeiro, de acordo com as doses ( $\text{g ha}^{-1}$ ) e épocas de aplicação de boro (B).

Tratamentos	g Kg <sup>-1</sup>									
	N		P		K		Ca		Mg	
Testemunha	49,22	a	2,72	b	22,00	a	14,62	b	6,42	a
Dessec. total (150 g)	45,00	d	2,72	b	22,05	a	17,52	a	5,92	b
1/2 dessec. (75 g) + 1/2 foliar (75 g)	46,22	c	2,72	b	18,82	b	14,82	b	6,02	b
Foliar (300 g)	48,62	b	4,02	a	22,02	a	14,22	c	5,52	c
Teste F	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,000	**
CV (%)	0,36		5,60		0,8		1,12		2,86	

  

Tratamentos	mg Kg <sup>-1</sup>									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
Testemunha	20,02	b	8,02	a	162,00	a	40,00	a	26,00	a
Dessec. total (150 g)	21,02	a	7,02	b	118,00	d	29,00	b	26,00	a
1/2 dessec. (75 g) + 1/2 foliar (75 g)	19,02	c	7,02	b	135,00	c	28,00	c	25,00	b
Foliar (300 g)	20,02	b	8,02	a	149,00	b	25,00	d	26,00	a
Teste F	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,000	**	0,000	**
CV (%)	0,85		2,27		0,12		0,56		0,66	

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. N – nitrogênio; P – Fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco.

Fonte: Autores.

As aplicações de B não influenciaram significativamente o acúmulo de N (Tabela 3), o que pode estar associado à fixação biológica de nitrogênio (FBN). Carpena *et al.* (2000) investigaram o papel do B na FBN e concluíram que altos suprimentos de B podem induzir a mobilização do nutriente nas raízes. Além disso, as maiores concentrações de B são observadas nos nódulos das plantas, o que pode contribuir para uma baixa atividade da nitrogenase. O B é essencial para: (a) a manutenção da parede celular do nódulo e da estrutura da membrana, tanto em nódulos indeterminados quanto determinados; (b) os processos de infecção rizobiana e invasão de células nodulares; (c) o desenvolvimento do simbiosoma e a maturação do bacteroide; e (d) a sinalização inicial entre planta e bactéria (Bolaños *et al.*, 2002).

Para a interpretação dos resultados da análise foliar, foram utilizadas as concentrações adequadas para a cultura do feijão, aplicando a metodologia das faixas de suficiência, conforme dispostos na Tabela 1. O P apresentou maior acúmulo no tratamento foliar ( $300 \text{ g ha}^{-1}$ ), sugerindo uma possível correlação positiva entre a absorção de P e altas doses de B aplicadas na folha.

Por outro lado, o tratamento testemunha, sem aplicação de B, apresentou desempenho estatístico elevado para o acúmulo de K, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, sendo o melhor tratamento observado para Mg, Fe e Mn. Esse resultado destaca que a aplicação de B não influenciou significativamente a absorção desses nutrientes pela planta.

Uma das vantagens de trabalhar com dados de acúmulo de nutrientes na planta é que estes representam a situação real do elemento no tecido vegetal. O acúmulo considera a produção de massa da matéria seca da planta, de modo que efeitos de concentração ou diluição não afetam os resultados (SOUZA *et al.*, 2011).

No entanto, altas concentrações foliares de B podem causar queima das folhas devido à formação de cristais na superfície ou ao excesso absorvido, que interfere nos processos osmóticos e metabólicos. Isso explica a menor eficiência do tratamento com 300 g ha<sup>-1</sup>. O excesso de B no solo também pode prejudicar o crescimento e alterar o metabolismo vegetal, causando necrose progressiva em folhas, caules e malformações nos frutos (BOSCHIERO, 2024).

Na Tabela 4, são apresentados os componentes de produtividade do feijoeiro. Observa-se que o número de vagens por planta diferiu significativamente entre a testemunha e os demais tratamentos com B. Dentre as doses de B aplicadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 4. Número de vagens por planta, massa de grãos por planta e produtividade de grãos em razão da adubação com diferentes dosagens e épocas de boro na cultura do feijoeiro, Anápolis – GO.

Tratamentos	N Vagens pl <sup>-1</sup>		Massa de grãos planta <sup>-1</sup>		Produtividade de grãos ha <sup>-1</sup>	
	-		g		Kg ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	13,62	b	22,12	b	2.765,32	b
Dessec. total (150 g)	19,43	a	28,19	b	3.534,87	b
1/2 dessec. (75 g) + 1/2 foliar (75 g)	20,12	a	38,25	a	4.797,72	a
Foliar (300 g)	21,02	a	38,08	a	4.784,87	a
Teste F	0,000	**	0,000	**	0,000	**
CV (%)	24,82		33,12		32,75	

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelos testes de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

A aplicação foliar de B na cultura do feijoeiro é crucial para que o desenvolvimento das flores e vagens não seja comprometido. Reis *et al.* (2008) constataram que a aplicação foliar de B no feijoeiro, em estágio reprodutivo, influenciou positivamente na retenção das vagens e contribuiu significativamente para a produtividade. Silveira *et al.* (2015) reforçam o efeito positivo do B, apontando o aumento no número de vagens e grãos por vagem, o que consequentemente eleva a produtividade.

Para a massa de grãos por planta, verifica-se uma influência significativa das diferentes doses de B, sendo que a aplicação parcelada ( $150 \text{ g ha}^{-1}$ ) e a aplicação foliar ( $300 \text{ g ha}^{-1}$ ) apresentaram o melhor desempenho. Esses dados diferem dos obtidos por Silva *et al.* (2006), que ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de B e Ca no feijoeiro, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para a massa de grãos.

Em termos de produtividade, houve diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes dosagens e épocas de aplicação do B, indicando um aumento de produtividade com as aplicações foliares. Observa-se novamente que não ocorrem diferenças significativas entre a aplicação parcelada ( $150 \text{ g ha}^{-1}$ ) e a aplicação foliar ( $300 \text{ g ha}^{-1}$ ). Destaca-se que a menor dose de B na aplicação parcelada ainda apresentou um desempenho proporcionalmente melhor que a aplicação foliar com a maior dosagem, evidenciando que o aumento da dose de B acima dos níveis recomendados não se traduz em aumento da produtividade.

A aplicação parcelada permite um fornecimento gradual de boro, coincidindo com as fases de maior demanda do feijoeiro, como germinação e florescimento. Isso reduz o risco de fitotoxicidade e aumenta a eficiência de absorção. A aplicação parcelada também minimiza oscilações na disponibilidade do nutriente, favorecendo a continuidade desses processos.

A produtividade de grãos observada neste trabalho está acima das médias apresentadas para a região, o que pode estar associado ao aumento no número de vagens por planta e ao peso de grãos por planta, que são os principais componentes de produção. Tal resultado assemelha-se ao de Marubayashi *et al.* (1994), que também observaram um aumento nesses componentes e, conseqüentemente, na produtividade. Fageria *et al.* (2015) afirmam que o incremento no rendimento de grãos do feijão-comum por meio da adubação bórica é atribuído às funções que o elemento mineral desempenha na planta, como na germinação de grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e formação de sementes.

Costa *et al.* (2014) obtiveram uma produção de  $2.857,60 \text{ kg ha}^{-1}$  na dosagem de  $300 \text{ g ha}^{-1}$  de B. Esses autores destacam que o uso do B na adubação não pode ser indiscriminado, uma vez que pode se tornar tóxico se aplicado em excesso. Por isso, é necessário o conhecimento acerca dos níveis adequados no solo e na planta, levando a uma recomendação acertada.

Tais resultados contradizem os observados por Silva *et al.* (2006), que não encontraram diferença significativa nos componentes de produção e na produtividade do feijão em relação

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089** às diferentes doses de B aplicada via foliar. Silva *et al.* (2023) e Lima (2019), destacam que a aplicação de doses mais elevadas de B afetam a produção, levando a reduções dos componentes de produtividade, sendo que essa redução deve estar ligada à sua toxicidade.

Em contrapartida, Castagnol e Silva (2009) avaliaram a resposta do feijoeiro à adubação foliar com B em duas épocas de aplicação (R5 e R6) e observaram um efeito positivo do B sobre a produtividade. Flores *et al.* (2017) também notaram que diferentes fontes e doses de B influenciam significativamente a produtividade da cultura. Esses resultados confirmam a importância da nutrição adequada no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro. Silva *et al.* (2023), afirmaram que o uso do B não deve ser feito de forma indiscriminada, recomendando conhecer os níveis adequados desse elemento no solo e na planta

## **Conclusão**

A aplicação parcelada ( $150 \text{ g ha}^{-1}$ ) na fase V4 promoveu a maior produtividade, enquanto a aplicação foliar ( $300 \text{ g ha}^{-1}$ ) em V4 e R5 resultou em aumento de produtividade, mas não sendo proporcional ao aumento da dosagem aplicada.

O acúmulo foliar de macronutrientes seguiu a ordem  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$  e, para micronutrientes,  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ . O B influenciou positivamente a absorção de P, porém não afetou outros nutrientes.

## **Agradecimentos**

A Universidade Evangélica de Goiás, UniEvangélica, pelo apoio técnico e laboratorial para a realização deste trabalho.

## **Referências**

BARROS, J. **Fertilidade do solo e Nutrição de plantas**. Évora, 2020. 33 p.

BOLAÑOS, L.; REDONDO-NIETO, M.; EL-HAMDAOUI, A.; BONILLA, I. **Interaction of Boron and Calcium in the Rhizobium-Legume N<sub>2</sub>-Fixing Symbiosis**. Boron in Plant and Animal Nutrition, 2002. 255-260 p.

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
BOSCHIERO, B. N. **Boro nas plantas: funções, sintomas e causas da deficiência e toxidez;** AGRO-ADVANCE; 2024.

CAMBRAIA, T. L. L.; FONTES, R. L. F.; VERGÜTZ, L.; VIEIRA, R. F.; NEVES, J. C. L.; NETTO, P. S. C.; DIAS, R. F. N. Agronomic biofortification of common bean grain with zinc. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 54, p. e01003, 2019.

CARPENA, R. O.; ESTEBAN, E.; SARRO, M. J.; PEÑALOSA, J.; GÁRATE, A.; LUCENA, J. J.; ZORNOZA, P. **Boron and calcium distribution in nitrogen-fixing pea plants.** Plant Science, 2000. v. 151, n. 2, 163-170 p.

CARVALHO, M. C. S.; SILVEIRA, P. M. **Cultivo do feijão:** adubação. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2023.

CASTAGNEL, J.; SILVA, T. R. B. Adubação foliar de boro na cultura do feijão. *Cultivando o Saber*, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 7-16, 2009.

COSTA, L.F.S.; CUNHA, A.H.N.; FERREIRA, E.M.; BRASIL, E.P.F.; FERREIRA, E.P.B. Aplicação de boro em feijoeiro e aspectos microbiológicos do solo. **Revista Mirante**. Anápolis, v. 7, n. 2, dez. 2014.

DANTAS, L. R. **Desempenho agrônômico do feijão-comum fertirrigado com boro e zinco.** trabalho de conclusão de curso, instituto federal goiano – campus rio verde 2021.

FIELDVIEW, Equipe. “Maiores produtores agrícolas do mundo e o que eles ensinam sobre agricultura digital”. Disponível em: <<https://blog.climatefieldview.com.br/maiores-produtores-agricolas-mundo>>. Acesso em agosto de 2024.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; DOS SANTOS, A. B.; CARVALHO, M. D. **Nutrição mineral do feijoeiro.** Brasília: Embrapa, 2015. 394 p.

FERRARI, J. C.; BOIAGO, N. P. Diferentes doses via foliar do micronutriente boro na cultura da soja. *Cascavel: Revista Cultivando o Saber*, 2022. v. 15, 163-171 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [SI], v. 37, n. 4. 2019.

FLORES, R. A.; SILVA, R. G.; CUNHA, P. P.; DAMIN, V.; ABDALA, K. O.; ARRUDA, E. M.; RODRIGUES, R. A.; MARANHÃO, D. D.C. Economic viability of *Phaseolus vulgaris* (BRS Estilo) production in irrigated system in a function of application leaf boron. **Acta Agric. Scandinava**. v. 67, 697- 704, 2017.

HOSSEINI, S.M; AMINI, Z. (2019). Yield and yield components of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars affected by boric acid rates and methods of application. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 11-12, p. 1378-1385, 2019.

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **IBGE prevê safra de 298,3 milhões de toneladas para 2024.** Rio de Janeiro, 2024.

LEAL, R. M.; PRADO, R. de M. Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco. Pernambuco: **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2008 v. 3, n. 4, 301-306 p.

LIMA, F. G. S. **Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de boro em duas safras.** Trabalho de conclusão de curso, instituto federal goiano - campus Ceres. 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas.** Piracicaba, POTAFOS, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS. 1997.

MARUBAYASHI, O. M.; PEDROSO, P. A. C.; VITTI, G. C.; COSTA, W. M. Efeito de fontes e formas de aplicação de boro e zinco na cultura do cafeeiro. São Paulo: **Científica**, 1994. v. 22, n. 2, 289-99 p.

MAYER, A. C.; LARA, P. H. M.; FRANCISCO, A. L. O. Adubação foliar de boro em diferentes estádios na cultura do feijão. **Anais do Salão de Iniciação Científica Tecnológica**, ISSN-2358-8446, 2023.

PREZOTTI, L; GUARÇONI, A. Guia de interpretação de análise de solo; 2013; INCAPER; Vitória, ES; p.43.

REIS, C. J.; SORATTO, R. P.; BISCARO, G. A.; KULCZYNSKI, S. M.; FENANDES, D. S. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. Viçosa: **Revista Ceres**, 2008 v. 55, n. 4, 258-264 p.

SILVA, M. S.; OLIVEIRA, G. R. F.; BOSSOLANI, J. W.; PROENÇA, S. L.; SOARES, D. A.; ROCHA, E. N.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; SÁ, M. E. Fertilização nitrogenada e boratada associada à inoculação com *Bacillus subtilis* no desempenho agrônômico do feijoeiro. Campinas: **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 2017. v. 11, n. 2, 116-124 p.

SILVA, W.; MARTINS, A.P.; PEREIRA, R. N.; FREIRE, A. I.; SOUZA, F. B. M.; SILVA, E. A. **Aplicação de diferentes doses de boro na cultura do feijoeiro.** Editora Licuri, p. 1-8, 2023.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, V. 34, N. 1, P. 46-52, 2006.

SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; DA CUNHA, P. C. R. (2015). **Adubação Foliar no Feijoeiro:** Revisão de Literatura: documentos, 2015. n. 307.

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, p. 186-199, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
SIMONE, M.; FAILDE, V.; GARCIA, S.; PANADERO, P.C. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a la recolección mecánica directa** Salta: INTA, 1992. 5 p.

SOUZA, D. M. F.; LOBATO, E. **Cerrado: correção de solo e adubação**. Brasília: Embrapa informação e tecnologia, 2004. 2 ed 416 p.

SOUZA, H. A. D.; HERNANDES, A.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2011. 15, 1243-1250 p.

TOMICIOLI, R. M.; LEAL, F. T.; COELHO, A. P. Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café. **South American Sciences**. Brasil, 2020. v. 2, n. 1, p. e21100.

WENDLAND, A.; LOBO, M.; FARIA, J. C. **Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. 52 p.