

Diferentes modos de aplicação de boro na cultura do feijão

Different methods of applying boron in bean cultivation

Gabriel Gorte Auer¹; Luis Miguel Schiebelbein²

Resumo: A pesquisa realizada busca entender o efeito do boro em diferentes modos de aplicação, via dessecação, tratamento de semente, via sulco da semeadura contendo a parcela testemunha sobre a cultivar IPR Urutau, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O campo conduzido foi em delineamento de blocos ao acaso com 5 repetições e 4 tratamentos, cada parcela era constituída de 4x4 metros. A dose do produto Outard da Prime Agro utilizado foi equivalente de 1 litro por hectare sendo o produto composto por 80% de octaborato de sódio e 20% de ácido bórico (136g de boro por litro). A área conta com 0,20 mg/dm³ de boro em 20 cm de profundidade de solo. Os tratamentos foram realizados no dia da semeadura do feijão e o experimento realizado foi conduzido na região dos campos gerais contando com uma coleta de folha sendo realizada no estágio fenológico R1 para análise de tecido vegetal a fim de avaliar a dinâmica dos nutrientes sobre o efeito do boro. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de Friedman e teste de Student-Newman-Keuls's. A produtividade do feijão não foi alterada devido aos tratamentos de boro, entretanto o tratamento que recebeu boro na semente apresentou toxicidade ao boro não conseguindo haver avaliação das plantas, houve um aumento considerável na massa de nódulos sobre o tratamento via sulco com boro.

Palavras-chave: Micronutriente. Análise foliar. Octaborato de sódio.

Abstract: This research aims to understand the effect of boron in different application methods: desiccation, seed treatment, and application in the sowing furrow (including a control plot) on the IPR Urutau cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. - Fabaceae). The field experiment was conducted in a randomized block design with 5 replications and 4 treatments, each plot measuring 4x4 meters. The dose of Prime Agro's Outard product used was equivalent to 1 liter per hectare, with the product composed of 80% sodium octaborate and 20% boric acid (136g of boron per liter). The area has 0.20 mg/dm³ of boron at a soil depth of 20 cm. Treatments were carried out on the day of bean sowing, and the experiment was conducted in the Campos Gerais region. Leaf samples were collected at the R1 phenological stage for plant tissue analysis to evaluate the dynamics of nutrients and the effect of boron. The data were subjected to analysis of variance, Friedman test and Student-Newman-Keuls's test. Bean productivity was not altered due to boron treatments; however, the treatment that received boron on the seed showed boron toxicity, making plant evaluation impossible. There was a considerable increase in nodule mass in the treatment applied in the furrow with boron.

Keywords: Micronutrient. Leaf analysis. Sodium octaborate.

¹ Gabriel Gorte Auer, estudante do curso de agronomia, Centro de Ensino dos Campos Gerais, Ponta Grossa/PR, gabriel.auer8913@aluno.cescage.edu.br;

² Luis Miguel Schiebelbein, Professor Doutor do curso de agronomia, Centro de Ensino dos Campos Gerais, Ponta Grossa/PR, luis.miguel@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

Atualmente o Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), possui grande relevância econômica no Paraná, tendo um grau de importância para o mercado nacional, chegando a um novo recorde de produção com 865 mil toneladas possuindo 25% da produção nacional havendo pesquisas relacionadas a melhora de sua produção (IDR-Paraná 2025).

O consumo do produto se deve a sua importância para alimentação, sendo mais consumido na região sul do país com uma das cultivares mais semeadas de feijão preto é IPR Urutau no estado do Paraná tendo grande poder antioxidante se comparando com outros feijões por exemplo a cultivar carioca no mercado e altos teores de lipídeos (Umeda, 2016).

Dentre os fatores para se ter uma rentabilidade maior na cultura do feijão o melhoramento da fertilidade do solo e a nutrição da planta se faz necessário buscando almejar o máximo de produção (Fioretto, 2022).

A análise de solo auxilia para a calagem e escolha de seu fertilizante. O calcário realizado pela calagem aumenta o pH fazendo com que a planta tenha um maior aproveitamento dos nutrientes presentes no solo aumentando seu potencial produtivo que poderá ser expresso no campo (Kurihara; Richetti, 2017).

No Paraná as principais cultivares se distribuem em dois como o Carioca e o Preto. O feijão carioca apresenta algumas cultivares: BRS Pérola, BRS FC104, IPR-183 o feijão preto possui como algumas cultivares: IPR Urutau, IAC Veloz e BRS estilo (Embrapa, 2024). A cultura do feijão tem um ciclo relativamente curto sendo de suma importância a manutenção da sanidade vegetal (Lacerda, 2021).

Cada nutriente tem sua importância, alguns em maiores quantidades no caso dos macros nutrientes primários (Nitrogênio, Fósforo, Potássio) e dos macronutrientes secundários (Cálcio, Magnésio e Enxofre) alguns em menores quantidades como os micronutrientes (Boro, Ferro, Zinco, Cobre, Manganês, Zinco, Molibdênio, Níquel) (Silva, 2019), a deficiência de um ou o excesso de outro pode afetar a cultura de forma negativa. Por esse motivo, pode-se dizer que cada cultura tem a sua extração nutricional, o que é importante para a busca da relação de equilíbrio. O boro, por sua vez, é um dos micronutrientes que mais divide o potencial produtivo das grandes culturas no Brasil.

Pesquisas indicam que a carência de boro é muito comum no País, com tendências em solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica (Martins; Nazareno; Lima, 2024). As condições químicas, físicas e biológicas do solo são imprescindíveis para uma produção satisfatória. Nesse contexto, a matéria orgânica resulta do melhoramento do perfil do solo, desempenhando um papel fundamental (Salomão, 2020). Segundo Vicente (2021), na cultura do feijão a deficiência de boro pode afetar a polinização devido a menor viabilidade do grão de pólen, constituição da parede celular, produção de frutos do processo reprodutivo, encurtamento dos internódios, afeta a esterilidade masculina, fotossíntese e transporte de carboidratos.

O boro é um micronutriente de mobilidade no solo a depender da fonte, a uloxita usada para repor boro no solo é menos móvel que fontes prontamente solúveis como ácido bórico (Silva, 2019), já na planta tem baixa mobilidade dentro do floema (Bissoto, 2022).

A busca pelo melhor manejo da aplicação do boro é imprescindível, sabe-se que existem diferentes tipos de fontes e meios para a reposição, busca-se a melhor resposta do cultivar. Algumas fontes utilizadas de acordo com Tomicioli (2021) são: Ácido bórico apresentando concentração de 17-18% de B, Colemanita concentração de B varia de 10-16%, Ulexita apresenta concentração de 10-15% de B, Bórax o teor de B fica em torno de 10-15%, Termofosfato com Boro com B, 23% e Octaborato de Sódio fonte de alta solubilidade teor de boro varia entre 20-21%.

Segundo Tomicioli, Leal e Coelho (2020), o boro presente na planta é um micronutriente de importância para a produção nas áreas agrícolas por ter a responsabilidade do processo de divisão celular sendo ele na raiz ou até mesmo nas partes aéreas da planta.

Grande parte dos solos paranaenses são ácidos, responsáveis por um pH baixo e com um maior teor de hidrogênio presente no solo, a acidez ocorre devido aos processos de intemperismo e manejos realizados é importante saber que a adubação ideal varia de cada espécie e de planta (Franceschi, 2018). A aplicação de calcário convencional aumenta significativamente os valores de pH no solo junto ao cálcio e magnésio diminuindo assim o hidrogênio presente podendo neutralizar os efeitos fitotóxicos do AL^{3+} (Bambolim, 2015). Aplicação de gesso vem para corrigir camadas mais profundas aumentando o teor de cálcio, magnésio e enxofre, abaixo de 0,2 m de solo, utilizado também para neutralizar alumínio sendo este um elemento tóxico para as plantas (Amaral; Ascari; Duarte; Mendes; Santos; Julio, 2017).

A produtividade dessas culturas pode ser limitada devido a baixos níveis de boro, podendo ser citados alguns fatores que podem alterar a disponibilidade do Boro são o pH do solo (acidez ou alcalinidade) junto ao teor de matéria orgânica presente nessa cultura (EMBRAPA, 2021).

No Brasil, de acordo com “Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum” produzido pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em 2018, as doenças mais comuns são: Antracnose (*Colletotrichum truncatum*), Ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), Mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*), Oídio (*Erysiphe polygoni*). A relação boro/sanidade vegetal vem dessa perspectiva em que é necessário a disponibilização desse micronutriente do início até o fim de seu ciclo.

Sobre a composição do boro, o portal da Embrapa 2023, diz que a maior parte do boro nos solos vem da turmalina, entretanto a grande parte do boro disponível para as plantas absorverem vem da matéria orgânica. A melhor forma de absorção é por via radicular, onde o boro é assimilado pela planta, sendo a maior parte absorvido em ácido bórico (H^3BO^3) (Silva, 2022).

É possível constatar que existem algumas formas de se aplicar o Boro seja ela via solo, tratamento de semente e via foliar, com diferentes épocas de aplicação: vegetativo e reprodutivo. De acordo com Salles (2023) o boro presente nas plantas é solicitado para formar as sementes em sua maioria, comparada com o crescimento vegetativo. Já no tratamento de sementes com boro, apresenta algumas vantagens: uniformidade de aplicação, menor custo com melhor aproveitamento das plantas, deve-se tomar alguns cuidados pois concentrações altas interferem na germinação (Santos; Moura, 2019).

O feijão preto contém seus ciclos de vida divididos em 10 etapas sendo elas: estágio V0 germinação da plântula, estágio V1 sendo a emergência da planta aonde 50% são visíveis, estágio V2 contendo as folhas primárias, estágio V3 tendo a primeira folha composta aberta, estágio V4 contendo a terceira folha trifoliada e após a finalização desse período vegetativo a planta entra no reprodutivo sendo composto por estágio R5 Pré floração, estágio R6 Floração, estágio R7 Início da formação de vagens, estágio R8 enchimento das vagens e por fim estágio R9 aonde a planta entra em maturação Oliveira (2025).

O artigo desenvolvido, busca entender sobre a aplicação do octaborato de Sódio e o Ácido Bórico nas mesmas formulações, na cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), família Fabaceae. Dentre os métodos disponíveis, qual é o melhor meio para a utilização de boro na cultura do feijão (dessecação, tratamento de sementes e via sulco), utilizando a fonte de ácido bórico junto ao octaborato de sódio.

MATERIAL E MÉTODOS

O seguinte artigo é de caráter relevante pela falta de estudos e de artigos redigidos com relação a esse modo de manejo via tratamento de semente, dessecação e via sulco na semeadora medindo a taxa de absorção na cultivar de feijão pela análise de tecido vegetal também medindo o número de vagens por planta, grãos por vagem e média de quilogramas por parcela do campo experimental.

O presente foi desenvolvido, na região dos Campos Gerais, localizado na Colônia do Lago situada no município de Palmeira, no estado do Paraná (PR), (25° 19' 01,3" S 50° 01' 00,5" W). Foi realizada uma análise de solo para verificar os níveis de boro presentes nas camadas 0,20 m. Para as dadas medições foi realizado análise de solo conforme informado os resultados na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Análise dos componentes do solo

Parâmetro	Teor	Unidade
pH	5,60	H ₂ O
CTC	11,44	pH7
M.O	25,27	g dm ³
P (Mehlich -1)	44,21	mg dm ⁻³
K	0,29	cmol _c dm ⁻³
Ca	7,38	cmol _c dm ⁻³
Mg	1,05	cmol _c dm ⁻³
H+Al	2,70	cmol _c dm ⁻³
Al	ND	cmol _c dm ⁻³
B	0,20	mg dm ⁻³

Resultado da análise de solo.

Descrevendo o solo da região, o local apresenta solo de classe textural franco argiloso arenosa, em camadas do solo de 0,20 m, é composto por 70% de areia, 26% argila e 4% de silte. A análise de solo foi realizada em 18 de março de 2024 sendo o laboratório responsável pela análise foi o Laboratório Laborsolo localizado na cidade de Londrina no estado do Paraná, o mesmo laboratório também realizou as análises de tecido vegetal.

O experimento conduzido com o delineamento de blocos ao acaso tendo total de 5 repetições por tratamento foi instalado após a dessecação e limpeza da área com ROUNDUP WG (Glifosato) na dose de 1,315kg por ha, SELECT 240 EC (Cletodim) na dose de 0,150kg por ha das plantas de cobertura semeadas no mês de maio de 2024. O croqui de experimento constituídos de parcelas 4 metros x 4 metros, contendo no total 20 parcelas sendo elas: 5 testemunhas (sem a aplicação de Boro) na bandeira com cor azul, 5 parcelas com boro na dessecação na bandeira com cor laranja, 5 parcelas via sulco com boro na semeadora na bandeira com cor branca e 5 parcelas em tratamento de sementes com boro na bandeira de cor verde. Por se tratar em um campo de área cultivado a área foi devidamente isolada com fitas para a sinalização do experimento a fim de evitar qualquer dano de natureza humana sendo realizado com delineamento em blocos ao acaso.

Foi utilizada uma semeadora de 9 linhas, para a cultura do feijão o espaçamento entre linhas recomendado é o de 0,45 m entre linhas recomendado por (Kolling; Ozelame, 2017). Constitui assim um espaço de 4x4 metros por parcela do campo, totalizando uma área de 160m quadrados de campo experimental.

Segundo a Embrapa (2023) um stand de 10 a 15 plantas por metro é ideal. O estande médio entre plantas ficou 10 plantas por metro sendo a cultivar IPR Urutau, considerando assim um stand de plantas adequado. A semeadura foi realizada ao final de setembro, dia 24 de setembro de 2024, quando os riscos de geada são baixos, tendo também menor déficit hídrico de 10 % propício para feijão da safra das águas, pois é um período com maiores chances de

precipitação (Wrege, 2020). Já a adubação utilizada usou como referência as análises de solo, sendo 60 quilogramas de P_2O_5 por ha com adubo formulado 10-46-00 colocado na linha da semente, 50 quilogramas de K_2O por ha sendo utilizado cloreto para adubação de potássio na formulação de 00-00-60 aplicado com o espalhador de sólidos realizado 20 dias antes da semeadura do feijão para que não haja a salinização no solo. Durante o experimento também foi realizada a pesagem de nódulos por parcela a fim de avaliar se houve diferença pelos tratamentos e se o boro pode ter interferido tanto de forma positiva quanto negativa na pesagem.

Segundo Wrege (2020) a melhor data para o cultivo do feijão das águas é entre setembro e outubro e onde ocorre menos risco de geadas para a cidade de Palmeira, Paraná é a partir de 10 de setembro. No trabalho em questão a precipitação média na primavera para a cidade de Palmeira, PR é de 400 mL a 500 mL, considerando as datas de 23 de setembro a 21 de dezembro, segundo Nitsche (2019). Estima-se que a cultura do feijão necessita de 200 mL a 500 mL em seu período crítico que vai de 35 a 65 dias após a germinação, sendo este período o de maior consumo de água pela planta (Silva *et al.*, 2016).

A temperatura média na primavera para a cidade de Palmeira, PR é de 18,1°C a 19°C, considerando as datas de 23 de setembro a 21 de dezembro, segundo Nitsche (2019). Grande parte da produção agrícola de feijão são cultivadas em temperatura que ficam entre 17°C a 25°C é sabido que o feijão em sua floração é altamente afetado em temperaturas superiores 35°C e temperaturas abaixo de 12°C podem também abortar flores (EMBRAPA, 2023).

Contudo a realização das parcelas de dessecação utilizou a aplicação de 1L ha⁻¹ de Ácido Bórico utilizando-se um pulverizador de pesquisa (concentração de 129 g de Boro por Litro) no dia da semeadura. Já na parcela via sulco da semeadura foi realizada com 1L por ha de Ácido Bórico e na parcela com tratamento de semente utilizando-se de uma máquina de misturar sementes será realizado com 1 mL para cada kg de semente de feijão.

Por fim, foi realizada as coletas de informação, a contagem de stand das plantas com auxílio de uma trena sendo realizado a contagem de 4 linhas por tratamento descartando as linhas laterais população de plantas sendo realizado 10 dias após a semeadura, após essa etapa ocorreu uma coleta de folha para a análise de tecido vegetal, sendo ela no início do estágio reprodutivo (R1), realizada no dia 20 de novembro de 2024, coletam-se sempre o terceiro trifólio vegetal de cima para baixo, evitando coletar folhas com doenças, danos causados por pragas ou folhas que estejam com sua saúde vegetal comprometida (Protocolo de Amostragem Foliar - 2016), verificando os níveis de boro presente na planta através do índice DRIS (Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação).

Sendo desenvolvido por Beaufils (1973), e aperfeiçoado pela Laborsolo Laboratório com seu banco de dados em 2021, este método de avaliação nutricional de plantas utiliza suas de relações nutricionais, permitindo assim a visualização por meio de números se há excesso ou deficiência de algum nutriente seja ele macro ou micronutriente (Vieira, 2021).

A contagem de vagens por planta foi realizada selecionando 7 plantas no início do desenvolvimento da cultura e colocando um barbante em cada planta para que não haja tendência para medir esses resultados, altura de inserção da primeira vagem a fim de verificar a diferença do boro na multiplicação celular, número de vagens por planta, grãos por vagem, grãos por planta e o MMG (massa de mil grãos) sendo realizado a contagem de 100 grãos 8 vezes em cada tratamento para ter o resultado do MMG com o auxílio de uma balança de precisão (Barranqueiro, 2017). A Massa Total foi coletada descartando 0,45 cm em todas as parcelas para que ocorresse o mínimo de interferência externa possível, por meio da malhagem foi realizado a debulha do feijão e por meio de peneiras manuais a limpeza evitando possíveis perdas dessas matérias.

Os resultados foram submetidos a diferentes testes de estatística como à análise de variância, Student-Newman-Keuls's, as análises de tecido vegetal foram submetidas ao teste de Friedman com auxílio do software RStudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve a possibilidade de avaliar os dados no tratamento de tratamento de sementes pois de alguma forma algumas sementes germinaram e conseguiram emergir e algumas não conseguiram sequer emergir (Tabela 2). Para Gezgin (2023) o limite entra a deficiência e a toxicidade de boro para as plantas é muito estreita. A Tabela abaixo demonstra o resultado médio do número de plantas de feijão que emergiram em 2 metros.

Tabela 2. Relação de emersão das plantas de feijão

Tratamentos	Plantas Emergidas (%) CV = 9.86 %	
Testemunha	97,05%	A
Via sulco	93,18%	A
Dessecação	93,18%	A

Resultados de média de números de plantas de feijão emergidas em 2 metros.

Com relação a análise das plantas de feijão emergidas, conforme observa-se na Tabela acima, confirmou que não houve diferenças significativas sobre os diferentes tratamentos realizados através da análise de variância. De acordo com o teste de F, os valores observados não apresentaram variação estatística entre si, indicando que as formas de aplicação de boro (via sulco, dessecação e testemunha) não interferiram na emergência das plântulas, corroborando com o trabalho publicado por Abrantes (2015) que não observou diferença de plantas emergidas pelo tratamento com boro, altos teores de boro podem resultar em toxicidade para emergência de plantas e possível redução de seu potencial produtivo Lima (2019).

Já com relação a análise de tecido vegetal da planta realizado pelo teste de Friedman (Tabela 3) obteve-se os resultados conforme apresentados na Tabela abaixo de macronutrientes (Nitrogênio, Fosforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre) na forma de grama de nutriente por quilograma de matéria seca vegetal.

Tabela 3. Análise de tecido vegetal

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Testemunha	49,3	3,99	37,8	20,3	3,25	2,57
Via sulco	45,9	4,09	34,7	21,0	3,58	2,49
Dessecação	48,7	3,75	38,8	20,3	3,23	2,55

Média por tratamentos de macronutrientes submetidos a análise de tecido vegetal.

As informações mostram se houve diferença no balanço de nutrientes ou não pela resposta da aplicação do boro, os dados foram verificados através do teste de Friedman onde apontou que nenhum macronutriente sofreu alteração de significância pela aplicação de boro. Ascoli (2020) que observou comportamento semelhante ao avaliar o efeito do boro sobre a nutrição do feijoeiro, concluindo que a adição de boro não promoveu variações detectáveis nos teores foliares de macronutrientes. Isso ocorre porque o boro, apesar de desempenhar funções essenciais no metabolismo vegetal, não participa diretamente dos processos de absorção e

transporte dos macronutrientes. Partindo para Tabela 4 pode-se observar os micronutrientes presentes na análise de tecido vegetal.

Tabela 4. Análise de macronutrientes presentes.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹				
Testemunha	28,2	7,42	99,4	37,9	23,1
Via sulco	29,4	7,18	105,0	39,9	18,3
Dessecação	29,7	6,65	102,0	35,6	25,7

Média por tratamentos de micronutrientes submetidos a análise de tecido vegetal.

Observando estes dados pode-se afirmar que não houve diferença significativa pelo teste de Friedman nos tratamentos para a testemunha em relação ao Boro, os demais micronutrientes não sofrem alterações pelo tratamento de boro, semelhante ao resultado apresentado por Gonzaga (2025).

Partindo para as avaliações de plantas em número de vagens observa-se de acordo com a Tabela 5 que houve diferenças significativas pelo teste de variância ao nível de 5% de probabilidade através do teste de Student-Newman-Keuls's, apresentando maior média na dessecação e testemunha.

Tabela 5. Média de vagem por planta submetidos pelo teste de Student-Newman-Keuls's.

Tratamentos	Média de Vagem por Planta CV = 8,34%	
Testemunha	15,26	A
Dessecação	15,16	A
Via sulco	13,16	B

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Mayer (2023) há efeito na aplicação de boro influenciando o número de vagens devido a utilização para reprodução celular da planta, coincidindo com os resultados apresentados na Tabela 5 onde o tratamento via sulco apresentou menor número de vagem por planta. A Tabela 6 nos apresenta dados de grãos por vagem.

Tabela 6. Média total de grãos por vagem na planta de feijão.

Tratamentos	Grãos por Vagem CV = 9,84%
Testemunha	11,96
Dessecação	11,07
Via sulco	9,85

Análise de grãos por vagem aonde a é o maior número e b menor número pela análise de variância.

A avaliação de Grãos por Vagem, seguindo o mesmo sistema de avaliação da análise de variância, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, estatisticamente eles são iguais, mesmo o valor numérico do tratamento testemunha sendo superior, segundo Santana

(2020) pode haver diferenças positivas ou negativas com o uso do boro em grãos por vagem, próxima Tabela 7 informará se há diferença com boro para altura da primeira vagem.

Tabela 7. Altura da primeira vagem em centímetros.

Tratamentos	Altura da primeira vagem CV = 5.42%	
Via sulco	16,34	A
Dessecação	15,05	B
Testemunha	14,71	B

O resultado se difere das demais letras apontando diferença na altura da primeira vagem sobre o efeito do tratamento pelo teste de Student-Newman-Keuls's.

A avaliação de Altura da Primeira Vagem, utilizando o sistema de variância e Student-Newman-Keuls's também apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Seguindo com via sulco em com a maior altura da primeira vagem seguido da dessecação e testemunha isso se deve ao boro ter estímulo ao alongamento celular obtendo uma maior altura da primeira vagem conforme Salles (2023) que também obteve resultado com a aplicação do boro, já a massa de nódulos apresentou diferenças significativas indicas pela Tabela 8.

Tabela 8. Média de massa de nódulos por grama de tratamento.

Tratamentos	Massa de Nódulos (g) CV = 23.83%	
Via sulco	0,98	A
Testemunha	0,7	B
Dessecação	0,42	C

Diferença da pesagem de nódulos por plantas na análise de variância em gramas por planta.

Com relação a pesagem de nódulos. Os resultados apresentados na Tabela 8 mostram grandes diferenças entre os tratamentos com o via sulco sendo o maior e a dessecação o menor, isso ocorre, pois, os nódulos utilizam do elemento Boro para o crescimento aumentando assim a fixação biológica de nitrogênio de acordo com Bellaloui (2014), em decorrência do boro aplicado na linha da semeadura pode ter tido influência na nodulação, por fim a massa de mil sementes e massa total de cada tratamento sendo informada na Tabela 9 .

Tabela 9. Massa de mil sementes e Massa total.

Tratamentos	MMS (g) CV = 6.14%	Massa Total (kg) CV = 12%
Testemunha	247,5	3,816
Via sulco	255	4,414
Dessecação	257	4,181

Análise de variância sobre massa de mil sementes e massa total sobre cada tratamento.

Como pode ser observado na Tabela 9 a relação de MMS (Massa de Mil Sementes) e Massa total não apresentaram diferenças significativas pela análise de variância obtendo resultados semelhantes aos apresentados por Muller (2022) que mostra que a aplicação de boro não influencia significativamente a produção do feijoeiro na dada condição de boro presente no solo sobre a análise.

CONCLUSÃO

O presente trabalho afirma que não há diferença na emergência de plantas sobre o efeito do boro e dinâmica dos nutrientes pela análise de tecido vegetal, há um aumento considerável da média de vagem por planta no tratamento via dessecação e testemunha. O tratamento de sementes apresentou toxicidade sobre a dosagem de boro. A maior altura da primeira vagem foi do tratamento via sulco junto a massa de nódulos já a massa de mil sementes e massa total não apresentou diferenças significativas sobre efeito dos tratamentos.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L.; SÁ, M.E. de; SILVA, M.P. da; SOUZA, L.C.D. de. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação foliar com boro. **Revista Cultura Agronômica**, v. 24, n. 2, p. 167-180, 2015.

AMARAL, L. A.; ASCARI, J. P.; DUARTE, W. M.; MENDES, I.R.N.; SANTOS, E.S.; JULIO, O.L.L. Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. **Agrarian**, Tangará da Serra, v. 10, n. 35, p. 31-41, 2017.

ASCOLI, A. A. **Doses e fontes de boro via foliar nas características agronômicas e composição e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro**. 2020. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2020.

BAMBOLIM, A.; CAIONE, C.; SOUZA, N.F.; JUNIOR, G.D.F.S; FERBONINK, G.F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. **Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 3, p. 36-37, 2015.

BARRANQUEIRO, H. R.; DALCHIAVON, F. C. Aplicação de azoto na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 196-204, 2017.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p.

BELLALLOUI, N.; MENGISTU, A.; KASSEM, M.A., ABEL, C.A.; ZOBIOLE, L.H.S. **Role of boron nutrient in nodules growth and nitrogen fixation in soybean genotypes under water stress conditions**. 2014.

BISSOTO, F. P. **Absorção foliar de boro (10B) proveniente de fontes complexadas e mobilidade do nutriente na soja**. 2022. Tese (Doutorado) – Instituto Agronômico, Campinas, 2022.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Feijão – Pérola**. 1994. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9817/feijao---perola>. Acesso em: 7 maio 2024.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Feijão – BRS Estilo**. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9816/feijao---brs-estilo>. Acesso em: 7 maio 2024.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Feijão – BRS FC104**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5176/feijao---brs-fc104>. Acesso em: 7 maio 2024.

FIORETTO, C. **A importância de uma análise de solo**. 2022. Disponível em: <https://laborsolo.com.br/analise-de-solo/a-importancia-de-uma-analise-de-solo>. Acesso em: 22 abr. 2024.

FRANCESCHI, F. **Fertilidade do solo e características produtivas de propriedades familiares de produção de leite do Sudoeste Paranaense**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

GEZGIN, S.; KORKMAZ, A.; YILMAZ, F. G. Evaluating of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars for boron efficient and tolerant. **Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences**, v. 9, n. 1, p. 218-227, 2023.

GONZAGA, L. A.; ROCHA, V.C.; REZENDE, C.F.A. Doses e épocas de adubação com boro no feijão-comum. **Mirante**, Anápolis, v. 18, n. 1, p. 186-199, 2025. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/16771>. Acesso em: 24 out. 2025.

IDR. **Paraná confirma novo recorde e liderança nacional na produção de feijão: 865 mil toneladas**. 2025. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Noticia/Parana-confirma-novo-recorde-e-lideranca-nacional-na-producao-de-feijao-865-mil-toneladas>. Acesso em: 26 nov. 2025.

KOLLING, D. F.; OZELAME, O. Utilização de nitrogênio e enxofre em cobertura no feijão preto safrinha. **Scientia Agraria**, Chapecó, v. 18, n. 4, p. 204-211, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/995/99554928024.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

KURIHARA, C. H.; RICHETTI, A. **Calcário: calagem favorece aproveitamento de nutrientes**. Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2017.

LACERDA, Mábio Chrisley. **Plantas daninhas - Feijão**. 2021. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/plantas-daninhas>. Acesso em: 12 dez. 2025.

LIMA, F. G. S. **Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de boro em duas safras**. 2019.

MARTINS, R. J.; NAZARENO, L. F.; LIMA, R. P. Importância do boro no enraizamento da soja. **Novos Desafios**, v. 4, n. 2, p. 3-4, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14204824>.

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

MULLER, F.; ZANÃO, L.A.; HUBNER, V.; PINTO, J.S.; ZANÃO, M.P.C.; BESSEGIO, D.; BRUSTOLI, R. Aplicação foliar de boro e cálcio no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista Caribeña de Ciências Sociais**, v. 13, n. 5, p. 5, 2024.

NITSCHKE, P. R., CARAMORI, P.H.; RICCE, W.S.; PINTO, L.F.D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2019.

OLIVEIRA, L. F. C.; SARMENTO, P. H. L.; OLIVEIRA, M. G. C. **Feijão: fenologia**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/fenologia>. Acesso em: 30 out. 2025.

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM FOLIAR: **Cultura: feijão**. 2016. Disponível em: https://laborsolo.com.br/uploads/protocolo/protocolo-feijao-web_1587673457.pdf. Acesso em: 2 abr. 2024.

SALLES, J. S. **Qualidade fisiológica de sementes e características agronômicas do feijoeiro em função de boro e zinco via foliar**. 2023. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2023.

SALOMÃO, P. E. A.; KRIEBEL, W.; SANTOS, A.A. dos.; MARTINS, A.C.E. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2020.

SANTANA, Í. O.; SANTOS, M.S.; SANTOS, C.A.P. dos.; CAMPOS, N.M. **Produção de feijão-de-corda sob diferentes doses de nitrogênio aliado à aplicação de boro**. 2020.

SANTOS-MOURA, S. S.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.D.; PAIVA, L.G.; MOURA, M.F. de. Potencial fisiológico de sementes de feijão tratadas com micronutrientes. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p. 1119-1129, 2019.

SILVA, Ivando Comandante de Macedo et al. Influência da adubação orgânica no desenvolvimento do feijão-vagem em diferentes níveis de água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 01-7, 30 dez. 2016.

SILVA, J. F. da. **Lixiviação de boro em Latossolo em função de fontes e doses**. 2019. 32 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2019.

SILVA, J. G. da. **Cultivar de feijão: semeadura**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/semeadura>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SILVA, S. C. da. **Embrapa Arroz e Feijão: temperatura do ar**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/preproducao/clima>. Acesso em: 23 abr. 2024.

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**, v. 2, n. 1, p. e21100, 2021.

UMEDA, W. M. **Caracterização nutricional, capacidade antioxidante e compostos bioativos de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2017.

VICENTE, G. J. **Micronutrientes na cultura do feijão**. 2021. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

VIEIRA, J. C. **Entenda nosso laudo: índices DRIS**. 2021. Disponível em: <https://laborsolo.com.br/laudo/tecido-vegetal>. Acesso em: 22 abr. 2024.

WREGE, M. S.; CARAMORI, P.; CAVIGLIONE, J.H.; MARTORANO, L.G. Época de semeadura com menor risco climático para feijão nos Campos Gerais do Paraná. **Research Gate**, Londrina, p. 122-126, 2020.