

# Efeitos de fontes e doses de boro em plantas de soja

*Effects of boron sources and rates on soybean plants*

MAYCON DOUGLAS SILVA DE ASSIS

Discente de Agronomia (UNIPAM)

mayconds@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA

Professor orientador (UNIPAM)

carloshenrique@unipam.edu.br

---

**Resumo:** A soja é a principal commodity de exportação do Brasil, sendo uma cultura amplamente cultivada em diversas regiões, com destaque para o Sul e o Centro-Oeste, responsáveis por 93% da produção. A produção de soja no Brasil tem crescido significativamente ao longo dos anos, com previsões otimistas para os próximos períodos. Investimentos em estudos e tecnologias são essenciais para aumentar a produtividade e a qualidade das sementes, reduzindo custos e perdas para os produtores. O boro (B) é um micronutriente essencial para as plantas, desempenhando funções importantes no desenvolvimento vegetal. Sua aplicação adequada é crucial para evitar deficiências ou toxicidade nas plantas. Diante desse cenário, o objetivo deste estudo foi avaliar fontes e doses de B na cultura da soja. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, localizada no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), situado na rua Rua Major Gote 808, em Patos de Minas (MG), em 27 de julho de 2024. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial  $3 \times 4 + 1$ , correspondente a três fontes de B (Ácido Bórico, Bórax e Boro 10) e quatro doses (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg dm<sup>-3</sup>), em quatro repetições, mais tratamento controle sem adição de B. Foram utilizados vasos do tipo jardineira com solo de textura arenosa, foi feito sulcos de semeadura com profundidade de 5 cm e 42 cm de comprimento em que as fontes de B foram aplicadas. As plantas foram coletadas aos 69 dias após a semeadura e levadas para o laboratório CEFERT, onde foram realizadas as avaliações e análise de B foliar. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas ao teste de Tukey ao nível de 0,05% de significância. Os resultados obtidos demonstraram que doses de B acima de 2,0 mg dm<sup>-3</sup> aplicadas via solo em plantas de soja cultivadas em vaso geraram depleção no desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chave:** fertilizante; *Glycine max*; nutrição mineral, solos.

**Abstract:** Soybean is Brazil's main export commodity, widely cultivated across several regions, with the South and Midwest accounting for 93% of total production. Soybean production in Brazil has increased significantly over the years, with optimistic forecasts for the coming periods. Investments in research and technology are essential to increase productivity and seed quality, while reducing costs and losses for producers. Boron (B) is an essential micronutrient for plants, playing important roles in plant development. Its proper application is crucial to avoid deficiencies or toxicity. In this context, the aim of this study was to evaluate B sources and application rates in soybean cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse at the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), located at Rua Major Gote 808, Patos de Minas (MG), on July 27, 2024. A randomized block design (RBD) was used in a  $3 \times 4 + 1$  factorial scheme, corresponding to three B sources (Boric Acid, Borax, and Boron 10) and four rates (1.0, 2.0, 3.0,

and 4.0 mg dm<sup>-3</sup>), with four replicates, plus a control treatment without B application. Planter-type pots with sandy-textured soil were used, and sowing furrows were made at 5 cm depth and 42 cm length, where the B sources were applied. Plants were collected 69 days after sowing and taken to the CEFERT laboratory for evaluation and foliar B analysis. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using Tukey's test at a 0.05 significance level. Results showed that B rates above 2.0 mg dm<sup>-3</sup> applied via soil in potted soybean plants led to depletion in plant development.

**Keywords:** fertilizer; *Glycine max*; mineral nutrition; soils.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é cultivada em todas as regiões do Brasil, embora com predominância nas Regiões Sul e Centro-Oeste, que respondem por 93% da produção e 78,2% de área cultivada de soja. A soja é a principal *commodity* do agronegócio brasileiro e a principal oleaginosa anual produzida e consumida em todo o mundo. O Brasil continua em constante aumento de produtividade e exportação da cultura, assegurando assim o crescimento de 2,9% do PIB do país e garantindo a sustentabilidade social e ambiental (SECOM/PR, 2023).

A produção de grão de soja no Brasil pode atingir 166.143,4 mil toneladas no período 2024/25, um aumento de 12,5% comparados com a safra 2023/24. Esse aumento se deve às condições climáticas favoráveis para o plantio em todas as regiões produtoras. Em Minas Gerais, as chuvas iniciadas no mês de outubro se destacam pela sua excelente distribuição evitando precipitações concentradas, entretanto o plantio segue com um pequeno atraso semelhante ao ocorrido na safra 2023/24; as altas temperaturas e escassez de chuva fizeram com que vários produtores adiassem o plantio (CONAB, 2024).

Para aumentar a produção, são essenciais investimentos contínuos na a realização de pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias nas áreas de nutrição do solo e de plantas, plantabilidade das culturas, tratamento de sementes, controle biológico, defensivos e suas aplicabilidades, sempre visando à sustentabilidade ambiental e minimizando os custos de produção e perdas para o produtor rural.

O boro (B) é um micronutriente e é absorvido pelas plantas na forma de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). Na planta, ele se comporta como pouco móvel ou imóvel. Sua deficiência ocorre em tecidos de crescimento, enquanto que os sintomas de toxidez aparecem de tecidos mais velhos. O teor de toxicidade varia de acordo com a espécie vegetal, 200 mg kg<sup>-1</sup> nas folhas de café, e está associado com os sintomas de clorose malhada (Malavolta, 2006).

O B desempenha um papel essencial na divisão celular das plantas, participando ativamente na produção de enzimas e no transporte de açúcares através das membranas celulares. Além disso, é fundamental na síntese de ácidos nucleicos e contribui diretamente para o processo de germinação do grão de pólen, possibilitando a fecundação e o desenvolvimento dos frutos. O B também influencia o crescimento das raízes, estruturas essenciais para a absorção de água e nutrientes necessários ao desenvolvimento vegetal. O B é encontrado na natureza em forma sólida vindo de rochas sedimentares marinhas e ou vulcânicas, normalmente encontradas perto de vulcões,

pode também estar presente em rochas encontradas submersas em água do mar (Saldanha *et al* 2016).

Fageria (1999), estudando arroz, feijão, milho, soja e trigo, concluiu que o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes das culturas testadas foram afetadas com resultados significativos pelas doses de B. Foi feita avaliação levando em conta os níveis tóxicos de B calculado em 10% a diminuição da produtividade; os níveis de B adequados na planta variam de 10 a 75 mg kg<sup>-1</sup> e os tóxicos de 20 a 153 mg kg<sup>-1</sup>, dependendo da cultura.

Como na planta a faixa entre deficiência e toxidez para B é muito estreita, a adubação com esse nutriente deve ser realizada com cautela para evitar a toxidez. O efeito residual esperado é de quatro a cinco cultivos tanto para a adubação a lanço como para aquela feita parceladamente no sulco. No entanto, recomenda-se fazer análise foliar e do solo a cada dois cultivos, para verificar se há necessidade de reaplicação desses nutrientes (Sousa; Lobato, 2004).

Em solos não cultivados, quando não se dispõe de resultados da análise do solo, recomenda-se aplicar, a lanço, a seguinte adubação: 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro + 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de cobre + 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de manganês + 0,4 kg ha<sup>-1</sup> de molibdênio + 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de zinco. Em áreas de Cerrado, as deficiências mais comuns de micronutrientes são boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn). No caso de B, por ser móvel no solo, sua aplicação poderá ser feita em cobertura. Dependendo-se da quantidade aplicada, o efeito residual da aplicação de micronutrientes para correção do solo é longo (4 a 6 anos), portanto muito cuidado deverá se dar às doses dos fertilizantes, uma vez que o limite entre deficiência e toxidez é muito estreito, principalmente, no caso de B (Sousa; Lobato, 2004).

Este trabalho tem por objetivo avaliar fontes e doses de Boro (B) na cultura da soja.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO

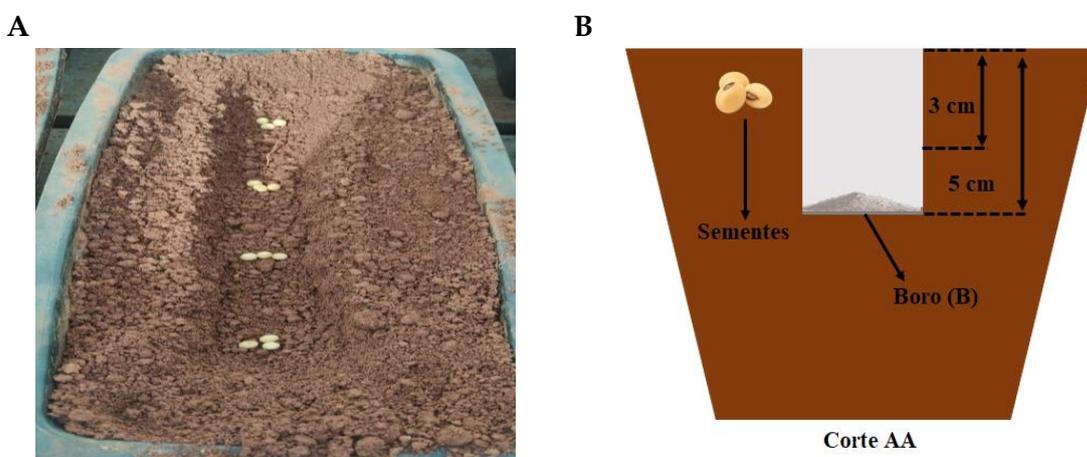
O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, localizada no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), na Rua Major Gote 808, em Patos de Minas (MG), com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 18° 34' 46" sul, longitude 46° 31' 6" oeste, com altitude de 842 m. O clima predominante da região é o tropical com estação seca no inverno e chuva no verão. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3 x 4 + 1, correspondente a três fontes de B (Ácido Bórico (17%), Bórax (11%) e Boro 10 (10%) e quatro doses (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg dm<sup>-3</sup>), em quatro repetições, mais tratamento controle sem adição de B.

Foram utilizados vasos do tipo jardineira com capacidade para 7 L. Para enchimento dos vasos, foi utilizado solo de textura arenosa coletado no Distrito de Veredas (MG). Uma amostra do solo foi enviada ao laboratório Terrena, onde foi feita a análise química do solo, cujos resultados foram: pH Água: 4,22 mg L<sup>-1</sup>; Ca: 0,32; Mg: 0,16; Al: 2,78; H + Al: 7,51; K: 0,04; CTC(T): 8,03 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P-rem: 20,22 mg L<sup>-1</sup>; P-Melich: 1,79 mg dm<sup>-3</sup>; S: 3,11; B: 0,38 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 0,43; Fe: 438,12; Mn: 2,19; Zn: 0,53 mg dm<sup>-3</sup>.

A obtenção e pesagem do corretivo de solo e dos fertilizantes foi realizada utilizando a infraestrutura do Laboratório e Central de Análises de Fertilidade do Solo (CEFERT) – Bloco H, UNIPAM. Para correção do pH do solo, foram pesados 21,2 g vaso<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. A aplicação do calcário foi realizada no dia 12 de julho de 2024. Os vasos foram irrigados diariamente com 300 mL água<sup>-1</sup>, mantendo a umidade para que o calcário realizasse a neutralização do Alumínio (Al). A adubação de plantio foi realizada com 160 mg vaso<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> via supersimples; 315 mg vaso<sup>-1</sup> de N via ureia e 2500 mg vaso<sup>-1</sup> de K via cloreto de potássio.

A semeadura foi realizada no dia 27 de julho de 2024. Foram utilizadas sementes de soja, cultivar CZ 37B39I2X com tecnologia Intacta2 Xtend, inoculadas com *Bradyrhizobium* na dose de 2 mL kg<sup>-1</sup> sementes. Foram feitos sulcos de plantio com profundidade de 5 cm e 42 cm de comprimento (Figura 1). Após isso, o B foi aplicado juntamente com os fertilizantes de plantio. Feita a cobertura dos sulcos, foram semeadas doze sementes vaso<sup>-1</sup> 4x3, espaçadas em 0,045 m, sendo que destas oito foram seccionadas 23 dias após a germinação, deixando apenas quatro plantas vaso<sup>-1</sup>. A irrigação foi realizada diariamente com 300 mL de água vaso<sup>-1</sup> nos estádios vegetativos VE para V1. De V2 para R1 a irrigação foi ajustada para 500 mL vaso<sup>-1</sup> e, devido ao aumento da temperatura, foi reajustada para 1000 mL vaso<sup>-1</sup>.

**Figura 1:** (A) Esquematisação do sulco de plantio no vaso, (B) esquematisação da aplicação do B e sementes UNIPAM. Patos de Minas - 2024



Fontes: arquivo dos autores (A) e elaboração dos autores (B), 2024.

Nos dias 16 e 28 de agosto de 2024, foram realizadas adubações de cobertura, utilizando fertilizante mineral misto, com garantias de 08% de N, 53% de P, 8% de K, 1,8% de Mg e 2,4% de S. Foram dissolvidos 10,4 g deste fertilizante em 10 L de água e aplicados 200 ml vaso<sup>-1</sup>. No dia 06 de setembro, foi realizada adubação foliar, utilizando 4 g de MAP foliar, 3g de ureia e 2g de sacarose dissolvidos em 1 L de água. Essa solução foi aplicada com o auxílio de uma bomba costal com capacidade para 5 L.

Com o objetivo de controlar a proliferação de *Frankliniella schultzei* (trips), foram realizadas, com o auxílio da bomba costal supracitada, 2 pulverizações, utilizando o

inseticida Pirate, na dose de 1,5 mL para cada 2 L de água. A primeira aplicação ocorreu no dia 08 e a segunda no dia 15 setembro de 2024.

## 2.2 AVALIAÇÕES

Aos 63 dias após a semeadura (DAS), foram realizadas as avaliações de níveis de clorofila foliar (SPAD), diâmetro do colmo e altura de parte aérea (HPA); em seguida, as plantas foram coletadas para realizar as avaliações de massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e o teor de B foliar (TBF). Utilizando-se o equipamento de SPAD da Konica Minolta, foi realizada a leitura do índice SPAD, do folíolo central do terceiro trifólio completo, selecionado da parte apical para o caule. Com o auxílio do paquímetro, foram realizadas as medidas do DC com uma fita métrica; também foi coletada a HPA de cada planta; em seguida, as plantas foram cortadas rente ao solo e colocadas em sacos de papel, identificados com o tratamento e a repetição. Utilizando-se uma peneira e um balde com água, as raízes foram separadas e colocadas também em sacos de papel, seguindo o mesmo padrão de identificação.

As plantas e raízes acondicionadas em sacos foram levadas ao laboratório CEFERT, onde foram colocadas em estufa de ar quente para a secagem do material. Após a secagem, foi realizada a pesagem da MSPA e MSR. Em seguida, a parte aérea das plantas foi triturada individualmente em um moinho de facas, e o material resultante foi armazenado em sacos plásticos devidamente identificados com o tratamento e a repetição.

O material resultante do processo de trituração das plantas foi utilizado para a determinação do teor de B em cada amostra. Para isso, foram transferidos 30 g de amostra, individualmente, para cadinhos de porcelana. Em seguida, os cadinhos foram colocados em uma mufla e submetidos à temperatura de 500°C por um período de oito horas. Após o resfriamento, foram obtidas amostras que continham somente minerais que não volatilizam com a alta temperatura.

O B reage com a azometina-H formando uma mistura de cor amarelada, que absorve a luz na região de 460 nm (Tedesco *et al.* 1995). Para a determinação do teor de B no material vegetal, foi utilizado o método com azometina-H. Pipetou-se 1,0 mL de cada amostra (extrato nitroperclórico) em copos plásticos de 30 mL devidamente identificados. Em seguida, foram adicionados 2 mL da solução tampão e 2 mL da solução de azometina-H. As amostras ficaram em descanso por 30 minutos; após isto, foram analisadas, utilizando-se o espectrofotômetro. Os resultados obtidos da leitura do espectrofotômetro foram submetidos à fórmula  $B \text{ mg kg}^{-1} = \text{mg L}^{-1} \times 50$  (Meneghetti, 2018). Os resultados obtidos com as avaliações foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o software Sisvar (Ferreira, 2011).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis analisadas, houve interação significativa para doses de B dentro de cada nível de fonte (Tabela 1). Também se observou que, independentemente da fonte utilizada, o aumento da dose de B acima de 2 mg dm<sup>-3</sup> acarretou nas plantas de

soja a redução do diâmetro do colmo, da altura de parte aérea (HPA), da massa seca de raiz (MSR), da massa seca de parte aérea (MSPA) e do índice SPAD. Contudo, o incremento das doses de B promoveu aumento dos níveis de teor de B foliar (TBF) (Figura 2).

**Tabela 1:** Médias de diâmetro colmo, altura de parte aérea (HPA), massa seca de raiz (MSR) massa seca de parte aérea (MSPA), índice SPAD e o teor de B foliar (TBF), de plantas de soja cultivadas em vaso em função da aplicação de doses de B via solo, UNIPAM. Patos de Minas, 2024

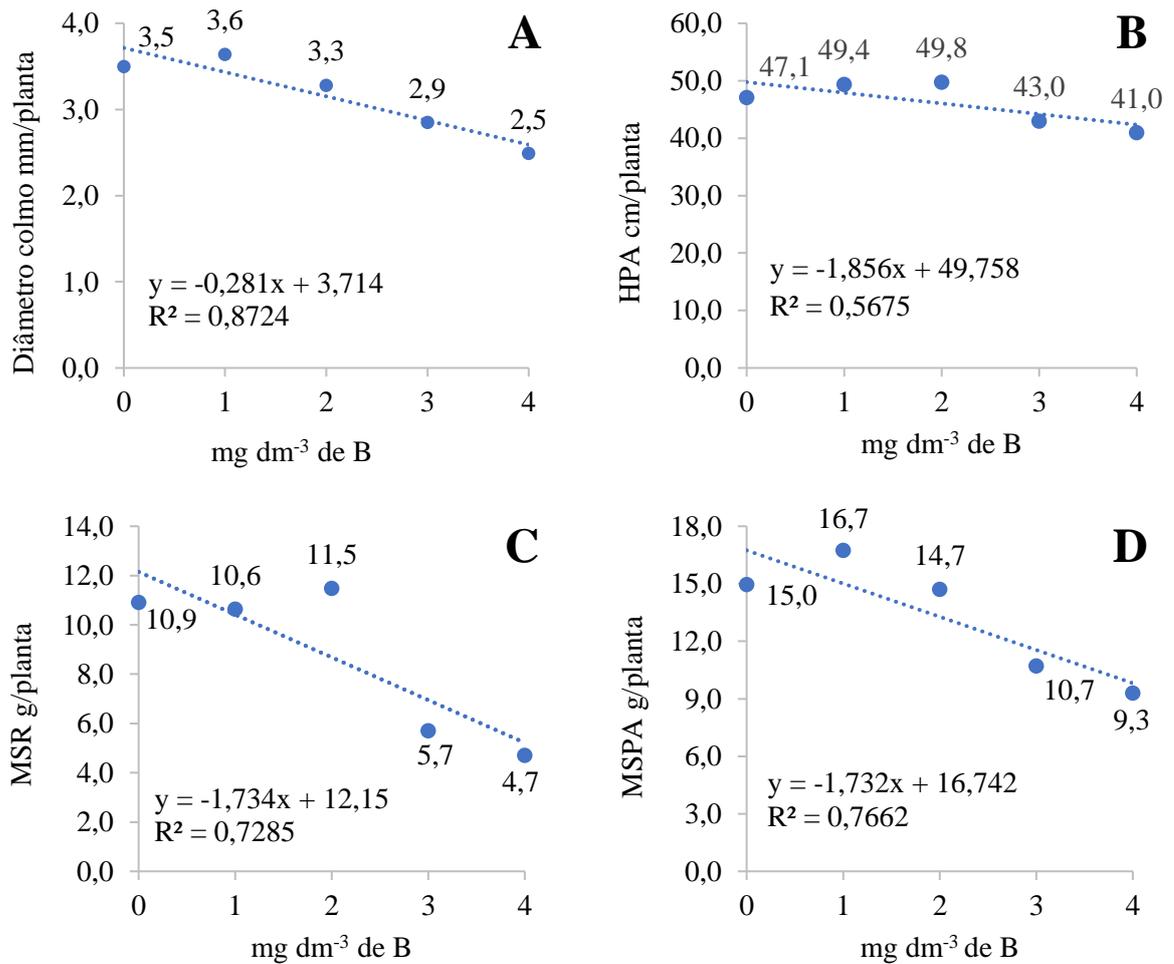
Fontes	Diâmetro do Colmo				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	3,5 a	3,7 a	3,1 a	2,7 a	2,4 a
Boro 10	3,5 a	3,7 a	3,5 b	2,8 a	2,5 a
Ácido Bórico	3,5 a	3,6 a	3,3 a b	3,1 b	2,6 a
DMS: 0,28					
Fontes	HPA				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	47,1 a	48,2 a	49,9 a	42,9 a	41,3 a
Boro 10	47,1 a	48,3 a	51,6 b	43,1 a	41,8 a
Ácido Bórico	47,1 a	51,6 b	47,9 c	46,0 b	42,2 a
DMS: 1,23					
Fontes	MSR				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	10,9 a	11,7 a	10,4 a	7,0 a	4,8 a
Boro 10	10,9 a	10,7 b	11,1 a	5,1 b	4,6 a
Ácido Bórico	10,9 a	9,6 c	12,9 b	5,3 b	4,6 a
DMS: 0,73					
Fontes	MSPA				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	15,0 a	16,4 a	14,6 a	9,6 a	8,7 a
Boro 10	15,0 a	15,8 a	15,5 b	10,6 b	9,5 b
Ácido Bórico	15,0 a	18,0 b	14,0 a	11,9 c	10,0 b
DMS: 0,70					
Fontes	Índice SPAD				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	32,1 a	32,1 a	33,7 a	31,6 a	25,5 a
Boro 10	32,1 a	34,8 b	34,7 a	27,8 b	28,9 b

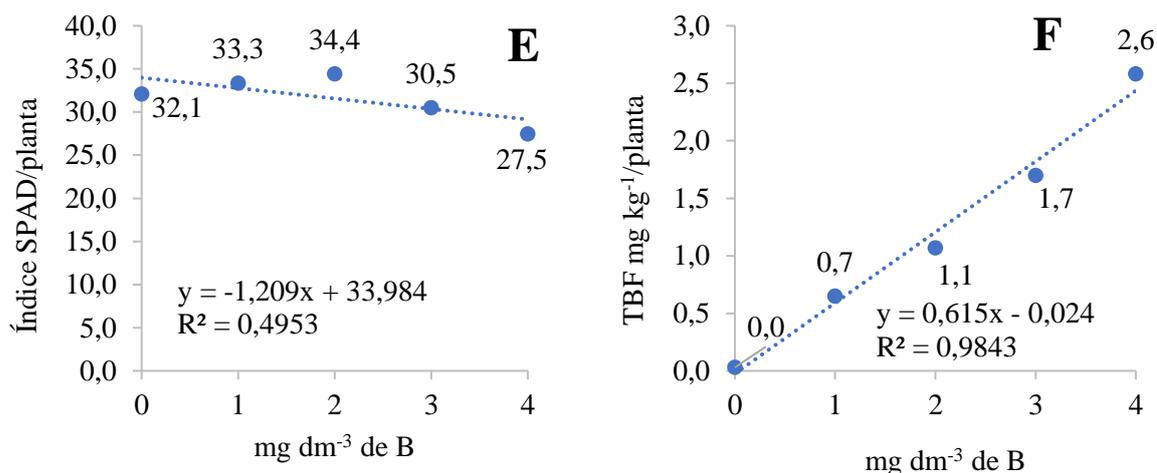
Ácido Bórico	32,1 a	33,1 a	34,9 a	32,2 a	28,1 b
DMS: 1,36					
Fontes	TBF				
	mg dm <sup>-3</sup> de B				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Borax	0,0 a	0,8 a	1,1 a	2,3 a	2,8 a
Boro 10	0,0 a	0,6 b	1,2 a	1,5 b	2,3 b
Ácido Bórico	0,0 a	0,6 b	0,9 b	1,3 b	2,6 c
DMS: 0,21					

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de significância.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

**Figura 2:** Modelo ajustado para (A) diâmetro de colmo, (B) altura de parte aérea (HPA), (C) massa seca de raiz (MSR), (D) massa seca de parte aérea (MSPA), (E) índice SPAD e (F) teor de B foliar (TBF), de plantas de soja cultivadas em vaso em função da aplicação de doses de B via solo, UNIPAM. Patos de Minas – MG, 2024





Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A redução do diâmetro do colmo (Figura 2A) e a da altura de parte aérea (Figura 2B) com o aumento das doses de B também foram observadas por Raimundi *et al* (2013) quando aplicaram ácido bórico em sulco de plantio — o tratamento controle se diferenciou positivamente quando comparado aos demais tratamentos. Resultado diferente quanto à altura de parte aérea foi constatado em um estudo realizado por Somavila *et al* (2022), ao aplicarem ulexita com 10% de B, no sulco de plantio; relataram que não houve diferença significativa na altura de parte aérea. Esse resultado foi atribuído à baixa solubilidade da ulexita em água, resultando em uma liberação lenta de B. Devido a essa característica, o efeito de fitotoxidez foi minimizado, permitindo o desenvolvimento normal das plantas.

Observou-se a redução de massa seca de raiz (Figura 2C) e massa seca de parte aérea (Figura 2D) para os tratamentos com dose acima de 2 mg dm<sup>-3</sup> de B. Trautmann *et al.* (2014) conduziram um estudo em casa de vegetação localizada no Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Ao aplicarem ácido bórico e ulexita em sulco de plantio nas doses de 0; 0,5; 1; 1,5 e 2 mg dm<sup>-3</sup>, em um solo de textura argilosa com teor inicial de B de 0,6 mg dm<sup>-3</sup>, não notaram interação significativa entre fonte e dose para a variável massa seca de parte aérea. No entanto, para a variável massa seca de raiz, foi evidenciada uma interação significativa, mostrando que o aumento das doses de B, independentemente da fonte, influenciaram negativamente no volume radicular. Furlani *et al* (2001) conduziram um experimento em casa de vegetação, localizada no Núcleo Experimental de Campinas, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Aplicaram solução nutritiva em vasos nas doses de 0,00; 0,05; 0,20; 0,80; 2,00 mg L<sup>-1</sup> de B; posteriormente semearam as sementes de soja. Como resultado constataram que as doses mais altas de B acarretaram em diminuição da massa seca de parte aérea e massa seca de raiz.

O incremento das doses de B resultaram na diminuição do Índice SPAD (Figura 2E). Segundo Sfredo e Borkert (2004), a fitotoxidez de B em plantas de soja é caracterizada pelo surgimento de manchas de coloração parda nas bordas das folhas. Essas manchas podem progredir para necrose nas margens e pontuações entre as nervuras. Além disso, observa-se o encarquilhamento das folhas mais velhas, o

encurtamento dos internódios e a morte da gema apical. Furlani *et al.* (2001) reportaram sintomas de fitotoxidez foliar em plantas de soja submetidas a aplicações de B via solo em doses de 0,80 e 2,00 mg L<sup>-1</sup>. As plantas apresentaram clorose em folhas mais velhas, além de manchas necróticas de coloração avermelhada a preta.

Com o incremento das doses de B aplicadas, houve aumento nos teores de B nas folhas (Figura 2F). Resultados semelhantes foram observados por Buzatto (2023), ao utilizar ácido bórico como fonte de B, nas doses de 0; 1,5; 3,0; 4,0 e 6,0 kg ha<sup>-1</sup>, aplicadas via solo em campo experimental no município de Chapadão do Sul (MS); constataram que o aumento das doses de B resultaram em maior teor de B foliar em plantas de soja. Trautmann *et al.* (2014) também observaram uma interação significativa entre fontes e doses de B; ao avaliarem o teor de B foliar em plantas de soja, constataram que o aumento das doses (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg dm<sup>-3</sup>) resultou no aumento contínuo da concentração de B no tecido foliar. David (2019) conduziu um experimento para avaliar os efeitos de doses de B em plantas de soja, ao aplicar via sulco de plantio ácido bórico e ulexita, nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg dm<sup>-3</sup>; constatou-se que o aumento das doses de B acarretaram no aumento linear nos teores foliares de B.

## 5 CONCLUSÕES

Concluiu-se que doses de B acima de 2,0 mg dm<sup>-3</sup> aplicadas via solo em plantas de soja cultivadas em vaso geraram depleção no desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS

BUZATTO, J. V. L. **Efeito da aplicação de boro na nutrição e na produtividade da soja**. TCC (Graduação em Agronomia) - Campus Chapadão do Sul, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 2, segundo levantamento, novembro 2024.

DAVID, C. H. **Nutrição boratada na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Câmpus de Chapadão do Sul, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2019.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 30-33, 1999.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: um sistema de análise estatística computacional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. p. 1040, 2024.

FURLANI, A. M. C.; TANAKA, R. T., TARALLO, M.; VERDIAL, M. F., MASCARENHAS, H. A. A. Exigência a boro em cultivares de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 929-937, 2001.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006.

MENEGHETTI, Adriana. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes**. Curitiba: EDUTFPR, 2018. *E-book*.

RAIMUNDI, D. L.; MOREIRA, G. C.; TURRI, L. T. Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 112-121, 2013.

SALDANHA, C. B.; EMRICH, E. B.; NEGRÃO, E. N. M.; CASTIONI, G. A. F. **Ciência do solo: fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.

SFREDO, G. J.; BORKERT, M. B. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

SOMAVILA, J. *et al.* Influência da aplicação de boro no sulco de plantio na cultura da soja. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 8, n. 3, p. 21950-21960, 2022.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson (ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TRAUTMANN, R. R. *et al.* Potencial de água do solo e adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 240-251, 2024.