

# Parâmetros fitométricos de soja submetida a diferentes fontes de boro via foliar

*Phytometric Parameters of Soybeans Subjected to Different Foliar Boron Sources*

ANA CECÍLIA DE LIMA PEREIRA

Discente de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: [anacecilia@unipam.edu.br](mailto:anacecilia@unipam.edu.br)

BRUNO BERNARDES DE ANDRADE

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: [brunobernandes@unipam.edu.br](mailto:brunobernandes@unipam.edu.br)

---

**Resumo:** A cadeia de produção da soja desempenha papel crucial no cenário nacional. No que diz respeito à nutrição das plantas, a importância da aplicação de macro e micronutrientes pode influenciar diretamente no desenvolvimento e na produtividade da soja (Bevilaqua *et al.*, 2002). O boro tem sido amplamente estudado devido às suas funções essenciais para a planta, como o transporte de açúcares, o florescimento e a frutificação. Neste experimento, foi utilizada a variedade de soja P 95Y95IPRO PIONEER, de ciclo curto. O estudo foi conduzido em blocos casualizados com esquema fatorial (2x3) + 1, considerando duas fontes de fertilizantes boratados (ácido bórico e Xiflon Boro Max) e quatro doses (100, 200, 300 e 400 mg ha<sup>-1</sup> de B), além de tratamento adicional sem aplicação de fertilizante boratado via foliar, com quatro repetições. Foram avaliados número de vagem e números de grãos por vagem e feita quantificação de boro foliar a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação foliar de 200 mg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico e a fonte Xiflon Boro Max® em dose de 100 mg ha<sup>-1</sup> promoveu desenvolvimento satisfatório de plantas de soja.

**Palavras-chave:** soja, boro, parâmetros fitométricos.

**Abstract:** The soybean production chain plays a crucial role in the national scenario. Regarding plant nutrition, the importance of the application of macro and micronutrients can directly influence the development and productivity of soybeans (Bevilaqua *et al.*, 2002). Boron has been widely studied due to its essential functions for the plant, such as sugar transport, flowering, and fruiting. In this experiment, the P 95Y95IPRO PIONEER soybean variety, with a short cycle, was used. The study was conducted in randomized blocks with a factorial scheme (2x3) + 1, considering two sources of boron fertilizers (boric acid and Xiflon Boro Max) and four doses (100, 200, 300, and 400 mg ha<sup>-1</sup> of B), in addition to an additional treatment without foliar application of boron fertilizer, with four replications. Pod number and the number of grains per pod were evaluated, and foliar boron was quantified using the Tukey test at 5% probability. The foliar application of 200 mg ha<sup>-1</sup> of boric acid and the Xiflon Boro Max® source at a dose of 100 mg ha<sup>-1</sup> promoted satisfactory development of soybean plants.

**Keywords:** soybean, boron, phytometric parameters.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max.* L.) destaca-se atualmente como o principal produto agrícola brasileiro, sendo o país o maior produtor e exportador mundial. Este cultivo se apresenta como a cultura agrícola com maior área plantada do país, superior a 41,0 milhões de hectares cultivados, alcançando produção de 118.834.511 toneladas, com produtividade média nacional de 2.911 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2022). As adequações e os investimentos em tecnologia possibilitaram que essa cultura estivesse presente em todas as regiões do país, tornando possível a sua produção em terras até então improdutivas e com baixo nível de investimentos (Silva, 2017).

A cadeia produtiva dessa cultura exerce papel essencial para o país, gerando empregos e possibilitando o desenvolvimento do Brasil. Esse cereal está presente na alimentação humana e animal, no setor primário, secundário e terciário (Ferreira Junior *et al.*, 2010). Segundo a EMBRAPA (2014), entre os fatores para aumentar a produtividade das culturas, destaca-se principalmente a fertilidade do solo. Nesse sentido, o correto manejo pode reduzir os riscos de perda de produtividade em até 80%, ressaltando ainda que pode alterar a sustentabilidade dos sistemas de produção de soja.

No que tange à nutrição de plantas, o fornecimento de macro e micro nutrientes tem sido frequente nos estudos, podendo estes influenciar no crescimento e na produtividade da soja (Bevilaqua *et al.*, 2002). Para se obter boa produção, é necessária a adoção de bom manejo agrônômico no cultivo. O boro (B) talvez seja o micronutriente mais estudado e se destaca por desempenhar na planta funções diretamente ligadas à produção. Além do mais, participa do transporte de açúcares através das membranas, no florescimento e na frutificação, o que garante a formação do fruto ou semente.

O boro, por ser de baixa mobilidade no floema e se redistribuir pouco na planta, a sua deficiência nutricional pode apresentar-se nos grãos mais jovens (Malavolta, 1980). Além disso, é fator importante a presença de B nas sementes, pois a deficiência nelas pode interferir no poder germinativo (Rerkasem *et al.*, 1997). O boro disponível para as plantas encontra-se na solução do solo como ácido bórico (em condições de pH neutro) e como ânion borato (a elevados valores de pH) com poder de absorção pelo sistema radicular (raízes) ou pelo foliar (folhas) (Dechen *et al.*, 2018). Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de fontes e doses de fertilizantes boratados via folha no desenvolvimento da cultura da soja.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na Fazenda Cedro, no município de Arapuá, Minas Gerais, na safra agrícola 2023/2024. O experimento foi conduzido em vasos a céu aberto. O solo utilizado no plantio apresenta histórico com teores de nutrientes, Tabela 1.

**Tabela 1** — Resultados da análise do solo da área experimental. Fazenda Cedro, Arapuá (MG), 2023.

M.O.	pH	P- Meh	P- Rem	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	CTC <sub>T</sub>	V%
dag kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%
1,6	4,72	0,47	1,59	0,47	1,4	1,27	2,04	4,63	7,77	40,83

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, P-remanescente, teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia EMBRAPA (2009).

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A área das parcelas obteve nove vasos, com quatro kg de solo em cada, com quatro linhas, espaçadas por 0,5 m. Foi utilizada a cultura da soja variedade P 95Y95IPRO PIONEER, de ciclo precoce. A semeadura ocorreu na primeira quinzena de dezembro de 2023, contemplou o fornecimento de cinco sementes por vaso, ocasionando depois o desbaste de três plantas no estágio fenológico V3, restando duas plantas por vaso.

O delineamento utilizado no ensaio foi em blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial (2x3) + 1, sendo duas fontes de fertilizantes boratados (ácido bórico (P.A) e Xiflon Boro Max (Wircht®) e quatro doses (100, 200, 300 e 400 mg ha<sup>-1</sup> de B) mais o tratamento adicional sem aplicação de fertilizante boratado via foliar, com quatro repetições, Tabela 2.

**Tabela 2** — Tratamentos utilizados na condução do experimento. UNIPAM. Patos de Minas (MG), 2022.

Tratamentos	Fontes	Garantias	Doses (mg ha <sup>-1</sup> de B)
T1	Controle		0
T2	Ácido bórico P.A/1	100%	100
T3			200
T4			400
T5	Xiflon Boro Max®/2	8,5%	100
T6			200
T7			400

/1 Ácido Bórico P.A

/2 Xiflon Boro Max (Wircht®)

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

A aplicação dos tratamentos ocorreu no estágio fenológico R1 (início do florescimento) via foliar, que foi realizada de forma manual, com auxílio de pulverizador manual. A adubação de semeadura contemplou o fornecimento de 20,0 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando a fonte ureia, fornecimento de 120,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com superfosfato simples.

Para o fornecimento de potássio, foi utilizado o cloreto de potássio como fonte, na dose de 50,0 kg ha<sup>-1</sup> e 70 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e em cobertura, respectivamente.

Para quantificar o teor foliar de B foi realizada coleta de folhas no estágio fisiológico R4, correspondente ao início da formação da vagem. A amostra contemplou os quatro primeiros trifólios totalmente desenvolvidos, que posteriormente foram encaminhadas ao laboratório para quantificação dos teores de boro foliar.

Ao término do ciclo, foi realizada a colheita que consistiu na coleta de todas as plantas da área útil do bloco. Em cada parcela, foram contabilizados o número de vagens com um, dois e três grãos separadamente.

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de variância. Os fatores foram analisados pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade com o auxílio do sistema computacional SISVAR (Ferreira, 2019).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da análise estatística dos dados coletados, o tratamento 3 (ácido bórico P.A. com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) destacou-se para número de vagens por parcela, independentemente da quantidade de grãos por vagem. Isso se deve especialmente devido à faixa estreita entre doses adequadas e tóxicas na adubação do micronutriente boro (Buzatto, 2023).

A aplicação do micronutriente se mostrou eficaz em número de vagens com apenas um grão e em teores de boro foliar. Isso se deve ao estágio de R1 ao R5, época de maior exigência de nutrientes pela planta (Rosolem; Boaretto, 1989).

Há também correlação negativa entre o teor de boro na planta e o abortamento de flores e vagens, de forma que há aumento de calose e indução de fitoalexinas no estigma e no estilete em caso de deficiência. Isso afeta o “pegamento de florada” e, conseqüentemente, número de grãos e vagens (MALAVOLTA *et al.*; 1997).

Para vagens com somente um grão, os tratamentos 2 (ácido bórico P.A. com dose de 100 mg ha<sup>-1</sup>), 3 (ácido bórico P.A.; 200 mg ha<sup>-1</sup>) e 4 (ácido bórico P.A. com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>) não diferiram entre si, sendo os tratamentos 1 (controle), 5 (Xiflon Boro Max® com dose de 100 mg ha<sup>-1</sup>), 6 (Xiflon Boro Max® com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) e 7 (Xiflon Boro Max® com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>), inferiores ao tratamento 3 e igual aos demais.

Para número de vagens com dois grãos, o tratamento 3 (ácido bórico P.A. com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) foi superior ao tratamento 7 (Xiflon Boro Max® com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>); os outros não diferiram entre si e com anteriores.

Com relação ao número de vagens com três grãos, o tratamento 3 (ácido bórico P.A. com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) foi superior aos tratamentos 4 (ácido bórico P.A. com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>), 6 (Xiflon Boro Max® com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) e 7 (Xiflon Boro Max® com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>), ao passo que os demais tratamentos não diferiram entre si e com anteriores.

Por fim, quanto à presença de teores de boro foliar no tecido coletado, o tratamento 5 (Xiflon Boro Max® com dose de 100 mg ha<sup>-1</sup>) apresentou concentrações mais elevadas que os tratamentos 1 (controle), 2 (ácido bórico P.A. com dose de 100 mg ha<sup>-1</sup>), 4 (ácido bórico P.A. com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>) e 6 (Xiflon Boro Max® com dose de

200 mg ha<sup>-1</sup>), enquanto os tratamentos 3 (ácido bórico P.A. com dose de 200 mg ha<sup>-1</sup>) e 7 (Xiflon Boro Max® com dose de 400 mg ha<sup>-1</sup>) não diferiram dos demais. Segundo Epstein e Bloom (2006 [972]), os níveis adequados de boro pela maioria das plantas adultas em tecidos são de 20 ppm, dessa forma valores acima disso podem ser úteis para reservas e conferir resistência, ao passo que podem ser desprezíveis ou tóxicos para a planta. Assim, verifica-se a presença de absorção ótima que representa a promoção de crescimento e desenvolvimento da planta, ou mesmo de sua resistência a estresses, estabelecido pela Lei do Máximo (Voisin, 1973).

**Tabela 3** — Avaliações de número de grãos por vagens de um, dois e três grãos e teor de boro foliar, submetidas à estatística. UNIPAM, Patos de Minas (MG), 2023.

Tratamentos	Número de vagens com 1 grão	Número de vagens com 2 grãos	Número de vagens com 3 grãos	B Foliar
	Unidade			mg kg <sup>-1</sup>
1	1,67 b	13,67 ab	20,33 ab	8,33 b
2	3,33 ab	13,0 ab	19,0 ab	11,0 b
3	5,33 a	18,33 a	25,0 a	19,0 ab
4	2,33 ab	9,33 ab	11,0 b	11,67 b
5	1,0 b	10,67 ab	19,33 ab	25,00 a
6	1,33 b	10,0 ab	8,33 b	10,33 b
7	0,67 b	5,67 b	10,33 b	19,33 ab
CV (%)	50,28	29,64	28,02	34,91

\*Médias de mesma letra não diferem entre si a partir do Teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

#### 4 CONCLUSÃO

A aplicação foliar de boro é eficaz no desenvolvimento de plantas de soja; em especial, a aplicação foliar de 200 mg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico promove desenvolvimento satisfatório de plantas de soja. Ademais, a fonte Xiflon Boro Max® se mostrou bastante confiável em dose de 100 mg ha<sup>-1</sup>, de forma a otimizar absorção pela planta, redução de doses e de uso de fontes isoladas de boro.

#### REFERÊNCIAS

BEVILAQUA, G. A. P. *et al.* Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.

BUZATTO, J. V. L. **Efeito da aplicação de boro na nutrição e na produtividade da soja.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2023.

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES FONTES DE BORO  
VIA FOLIAR

DECHEN, A. R. *et al.* Micronutrientes. *In*: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L.A. (eds.). **Nutrição Mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja (Sistemas de Produção, n. 15), 2014.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. Original: 1972. Tradução e revisão: 2006.

FERREIRA JUNIOR, J. A. *et al.* Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG. **Fazu em Revista**, n. 07, p. 13-21, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, 37 (4), 529-535. Fundação Cargill. 60p. 2019. (Série Técnica, 7).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da Produção Agrícola**. Série Histórica da estimativa anual. 2022

MALAVOLTA, E **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 254p

MALAVOLTA, E. *et al.* **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

RERKASEM, B. *et al.* Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, [S. l.], v. 48, n. 3, p. 217-223, 1997.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. A adubação foliar em soja. *In*: BOARETTO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill. 1989.

SILVA, R. C. D. da *et al.* Nutrição com boro na soja em função da disponibilidade de água no solo. **Scientia agraria**, v. 18, n. 4, p. 155-165, 2017.

VOISIN, A. **Adubos**: novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo: Mestre Jou, 1973.