



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Campus Ariquemes
Coordenação do Curso Bacharel em Agronomia

MELISSA ANDRADE ZAMAI

ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE BORO NA CULTURA DA SOJA

ARIQUEMES - RO

2026

MELISSA ANDRADE ZAMAI

ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE BORO NA CULTURA DA SOJA

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professora Dr^a Juslei Figueiredo da Silva e Coorientadores Dr^o Half Weinberg Corrêa Jordão e M.^a Daniely Batista Alves Martines.

ARIQUEMES - RO

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Z23e

Zamai, Melissa Andrade.

Estratégias de aplicação de Boro na cultura da soja / Melissa Andrade Zamai. - Ariquemes, 2025.

13 f. :

il.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Juslei Figueiredo da Silva.

Coorientador(a): Prof. Dr. Half Weinberg Corrêa Jordão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia IFRO, Ariquemes, 2025.

1. *Glycine max*. 2. Micronutriente. 3. Adubação. 4. Nutrição mineral. I. Silva, Juslei Figueiredo da (orient.). II. Jordão, Half Weinberg Corrêa (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Renilce Silva Morais, CRB-11/906

MELISSA ANDRADE ZAMAI

ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO DE BORO NA CULTURA DA SOJA

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professora Dr^a Juslei Figueiredo da Silva e Coorientadores Dr^o Half Weinberg Corrêa Jordão e M.^a Daniely Batista Alves Martines.

Aprovado em: 09/12/2025 pela banca examinadora.

Luciane da Cunha Codognoto

Dr^o Igor Vilela Cruz

Dr^a Juslei Figueiredo da Silva

Dr^o Half Weinberg Corrêa Jordão

M.^a Daniely Batista Alves Martines

AGRADECIMENTOS

A Deus À Deus, fonte de luz, sabedoria e refúgio nos momentos difíceis. Sem Ele nada disso seria possível.

Meus pais Adailton José Zamai e Edir Moreira de Andrade Zamai que, sob muito sol, me fizeram chegar aqui pela sombra e água fresca.

Minha irmã que esteve comigo em todos os momentos, sempre sendo minha fortaleza.

Á Boasafra, em especial ao Marcelo Pratis e Half Jordão pela disponibilidade e ensinamento no período em que estive na estação. Agradeço também a equipe composta por Octor Gustavo Rodrigues, Arthur Murilo Rech dos Santos, Pedro Lima Krajewski e Nallanda Souza Rangel que me ajudaram na condução do experimento.

Meus amigos Beatriz, Natalia, Mayara, Rodrigo, Emerson, Robson e Junior que se tornaram minha segunda família durante esses 5 anos de graduação.

Meu amor Alisson Antônio Dinis Silva que compartilhou comigo cada fase nessa caminhada.

Aos professores do IFRO por todo conhecimento passados durante esses 5anos.

A minha orientadora por toda ajuda e paciência durante o desenvolvimento do TCC.

OBSERVAÇÃO

O presente trabalho se trata de um artigo publicado em periódico científico, sendo assim, o mesmo se encontra indexado conforme as normas exigidas pela revista, Observatorio de La Economía Latinoamericana.

Estratégias de aplicação de boro na cultura da soja

Boron application strategies in soybean crops

Estrategias de aplicación de boro en cultivos de soja

DOI: 10.55905/oelv23n11-131

Receipt of originals: 10/17/2025

Acceptance for publication: 11/7/2025

Melissa Andrade Zamai

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: andrademelissa2003@gmail.com

Juslei Figueiredo da Silva

Doutora em Agricultura

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: juslei.silva@ifro.edu.br

Half Weinberg Corrêa Jordão

Doutor em Agricultura

Instituição: Centro Tecnológico de Pesquisa Agropecuária (CTPA/Boasafra)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: hwjordao@gmail.com

Daniely Batista Alves Martines

Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: daniely.batista@ifro.edu.br

Marcelo Andreeis Pratis

Especialista em Proteção de Plantas

Instituição: Centro Tecnológico de Pesquisa Agropecuária (CTPA/Boasafra)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: marcelo.agro.ro@gmail.com

Michely Andrade Zamai

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: michelyzamai2003@gmail.com

Pedro Lima Krajewski

Graduando em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Faculdade de Educação e Meio Ambiente (UNIFAEMA)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: pedro.60896@unifaema.edu.br

Octor Gustavo Rodrigues

Graduando em Agronomia

Instituição: Centro Universitário Faculdade de Educação e Meio Ambiente (UNIFAEMA)

Endereço: Ariquemes, Rondônia, Brasil

E-mail: octorgustavo@gmail.com

RESUMO

A utilização de Boro na soja pode favorecer o desenvolvimento da cultura, pois este elemento atua na divisão e crescimento celular, na germinação dos grãos de pólen e no crescimento do tubo polínico. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de estratégias de aplicação de boro, via solo e foliar, na cultura da soja, em Ariquemes-RO. A pesquisa foi conduzida no Centro de Pesquisas Agronômicas Boasafrá, cujo delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos: T1 – Controle; T2 – Boro via solo; T3 – Boro via folha, 1 aplicação; T4 – Boro via solo + boro via folha; T5 – Boro via folha, 2 aplicações. Cada unidade experimental foi composta por 10 linhas de semeadura de 6 m de comprimento, sendo a área útil composta pelas 4 linhas centrais, excluindo 1,5 m das extremidades de cada linha. As variáveis analisadas foram: população de plantas, volume de raiz, matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea, altura de plantas, análise química de folha, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e produtividade. Os dados foram analisados utilizando-se o *software* SISVAR. A utilização de diferentes formas de aplicação de boro não interferiu na produtividade da cultura e a aplicação de boro foliar, com uma aplicação no estágio V4 e outra em R1, promoveu aumento no teor foliar de boro em plantas de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, Micronutriente, Adubação, Nutrição mineral.

ABSTRACT

Boron application in soybeans can promote crop development, as this element influences cell division and growth, pollen grain germination, and pollen tube growth. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of soil and foliar boron application strategies on soybeans in Ariquemes, Rondônia. The study was conducted at the Boasafrá Agricultural Research Center in a randomized complete block design (RBD) with five treatments and four replicates. The treatments were: T1 – Control; T2 – Soil Boron; T3 – Leaf Boron, 1 application; T4 – Soil Boron + Leaf Boron; T5 – Leaf Boron, 2 applications. Each experimental unit consisted of 10 6-m-long seed rows, with the useful area comprising the four central rows, excluding 1.5 m from the ends of each row. The variables analyzed were: plant population, root volume, root dry matter, shoot dry matter, plant height, leaf chemical analysis, number of pods per plant, number of grains per pod, thousand-grain weight, and yield. Data were analyzed using SISVAR software. The use of different boron application methods did not affect crop yield, but foliar boron application, with one application at the V4 stage and another at R1, increased foliar boron content in soybean plants.

Keywords: *Glycine max*, Micronutrient, Fertilization, Mineral nutrition.

RESUMEN

La aplicación de boro en soja puede promover el desarrollo del cultivo, ya que este elemento influye en la división y el crecimiento celular, la germinación de los granos de polen y el crecimiento del tubo polínico. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las estrategias de aplicación de boro al suelo y foliar en soja en Ariquemes, Rondônia. El estudio

se realizó en el Centro de Investigación Agrícola de Boasafrá en un diseño de bloques completos al azar (RBD) con cinco tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron: T1 – Control; T2 – Boro en el suelo; T3 – Boro en la hoja, 1 aplicación; T4 – Boro en el suelo + Boro en la hoja; T5 – Boro en la hoja, 2 aplicaciones. Cada unidad experimental consistió en 10 surcos de semillas de 6 m de largo, con el área útil comprendiendo los cuatro surcos centrales, excluyendo 1,5 m de los extremos de cada surco. Las variables analizadas fueron: población de plantas, volumen radicular, materia seca radicular, materia seca de brotes, altura de la planta, análisis químico foliar, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de mil granos y rendimiento. Los datos se analizaron mediante el software SISVAR. El uso de diferentes métodos de aplicación de boro no afectó el rendimiento del cultivo, pero la aplicación foliar de boro, una en la etapa V4 y otra en R1, incrementó el contenido foliar de boro en las plantas de soja.

Palabras clave: *Glycine max*, Micronutrientes, Fertilización, Nutrición mineral.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se destaca por ser uma das leguminosas mais importantes do mundo, ocupando lugar de destaque no agronegócio mundial devido a sua ampla adaptação aos climas tropicais e subtropicais (Hirakuri; Lazzarotto, 2014). Nesse viés, o Brasil carrega o título de ser o maior produtor de soja do mundo, na safra de 2024/25 a cultura ocupou uma área de 47.614,9 mil ha⁻¹, com produtividade média de 3.560 kg ha⁻¹ e produção de grãos de 169.487,9 mil t (Conab, 2025). Na mesma safra o estado de Rondônia apresentou uma área de produção de 694 mil ha⁻¹, com produtividade média de 3.798 kg ha⁻¹ e produção de grãos de 2.638,8 mil t (Conab, 2025).

Devido a expressiva importância da cultura para o Brasil e para o mundo, tem-se buscado constantemente estratégias para o alcance de altas produtividades, nesse sentido a aplicação de micronutrientes, em especial o boro (B), pode vir a contribuir de forma significativa. Visto que, esse nutriente desempenha função na divisão e crescimento celular, na germinação dos grãos de pólen, no crescimento do tubo polínico, no desenvolvimento das raízes, na metabolização de carboidratos, na realização de sínteses de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e fitohormônios, no transporte de açúcares, amido, nitrogênio e fósforo, além de participar da formação dos grãos, favorecer a germinação das sementes e contribuir para um melhor pegamento de flores (Malavolta, 2006; Castillo, 2016).

Esse nutriente está presente em baixas quantidades nos solos devido aos fatores de formação dos solos tropicais no país (Malavolta *et al.*, 1997) e sua presença no solo está inteiramente relacionada com a matéria orgânica, com a textura e com a pluviosidade da região, uma vez que regiões de solos arenosos e com alta pluviosidade favorecem a lixiviação desse

micronutriente (Prado, 2020). O fornecimento de B para as plantas pode ser realizado via solo ou através de aplicações foliares. Segundo Malavolta (1989), a aplicação do boro na cultura da soja, em geral, é realizada via foliar devido à facilidade de aplicação, pois fornece às plantas nutrientes de absorção rápida, porém o método mais eficaz para disponibilização de fertilizantes minerais consiste na aplicação via solo, devido à grande capacidade das raízes em absorver água e nutrientes. Nesse viés, Câmara (2022), destaca que a aplicação de micronutrientes via solo promove correção lenta, gradual e preventiva, enquanto a aplicação foliar proporciona correção rápida, porém menos eficaz e de curta duração.

Portanto, considerando a importância desse micronutriente para a cultura e os poucos estudos em relação à comparação entre a aplicação foliar e a aplicação no solo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de estratégias de aplicação de boro, via solo e foliar, na cultura da soja, em Ariquemes-RO.

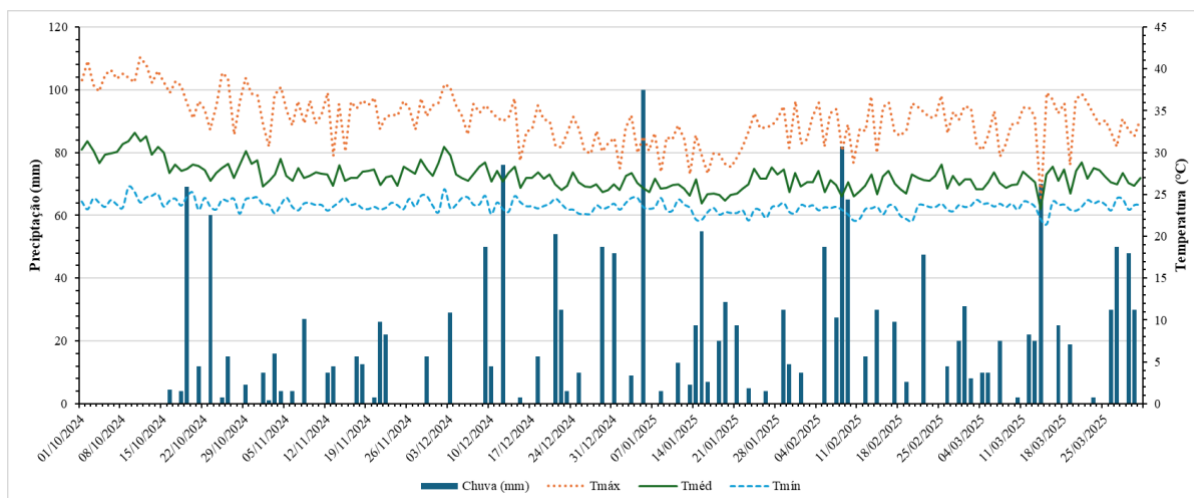
2 METODOLOGIA

O ensaio experimental foi realizado no Centro de Pesquisas Agronômicas Boasafrá, localizado na Rodovia BR-364, km 520, município de Ariquemes – RO, nas coordenadas geográficas 9°52'43"S e 63°03'12"W, com altitude média de 125 m.

O município encontra-se na porção centro – norte do estado de Rondônia, apresentando segundo classificação de Köppen, o clima do tipo Am –Tropical Chuvoso, com uma sazonalidade pluviométrica bem definida, dividindo-se em quatro períodos: período úmido (janeiro-março), úmido-seco (abril-junho), seco (julho-setembro) e seco-úmido (outubro-dezembro) (Franca, 2015). O município apresenta uma temperatura média de 25,6 °C e precipitação pluvial média anual de 2290 mm (Carvalho *et al.*, 2016; Alvares *et al.*, 2013).

Os dados climáticos coletados pela estação meteorológica do centro de pesquisa durante o período de condução do experimento constam na Figura 1.

Figura 1. Dados de precipitação (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C) durante o ensaio experimental, de outubro a março de 2025.



Fonte: Autores, 2025.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições, conforme demonstrado na tabela 1. Sendo que as aplicações foliares foram realizadas nos dias 04/12/2024 (V4) e 13/12/2024 (R1). Cada unidade experimental foi composta por parcelas de 4,5 x 6,0 m totalizando 27 m² cada parcela, sendo a área total de 540 m². Cada parcela foi composta por 10 linhas de plantio de 6 m, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, sendo utilizado 8 linhas de plantio para a realização das avaliações, descartando-se as bordas.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

| Tratamentos | Dose de B (kg ha ⁻¹) | Estádio de aplicação | Fonte |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------|
| Controle (Sem boro) | - | - | - |
| Boro via solo | 2,5 | Pré-semeadura | Ulexita |
| Boro via folha (1 aplicação) | 0,4 | R1 (pré-florescimento) | Ácido bórico |
| Boro via solo + Boro via folha | 2,0 + 0,4 | Pré-semeadura + R1 | Ulexita + Ác. Bórico |
| Boro via folha (2 aplicações) | 0,2 + 0,2 | V4 + R1 | Ácido bórico |

Fonte: Autores, 2025.

O solo da área experimental é classificado como muito argiloso, de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (Santos *et al.*, 2025) e apresentou as seguintes características químicas e físicas na profundidade de 0,0 a 0,20 m: Ca=1,47 (cmolc dm⁻³); Mg=0,36 (cmolc dm⁻³); Al=0,28 (cmolc dm⁻³); H=3,63 (cmolc dm⁻³); P=4,71 (mg dm⁻³);

$k=38,23$ (mg dm⁻³); $B=0,18$ (mg dm⁻³); $pH=4,44$ (CaCl₂); $V=34,89\%$; $M.O.=32,47$ (g dm⁻³); areia= 180 (g kg⁻¹); silte= 70 (g kg⁻¹); argila= 750 (g kg⁻¹).

A área experimental passou a ser cultivada no ano de 2023, para isso o solo foi preparado previamente com operações de grade pesada e grade niveladora, posteriormente foi realizada a calagem utilizando equipamento para distribuição do calcário, com dose média de 4 t ha⁻¹. Na safra 2023/2024 fez-se a semeadura com a cultura da soja e, na entressafra foi semeado o milho com o propósito de manter o solo coberto por palhada.

A semeadura foi realizada no dia 09/11/2024, com a cultivar BMX Olimpo IPRO que apresenta grupo de maturação relativa (GMR) 8.0, ciclo de aproximadamente 115 dias e hábito de crescimento indeterminado. A inoculação foi realizada no sulco de semeadura, utilizando 0,06 L ha⁻¹ de *Bradyrhizobium japonicum* na concentração (6×10^9 UFC ml⁻¹) e 0,1 L ha⁻¹ de *Azospirillum brasilense* na concentração (2×10^8 UFC ml⁻¹).

O sistema adotado foi o plantio direto na palha, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, com a semeadora regulada para população de 9,2 sementes por metro, sendo que o estande final foi de 8,2 plantas m⁻¹. A adubação de base foi realizada com 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK 04-30-10. Nos tratamentos em que se utilizou boro via solo disponibilizou-se, no mesmo dia da semeadura, 67,5 g de ulexita para cada parcela do tratamento 1 e 54,0 g para cada parcela do tratamento 3.

Antes da semeadura, para o controle de plantas daninhas, foi realizado a aplicação de pré-emergente sendo utilizado os produtos comerciais Azteca® (0,05 L ha⁻¹) + Flumizin® (0,07 L ha⁻¹) + Yamato® (0,3 L ha⁻¹) para composição da calda.

Para controle de lagartas, percevejos e cigarrinhas foram realizadas aplicações dos inseticidas químicos Belt® (0,2 L ha⁻¹), Dimilin® (0,15 kg ha⁻¹), Curbix® (0,75 L ha⁻¹), Privilege® (0,25 L ha⁻¹) e Upmyl® (1,2 L ha⁻¹). As aplicações foram realizadas mediante a necessidade da cultura, após o monitoramento e verificação do nível de dano econômico.

Com o objetivo de reduzir a interferência de fungos patogênicos, foi realizado um programa de aplicação de fungicidas, composto por cinco pulverizações realizadas aos 25, 39, 53, 67 e 81 dias após a emergência (DAE), conforme descrito na tabela 2.

Tabela 2. Cronograma de aplicação de fungicida.

| 1ª aplicação | 2ª aplicação | 3ª aplicação | 4ª aplicação | 5ª aplicação |
|--|---|--|--|--|
| (25 DAE) | (39 DAE) | (53 DAE) | (67 DAE) | (81 DAE) |
| Sugoy® (1,8 L ha ⁻¹) + | Fox Supra® (0,35 L ha ⁻¹) + | Fox Xpro® (0,35 L ha ⁻¹) + | Tridium® (1,8 kg ha ⁻¹) | Fusão® (0,6 L ha ⁻¹) + |
| Prisma® (0,3 L ha ⁻¹) | Unizeb Gold® (1,5 kg ha ⁻¹) | Unizeb Gold® (1,5 kg ha ⁻¹) | | Absoluto Fix® (1,5 L ha ⁻¹) |

Fonte: Autores, 2025.

Durante o estágio fenológico V6 foram realizadas as análises de volume de raiz (VR), pelo método da proveta graduada (Baccon *et al.*, 2001), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA), no qual foram coletadas quatro plantas, onde as raízes e a parte aérea foram separadas e as raízes lavadas com o auxílio de mangueira, em seguida foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de aeração forçada à 65°C até atingir peso constante, posteriormente, pesou-se o material em uma balança de precisão.

No estágio R2 foram coletadas a partir do ápice apical a terceira e a quarta folha, sendo coletadas folhas de dez plantas dentro de cada parcela e enviadas para o laboratório que seguiu metodologia descrita por Carmo *et al.* (2000), para realização da análise química. Nos estádios R6/R7 foram coletadas oito plantas por parcela e separadas quatro que mais representavam a parcela para a realização das avaliações de altura de planta (AP): foi medida com o auxílio de trena a partir do nível do solo e realizada a média geral; número de vagens por planta (NVP): foi realizada por meio da contagem das vagens de cada planta dentre as quatro plantas e retirada a média; número de grãos por planta (NGP): foram separadas as vagens de quatro plantas, por quantidade de grãos e feita a contagem das vagens, depois, calculado a quantidade de grãos no *software* Excel; população de plantas (POP): foi estimada por meio da contagem de plantas em 12 metros lineares, correspondente a área útil colhida da parcela.

A dessecação foi realizada no dia 26/02/2025 utilizando os produtos Dorai Max® (1,01 L ha⁻¹) e Galil SC® (0,4 L ha⁻¹).

Após a colheita, que foi realizada no dia 10/03/2025, sendo colhido 4 linhas com 3 metros, totalizando 12 metros lineares, foram avaliados o peso de mil grãos (PMG), no qual pesou-se os mil grãos e corrigiu-se a umidade para 14% e a produtividade (PROD) em quilos por hectares, que se estima por meio do peso total da parcela corrigido a umidade para 14% dos grãos colhidos nos 12 metros lineares.

Os resultados de todas as variáveis analisadas no experimento foram submetidos à análise de variância e, quando significativo pelo Teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização da análise estatística verificou-se que apenas o teor de boro foliar apresentou resultado significativo pelo teste F ($p < 0,05$) (Tabela 4) e que todas as outras variáveis avaliadas não apresentaram resultado significativo pelo teste F ($p > 0,05$), como demonstra a tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para população de plantas (POP), Volume Radicular (VR), Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Altura de Planta (AP), Número de Vagens por Planta (NVP), Número de Grãos por Planta (NGP), Peso de Mil Grãos (PMG) e Produtividade (PROD).

| Variáveis | Tratamento ⁽¹⁾ | Bloco ⁽¹⁾ | Média | C.V. (%) ⁽²⁾ | P valor |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|-------------------------|---------|
| POP, plantas ha⁻¹ | 38411220,92 ^{ns} | 69506300,98 ^{ns} | 184.444,45 | 4,21 | 0,6463 |
| VR, mL | 0,22 ^{ns} | 0,09 ^{ns} | 2,37 | 15,20 | 0,2147 |
| MSR, kg ha⁻¹ | 29,63 ^{ns} | 42,93 ^{ns} | 21,35 | 23,89 | 0,3848 |
| MSPA, kg ha⁻¹ | 39,22 ^{ns} | 110,32 ^{ns} | 65,07 | 12,86 | 0,6962 |
| AP, cm | 10,93 ^{ns} | 60,08 ^{ns} | 88,46 | 4,10 | 0,5304 |
| NVP | 38,05 ^{ns} | 77,51 ^{ns} | 67,05 | 10,06 | 0,5280 |
| NGP | 465,42 ^{ns} | 367,78 ^{ns} | 163,55 | 9,45 | 0,1669 |
| PMG, g | 146,45 ^{ns} | 408,49 ^{ns} | 181,37 | 6,63 | 0,4387 |
| PROD, kg ha⁻¹ | 93274,29 ^{ns} | 370092,02 ^{ns} | 4.187,70 | 4,63 | 0,0995 |

⁽¹⁾ Quadrado médio; ⁽²⁾ C.V.: Coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores, 2025.

A análise de população de plantas demonstra a uniformidade entre as parcelas do experimento, conforme observado na tabela 3, a média foi de 184.444,45 plantas por hectare e o coeficiente de variação de 4,21%, evidenciando uma boa padronização de estande. Martin *et al.* (2022) destacam que a distribuição uniforme de plantas favorece o desempenho da lavoura, pois reduz a competitividade entre plantas, o que conseqüentemente, proporciona condições semelhantes de crescimento e desenvolvimento para cada planta.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os elementos químicos avaliados na análise química foliar.

| Variáveis | Tratamento ⁽¹⁾ | Bloco ⁽¹⁾ | Média | C.V. (%) ⁽²⁾ | P valor |
|------------------------|---------------------------|----------------------|--------|-------------------------|---------|
| P | 0,43 ^{ns} | 0,13 ^{ns} | 3,92 | 15,63 | 0,3771 |
| K⁺ | 0,92 ^{ns} | 2,19 ^{ns} | 20,98 | 3,86 | 0,2912 |
| Ca²⁺ | 1,71 ^{ns} | 1,18 ^{ns} | 9,97 | 8,33 | 0,0999 |
| Mg²⁺ | 0,31 ^{ns} | 0,15 ^{ns} | 4,44 | 7,99 | 0,0950 |
| Cu | 20,20 ^{ns} | 26,48 ^{ns} | 37,16 | 11,96 | 0,4345 |
| Zn | 16,39 ^{ns} | 24,39 ^{ns} | 32,18 | 11,93 | 0,3958 |
| Fe | 424,78 ^{ns} | 28,08 ^{ns} | 349,17 | 5,11 | 0,3125 |
| Mn | 158,29 ^{ns} | 334,89 ^{ns} | 96,95 | 10,58 | 0,2621 |
| B | 272,93 ^{**} | 66,34 ^{**} | 50,98 | 15,29 | 0,0190 |

⁽¹⁾Quadrado médio; ⁽²⁾C.V.: Coeficiente de variação. ** e ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Autores, 2025.

A altura média das plantas (AP) variou entre 86,75 cm e 91,00 cm, como indicado na tabela 5. Silva *et al.* (2015) ao avaliar diferentes épocas e formas de aplicação de boro, também não encontrou resultados significativos para essa variável. Por meio do resultado encontrado, pode-se afirmar que para a região do Ariquemes – RO a forma com que se aplica boro na cultura da soja não interfere no desenvolvimento da cultura.

Com relação ao volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA), nota-se que os valores variaram de 2,00 a 2,57 mL, 17,37 a 24,89 kg ha⁻¹ e 60,88 a 68,57 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Resultados similares foram encontrados por Silva *et al.* (2015) no qual verificaram que não houve diferença estatística ao avaliar a massa seca de parte aérea.

Tabela 5. Médias das variáveis população de plantas (POP), altura de plantas (AP), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA).

| Tratamentos | POP (plantas ha ⁻¹) | AP (cm) | VR (mL) | MSR (kg ha ⁻¹) | MSPA (kg ha ⁻¹) |
|--------------------------------|------------------------------------|------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Controle | 187.037,00 | 88,56 | 2,37 | 21,72 | 68,57 |
| Boro via solo | 185.185,25 | 87,25 | 2,57 | 20,65 | 67,04 |
| Boro via folha (1 aplicação) | 183.333,25 | 86,75 | 2,57 | 22,13 | 62,89 |
| Boro via solo + Boro via folha | 179.629,50 | 88,75 | 2,00 | 24,89 | 65,95 |
| Boro via folha (2 aplicações) | 187.037,25 | 91,00 | 2,35 | 17,37 | 60,88 |

Fonte: Autores, 2025.

Verifica-se que para a variável número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD), as médias variaram entre 65,25 e 71,50, 149,25 e 176,75, 173,97 e 188,01 g e 3.989,85 a 4.393,50 kg por hectare, respectivamente (Tabela 6). Os autores Ecco; Backes; Reuter (2022) ao avaliarem os efeitos do manejo de aplicação de boro para a produção da soja, perceberam que as diferentes formas de aplicação de boro não influenciaram no número de vagens por planta. Nesse viés, Silva *et al.* (2015) verificaram que a variável número de vagens, massa de cem grãos e produtividade não apresentaram resultados significativos.

Em relação às médias de produtividade observadas na Tabela 6, destaca-se que de acordo com os dados da Conab (2025), na safra 2024/25, a média brasileira de produtividade de soja foi de 3.559,8 kg ha⁻¹ e a produtividade média em Rondônia foi de 3.789 kg ha⁻¹. Dessa forma, percebe-se que as médias de produção obtidas neste experimento são superiores às médias nacionais e estaduais, por mais que os resultados não apresentaram diferença estatística pode-se perceber que a aplicação de boro favorece a produtividade e que a forma de aplicação não interfere no rendimento produtivo da cultura para a região de Ariquemes – RO. Como destacado por Castillo (2016), o boro está diretamente relacionado à fase reprodutiva da cultura da soja, pois atua na germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico, auxilia no maior pegamento das flores, diminui o chochamento de grãos e aumenta a granação.

Tabela 6. Médias das variáveis número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD).

| Tratamentos | NVP | NGP | PMG | PROD |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|
| | - | - | (g) | (kg ha ⁻¹) |
| Controle | 68,50 | 171,50 | 176,04 | 3.989,85 |
| Boro via solo | 65,25 | 160,00 | 185,04 | 4.258,65 |
| Boro via folha (1 aplicação) | 66,50 | 160,25 | 173,97 | 4.105,65 |
| Boro via solo + Boro via folha | 63,50 | 149,25 | 183,77 | 4.190,85 |
| Boro via folha (2 aplicações) | 71,50 | 176,75 | 188,01 | 4.393,50 |

Fonte: Os autores, 2025.

Por meio da análise química foliar observa-se que somente o teor de boro foliar apresentou resultado significativo, no qual os tratamentos Boro via solo + Boro via folha (T4) e Boro via folha (2 aplicações) (T5) apresentaram resultados superiores ao tratamento controle (sem aplicação de boro) (Tabela 7).

Tabela 7. Média do teor de boro foliar.

| Tratamento | B (mg kg ⁻¹) |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Controle | 38,22 b |
| Boro via solo | 47,06 ab |
| Boro via folha (1 aplicação) | 55,50 ab |
| Boro via solo + Boro via folha | 56,71 a |
| Boro via folha (2 aplicações) | 57,43 a |

Fonte: Os autores, 2025.

A análise química foliar indica que a concentração do nutriente presente na folha está associada à sua disponibilidade no solo, com isso a variação no teor, reflete as mudanças no crescimento e potencial produtivo das plantas (Tisdale *et al.*, 1993). Nesse sentido, Quaggio *et al.* (2022) destacam que os teores de boro na folha são considerados adequados quando estão entre 21 e 55 mg kg⁻¹. Com isso, observa-se que todos os métodos utilizados para disponibilização de boro à cultura da soja proporcionaram uma absorção eficiente pela cultura, na região de Ariquemes – RO.

6 CONCLUSÃO

Nas condições deste estudo, verificou-se que a aplicação de boro, via solo e foliar, tendo como fonte Ulexita e Ácido bórico, respectivamente, não interferiram na produção de matéria seca, componentes de produção e produtividade da cultura da soja na região de Ariquemes – RO.

A aplicação de boro foliar, com uma aplicação no estádio V4 e outra em R1, promoveu aumento no teor foliar de boro em plantas de soja, indicando que por meio desse método, ocorre maior eficiência na absorção pelas plantas.

AGRADECIMENTOS

Ao centro de pesquisa Boasafra pela disponibilidade de realização desse estudo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), pelo financiamento por meio do Programa Institucional de Pesquisa (Edital nº

0110/ARIQUEMES/IFRO, Processo SEI nº 2536347 e Edital nº 38/2024, Processo SEI nº2370053).

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil, **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, Alemanha, vol. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507

BACCAN, N. *et al.* **Química Analítica Quantitativa Elementar**. Editora E. Blücher, 3a. edição, 2001.

CÂMARA, G. M. S de. Adubação. In: SILVA, F; BORÉM, A; SEDIYAMA, T;
CÂMARA, G. M. S de. **Soja: do plantio à colheita**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

CARMO, C. A. F. S. *et al.* **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Embrapa Solos, 2000. 41 p. - (Embrapa Solos. Circular Técnica; 6).

CARVALHO, R. L. S. *et al.* Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.18, p.123-142, 2016.

CASTILLO, G. A importância do boro para cultura da soja. **3r lab**. Disponível em: <<https://www.3rlab.com.br/a-importancia-do-boro-para-cultura-da-soja/>>. Acesso em: 21 jul. 2025.

CONAB. **10º Levantamento - Safra 2024/25**. (2025). Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 21 jul. 2025.

ECCO, M; BACKES, J. C; REUTER, R. F. Manejo de aplicação de boro no cultivo da soja. **Revista Científica Rural**, v. 24, n. 1, 2022.

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 44–58, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja. 2014. 37p. (Documentos, 349).

MALAVOLTA E; VITTI G.C; OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicada: Potafos, 1997.

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

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

MARTIN, T. N. *et al.* Plantabilidade e velocidade de semeadura na cultura da soja. In:

MARTIN, T. N; PIRES, J. L.F; VEY, R. T. **Tecnologias Aplicadas para o Manejo Rentável e Eficiente da Cultura da Soja**. Santa Maria: 2022. p. 201-214.

PRADO, R de. M. **Nutrição de plantas**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2020. 414p.

QUAGGIO, J. A. *et al.* **Boletim 100**: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico IAC, 2022. 209 p.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.

SILVA, A. T da. *et al.* Épocas e formas de aplicação de boro na soja em plantio direto. *In*: **CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG**, nº 2, 2015, Pirenópolis.

TISDALE, S. L. *et al.* **Soil fertility and fertilizers**. 5.ed. New York: Macmillan, 1993.