

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA
FAESI – FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU
ENGENHARIA AGRONÔMICA
Trabalho de Conclusão de Curso II

JONAS SOMAVILA

**APLICAÇÃO DE BORO EM DIFERENTES DOSES NO SULCO DE ADUBAÇÃO
JUNTO AO NPK NA CULTURA DA SOJA**

São Miguel do Iguaçu

2021

JONAS SOMAVILA

**APLICAÇÃO DE BORO EM DIFERENTES DOSES NO SULCO DE ADUBAÇÃO
JUNTO AO NPK NA CULTURA DA SOJA**

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

Orientador: Graciela Maiara Dalastra

São Miguel do Iguaçu

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

JONAS SOMAVILA

APLICAÇÃO DE BORO EM DIFERENTES DOSES NO SULCO DE ADUBAÇÃO JUNTO AO NPK NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado, sob a orientação da Professora: Graciela Maiara Dalastra, aprovado como requisito para obtenção do grau no curso de Engenharia Agrônômica da FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dra. Graciela Maiara Dalastra

FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

Prof. Ma. Marinêz de Souza

FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

Prof. Me. Max Sander Souto

FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 19 de Junho de 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me mantido no caminho certo durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Graciela Maiara Dalastra por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, onde demonstrou todo conhecimento e disposição.

Também quero agradecer a Instituição e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido. Por fim, agradeço a minha família, amigos, colegas e a todos que contribuíram com o desenvolvimento da pesquisa.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 10 |
| 3 OBJETIVOS | 11 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL..... | 11 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 11 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 4.1 A CULTURA DA SOJA..... | 12 |
| 4.2 O USO DO MICRONUTRIENTE BORO NOS SOLOS..... | 13 |
| 4.3 O ELEMENTO BORO NA FISIOLOGIA E NUTRIÇÃO DA CULTURA DA SOJA..... | 14 |
| 5 MATERIAL E MÉTODOS | 16 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 20 |
| 7 CONCLUSÃO..... | 22 |
| REFERÊNCIAS..... | 23 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização do experimento..... | 16 |
| Figura 2 - Implantação do experimento..... | 17 |
| Figura 3 - Lavoura com 16 dias após emergência..... | 18 |
| Figura 4 - Lavoura com 55 dias após emergência..... | 18 |
| Figura 5 - Lavoura dessecada | 19 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise granulométrica e química do solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,20m de profundidade.....17

Tabela 2 - Médias de altura de planta, número de vagens e produtividade de soja em função dos tratamentos.....20

RESUMO

A produção de soja na safra 2019-2020 no Brasil foi estimada em 122,1 milhões de toneladas. O Boro destaca-se por facilitar o transporte de açúcares através das membranas; tem papel importante no florescimento e frutificação; antecipação da maturação e é de suma importância para que os meristemas apicais cresçam adequadamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação de diferentes doses do boro na cultura da soja. O trabalho foi conduzido nos anos agrícolas 2020/21, em propriedade particular no local conhecido como Comunidade Santa Rita - Município de São Miguel do Iguaçu - Paraná – Brasil. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas com 5x5 metros. Os tratamentos utilizados foram a aplicação de diferentes doses de Boro ($0,0 \text{ kg ha}^{-1}$, $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$, $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$ e $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$) e a fonte usada foi a Ulexita granulada que possui 10% de Boro. As variáveis analisadas foram: altura de planta (cm), número de vagens e produtividade (kg ha^{-1}). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa estatístico Sisvar. Pode-se concluir que boro aplicado na dose de $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$ foi estatisticamente superior aos demais tratamentos na variável produtividade (kg ha^{-1}).

Palavras-chave: Adubação. *Glycine max*. Produtividade.

ABSTRACT

Abstract: The soybean production in the 2019-2020 harvest in Brazil was estimated at 122.1 million tons. Boron stands out for facilitating the transport of sugars across membranes; plays an important role in flowering and fruiting; anticipation of maturation and it is of utmost importance for the apical meristems to grow properly. The objective of this work was to evaluate the application of different doses of boron in the soybean culture. The work was carried out in the agricultural years 2020/21, on private property in the place known as Comunidade Santa Rita - Municipality of São Miguel do Iguaçu - Paraná - Brazil. The experimental design used was a randomized block with 4 treatments and 5 repetitions, totaling 20 plots with 5x5 meters. The treatments used were the application of different doses of Boron (0.0 kg / ha-1, 1.0 kg / ha-1, 2.0 kg / ha-1 and 3.0 kg / ha-1) and The source used was granulated Ulexite, which contains 10% Boron. The variables analyzed were: plant height (cm), number of pods and productivity (kg / ha-1). The results obtained were subjected to analysis of variance, and the means compared by the Tukey test at 5% probability, using the Sisvar statistical program. It can be concluded that boron applied at a dose of 3.0 kg / ha-1 was statistically superior to the other treatments in the productivity variable (kg / ha-1).

Key word: Fertilization. *Glycine max*. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

Para alcançar a máxima produtividade ou a mais elevada possível para cultivares de soja, é necessário a reposição ou aumento dos nutrientes no solo. Leva-se em consideração algumas particularidades, para que esse adicional de nutrientes seja feito de forma correta. Por exemplo a disponibilidade do nutriente já presente no solo, a textura deste e a exigência nutricional da soja (SFREDO, 2008).

De acordo com Pauletti e Motta (2017) adubar é um processo que fornece para os vegetais nutrientes essenciais para sua formação, sendo assim, contribui significativamente no custo das cultivares presentes no território paranaense.

Devido à alta nos valores dos adubos, a adubação se torna cada dia mais um investimento de risco. Por isso é orientado aos agricultores que façam uma adubação adequada e baseada em análises, acompanhando a produtividade (HIRAKURI, 2008). Existem algumas maneiras de realizar a adubação, por exemplo, via foliar ou sulco de semeadura. No método de adubação linha de semeadura, os nutrientes são incorporados no solo, com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK).

As formulações de NPK são obtidas através da mistura de adubos compatíveis entre si, com certas quantidades de nitrogênio (N), pentóxido de fósforo (P_2O_5) e óxido de potássio (K_2O) que são macronutrientes primários e também pode conter macronutrientes secundários como enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), até mesmo micronutrientes podem ser adicionados. Uma das formas de se aplicar o NPK é no sulco ou linha de semeadura através de semeadoras-adubadoras, sendo depositado abaixo e ao lado das sementes semeadas em plantio direto (PAULETTI; MOTTA, 2017).

Segundo Galindo et al. (2018) um dos fatores que mais prejudicam a produção de diversas culturas de grãos é a deficiência do micronutriente boro nos solos brasileiros.

Os micronutrientes possuem papel fundamental no crescimento das plantas e estão relacionados a constituição de algumas enzimas ou como ativadores dessas. O B (boro) é um micronutriente essencial indiretamente, ou seja, a planta consegue a sobrevivência sem esse elemento, porém, na sua falta a planta não pode completar o ciclo vegetativo, e também não pode ser trocado por qualquer outro tipo de micronutriente (FERNANDES; SOUZA; SANTOS, 2018).

Este elemento auxilia em um processo muito importante para a formação das sementes, a fecundação das flores, ou seja, é necessário para que ocorra o ciclo reprodutivo da planta. Sendo assim, é possível que se enriqueça os solos para aumentarem a porcentagem do boro, com uma técnica conhecida como adubação (BORGES et al., 2017).

Algumas das funções do B também estão relacionadas a facilitação do transporte de açúcares através das membranas; tem papel importante no florescimento e frutificação; antecipação da maturação e é de suma importância para que os meristemas apicais cresçam adequadamente (FERNANDES; SOUZA; SANTOS, 2018).

A soja é uma das principais culturas cultivadas no Brasil e na região oeste do Paraná, tendo alta influência na economia do País, que é o segundo maior produtor mundial. Alguns fatores ajudaram o Brasil a chegar nesse patamar, como altos investimentos nas áreas tecnológicas e científicas, principalmente na adubação adequada para a cultivar, com fertilizantes de alta eficiência, que tendem a resultar em alta produtividade e qualidade dos grãos. Já que, quanto maior a produtividade, conseqüentemente se torna maior o retorno financeiro para o agricultor (HIRAKURI, 2008).

O Brasil possui uma área plantada de soja de aproximadamente 36,4 milhões de hectares, obtendo uma produção superior a 120 milhões de toneladas com uma média de produtividade superior a 3.300 kg ha (CONAB, 2020). Por isso se faz necessário uma adubação adequada para a manutenção e aumento dessas produções.

Dessa forma, o presente estudo tem como pergunta norteadora: existe diferença na produtividade da soja com a aplicação de diferentes doses de boro no solo via sulco juntamente com o NPK?

A primeira hipótese ou hipótese nula a ser analisada seria a possibilidade de existir diferença de peso nos grãos, número de vagens e produção por hectare. Já que o boro pode atuar como auxiliador em algumas funções da planta.

Na segunda hipótese ou hipótese alternativa pode-se analisar que, mesmo com diferentes porcentagens de boro no solo, os resultados poderão não apresentar diferenças significativas.

2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema “Aplicação de boro em diferentes doses no sulco de adubação junto ao NPK na cultura da soja” leva em conta a importância de avaliar se a presença em diferentes doses de boro atua, significativamente, no desenvolvimento e no produto final analisado.

Devido ao grande número de funções que o B pode realizar na planta, com esse experimento, possibilitará compreender a importância de possíveis benefícios que a soja pode apresentar quando semeada com diferentes doses desse micronutriente. Sendo assim, o tema possui caráter econômico e científico, agindo como um auxílio para os agricultores e profissionais que trabalham na área.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de diferentes doses de boro via sulco de semeadura sobre as características agronômicas da soja, cultivar BS 2606 IPRO.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência da aplicação de doses de boro sobre a produtividade da cultura da soja.
- Determinar qual a dose de boro que proporcionará a maior produtividade.
- Avaliar a altura da planta e o número médio de vagens presente nos diferentes tratamentos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max*) tem seu nome derivado de *shoyu* e está ligada de uma maneira muito importante na alimentação da população do planeta, foi registrada pela primeira vez em 2838 anos a.C, pelo então imperador chinês Shen Nung, seu grão possui alto valor proteico e pode ser transformado em comida (tofu, pão, óleo). Também é usado em forma de compostos de rações animais e matéria-prima para fabricação de medicamentos, combustíveis, tintas, plásticos e etc. (CESB, 2018).

No Brasil teve seu primeiro registro de plantio no estado da Bahia no ano de 1882 e depois foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul no ano de 1914 por imigrantes oriundos do Japão, onde as variedades que foram trazidas dos Estados Unidos se adequaram melhor devido ao fotoperíodo (FREITAS, 2011).

Por ser uma planta de dias curtos e noites longas, sua maior área plantada estava situada em áreas com aproximadamente 30° de latitude. Através de programas de melhoramento genético, possibilitou-se a projeção de cultivares com adaptação a regiões com menor latitude e seu cultivo pode ser expandido para regiões do país que eram consideradas inadequadas (EMBRAPA, 2020).

A soja está dividida em grupos de maturação de zero a 10, levando como o ponto de referência a linha de Equador, ou seja, se a cultivar está classificada com o grupo de maturação próximo a 10 significa que seu plantio é mais indicado próximo à linha. Por ser uma planta de dias curtos, quanto menor o dia mais rapidamente ela florescerá, fazendo com que não cresça de maneira que possa ter boa produtividade, os dias são mais curtos quanto mais próximo da linha do Equador e por isso foram desenvolvidas cultivares com períodos juvenis mais longos para essas regiões do Brasil (PENARIOL, 2000).

Para a safra 2019-2020 a produção do país foi estimada em 122,1 milhões de toneladas, e mesmo com a queda prevista em decorrer do déficit hídrico no estado do Rio Grande do Sul, o aumento se comparado com a safra 2018-2019 ainda é de 6,1 % (CONAB, 2020).

No estado do Paraná, para o plantio da soja, é indicado que a saturação por bases deve estar acima de 60%, abaixo de 50% deve-se fazer aplicação de calcário. No caso do N a adubação é dispensada, pois a soja realiza a FBN (Fixação Biológica

de Nitrogênio) principalmente através da simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* que podem ser inoculadas diretamente na semente ou aplicadas via sulco. Para a produção de 4,1 a 5 t ha⁻¹ é indicada a adubação de 81-100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 91-110 kg ha⁻¹ de K₂O quando o solo estiver com o nível médio desses macronutrientes (PAULETTI; MOTTA, 2017).

4.2 O USO DO MICRONUTRIENTE BORO NOS SOLOS

Segundo Hansel e Oliveira (2016) os micronutrientes são elementos absorvidos em pequenas quantidades, quando relacionados com os macronutrientes, porém, são essenciais para o desenvolvimento das plantas, como é o caso do boro.

Existem fatores que afetam a capacidade de a planta absorver os micronutrientes, mesmo eles estando presentes no solo. Esses fatores que limitam à disposição, podem ser o pH do solo, quantidade de matéria orgânica, textura do solo entre outros (BORGES et al., 2017).

De acordo com Ceretta et al. (2005) a busca por uma maior produtividade da soja está relacionada com o uso de micronutrientes como o molibdênio, cobalto e o boro. Estes estão presentes em diversas variedades de insumos e agregados a fixação de nitrogênio por meio de da relação de simbiose.

A deficiência do elemento boro é mínima nos solos da região brasileira, isso geralmente acontece em terras com pH alto, entretanto, quando isso ocorre, está totalmente relacionado com a diminuição na formação de raízes e brotos (HANSEL; OLIVEIRA, 2016).

Conforme Pauletti e Motta (2017) os teores de B encontrados no solo através de análise para o estado do Paraná, que sejam menores que 0,10 mg dm⁻³ são considerados muito baixo, já teores de 0,11 a 0,20 dm⁻³ são interpretados como baixo, de 0,21 a 0,30 dm⁻³ considera-se médio, acima de 0,31 a 0,60 dm⁻³ classifica-se como alto e acima de 0,60 dm⁻³ é interpretado como uma condição a evitar. Para o cultivo de soja no estado do Paraná, quando o teor de B está baixo é indicado a aplicação na semeadura de 1,5 kg ha⁻¹, já em teor presente no solo considerado médio essa aplicação cai para 1,0 kg ha⁻¹, em teores considerados altos não se aplica B na semeadura.

A adubação quando realizada no solo, apresenta algumas desvantagens, pois pode haver uma separação entre a fonte usada de B e os outros nutrientes que compõem o fertilizante, isso ocorre durante a mescla entre eles, pois o B é aplicado em moderada quantidade e podendo assim haver inconformidade de boro depositada no solo (MORTVEDT; WOODRUFF, 1993).

De acordo com Hansel e Oliveira (2016) a falta de boro nos solos pode ocorrer, em alguns casos, devido ao uso irregular ou abusivo de corretivos, o que ocasiona o desequilíbrio nutricional do solo.

4.3 O ELEMENTO BORO NA FISIOLOGIA E NUTRIÇÃO DA CULTURA DA SOJA

Conforme Raven (1980) o boro é imóvel na planta e deslocado pelo xilema, já no floema tem sua mobilidade restrita quanto sua redistribuição, ou seja, na mesma planta pode haver folhas com diferentes concentrações de B.

De acordo com Fernandes, Souza e Santos (2018, p. 540) “o B é absorvido pela planta como ácido bórico $[(B(OH)_3)]$ e, provavelmente, como ânion borato $[(B(OH)_4^-)]$ em valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar”.

Devido à pouca mobilidade o B pelo floema é difícil sua deslocação das folhas mais velhas para os tecidos de formação, resultando em carência desse elemento durante a fase vegetativa (TANAKA; MASCARENHAS, 1992).

O cálcio e o elemento boro estão totalmente relacionados um com o outro, quando se fala em bom funcionamento da planta. A presença do cálcio nos tecidos possibilita o desempenho do boro na planta (HANSEL; OLIVEIRA, 2016).

De maneira semelhante Fernandes, Souza e Santos (2018, p. 540) afirma que

O B intervém na absorção e no metabolismo dos cátions, principalmente do Ca, na formação da pectina nas membranas celulares, na absorção de água e no metabolismo de glicídios. Tem influência no metabolismo e no transporte de carboidratos, estando comprovado, de forma experimental, que a deficiência de B provoca acúmulo de açúcares nos tecidos. Com relação a formação da parede celular, comprovou-se que plantas com deficiência de B têm paredes menos resistentes do que aquelas sem essa deficiência.

Para Prado (2008) o boro na cultura da soja ajuda a promover uma melhor fecundação, melhor formação das sementes e ainda pode ajudar na permanência das vagens jovens, também conhecidas como canivetes.

A baixa quantidade de B afeta a produção da cultura, pois ele participa diretamente no pegamento das flores da planta, na formação e no enchimento dos grãos, serve como regulador enzimático em várias funções, participa da síntese de carboidratos e proteínas, da fotossíntese, do desenvolvimento e crescimento da cultura e também pode ajudar a planta a possuir maior resistência a doenças (FERNANDES; SOUZA; SANTOS, 2018).

Por participar profundamente no processo de fertilização, o B é mais solicitado pela planta na fase reprodutiva que é quando se forma as sementes, do que na fase vegetativa (FAQUIN, 1994).

A funções do B estão relacionadas ao bom desenvolvimento das raízes, metabolização de carboidratos, transporte de açúcares, realização da síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA), síntese de fito hormônios, divisão celular e colabora com o cálcio na formação das paredes celulares. Na fase reprodutiva ele age na germinação do grão de pólen, no crescimento do tubo polínico, auxilia na florada, diminui a queda de vagens e aumenta a granação (CASTILLO, 2016).

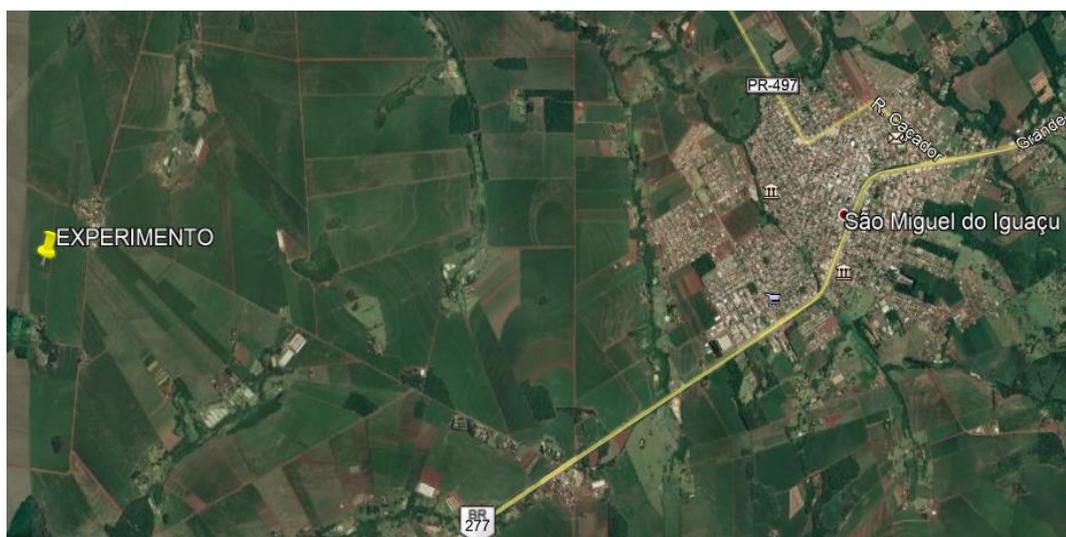
O boro também possui papel fundamental para que ocorra a FBN em leguminosas como a soja, está envolvido desde o apontamento das bactérias para o começo da infecção até a formação dos fios para contaminação para entrada deste *Rhizobium* e na formação da estrutura dos nódulos (BONILLA et al., 2002).

Existem diversas funções que o B pode realizar, sendo assim, é difícil compreender qual a mais importante na fisiologia vegetal da espécie *Glycine max*. Com base nisso, Garrone (2015) cita algumas dessas atividades que tornam o elemento essencial, como “absorção iônica, transporte e metabolismos de carboidratos e compostos fenólicos, síntese de lignina, da parede celular (90% do B nas células se encontra nas suas paredes), de ácidos nucleicos e proteínas”.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedade particular no local conhecido como Comunidade Santa Rita - Município de São Miguel do Iguauçu - Paraná - Brasil, tendo como coordenadas geográficas S - 25° 21' 17" e W - 54° 19' 36", e altitude de 312 metros no local.

Figura 1 – Localização do experimento



Fonte: Autor, 2021

O solo da área é classificado como LATOSSOLO Vermelho Distrófico, o qual caracteriza o solo da região. O clima é identificado como Cfa - Subtropical (PAULETTI; MOTTA, 2017).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por diferentes doses de B e a fonte usada foi a Ulexita granulada que possui 10% de B ($0,0 \text{ kg ha}^{-1}$, $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$, $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$ e $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$). As parcelas mediram 25m^2 de área por parcela (5×5).

Antes da instalação do experimento, para melhor diagnóstico, foram coletadas amostras de solo para análise física e química no talhão do local do experimento. A adubação realizada foi feita com adubo mineral NPK na formulação de 02 20 18 e juntamente ao adubo foi adicionado as diferentes doses de B. Para o plantio foi utilizado uma plantadeira de marca TATU de 10 linhas de semeadura e um trator da marca Massey Ferguson 292.

Tabela 1 - Análise granulométrica e química do solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,20m de profundidade

| Macronutrientes e resultados complementares | | | | | | | | | |
|--|------|---------------------------|------|-------|--------|-------------|-------|-------|-------|
| P | S | K | Ca | Mg | Al | SB | T | V | M.O |
| (mg dm ⁻³) | | (cmolc dm ⁻³) | | | | | | (%) | g/Kg |
| 14,10 | 6,02 | 0,39 | 4,32 | 1,93 | 0,11 | 6,64 | 13,84 | 47,98 | 31,64 |
| Micronutrientes | | | | | | | | | |
| | | Zn | Cu | Fe | Mn | B | | | |
| | | (mg dm ⁻³) | | | | | | | |
| | | 3,93 | 6,38 | 29,43 | 129,22 | 0,41 | | | |

A semeadura da soja BS 2606 IPRO foi realizada no dia 29 de setembro de 2020, com espaçamento entre linhas de 0,50 metros e média de 10 a 12 sementes por metro linear, com adubação de NPK na quantidade 300 kg ha⁻¹ recomendada através da interpretação da análise do solo.

Figura 2 – Implantação do experimento



Fonte: Autor, 2020

Os tratos culturais recomendados para cultura foram realizados conforme as necessidades e orientações técnicas. A colheita ocorreu no dia 17 fevereiro de 2021, perfazendo um ciclo de 142 dias. Entre os estágios R7 e R8 foram avaliadas as variáveis: número de vagens e altura das plantas, em relação a resposta as diferentes doses de B.

Figura 3 – Lavoura com 16 dias após a emergência



Fonte: Autor, 2020

Figura 4 – Lavoura com 55 dias após a emergência



Fonte: Autor, 2020

Foram colhidos 2 metros lineares representativos de cada parcela, após a retirada das plantas, a soja foi sovada dentro de sacos e efetuada a limpeza. Para a pesagem dos grãos foi utilizada uma balança de precisão e para a classificação do grau de umidade foi usado um medidor. O peso dos grãos foi convertido em kg ha^{-1} para a constatação da produtividade de cada tratamento.

Figura 5 – Lavoura dessecada



Fonte: Autor, 2021

Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey a 5% com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a Tabela 2, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos nas variáveis altura da planta e número de vagens, porém houve diferença estatística para a variável produtividade.

A altura das plantas variou entre 119 e 121 cm, já o número de vagens alterou entre uma média de 62,60 a 67,80 unidades por planta.

Observando a quantidade de vagens, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, porém no tratamento 4 obteve-se um número maior de vagens do que os demais.

Este valor assemelha-se com os encontrados por Raimundi; Moreira; Turri (2013), onde, com a aplicação de B no sulco de semeadura verificaram aumento no número de vagens por planta de soja.

Para Prado (2008) o boro ajuda a promover uma melhor fecundação, melhor formação das sementes e ainda pode colaborar na permanência das vagens jovens, também conhecidas como canivetes.

Tabela 2 – Altura de planta, número de vagens por planta e produtividade de soja em função de diferentes doses de Boro.

| Doses de Boro (Kg ha ⁻¹) | Altura de plantas (cm) | Número de vagens | Produtividade (kg ha ⁻¹) |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 0 | 121 a | 63,20 a | 4344 b |
| 1 | 119 a | 62,60 a | 4422 b |
| 2 | 120 a | 63,80 a | 4340 b |
| 3 | 121 a | 67,80 a | 4684 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela é possível observar que a dose de 3 kg B ha⁻¹, que corresponde a maior dose, teve superioridade em produtividade de soja, com 4684 kg ha⁻¹.

Estes valores estão próximos aos encontrados por Rerkasem et al., (1997) que avaliando a resposta de cultivares de soja num solo com deficiência em B, detectaram que a produtividade caía em cerca de 30 a 60%, quando comparada ao tratamento com adubação com B.

Na fase reprodutiva da soja, o boro age na germinação do grão de pólen, desenvolvimento do tubo polínico, contribui para um maior número de flores

fecundadas, diminui a quantidade de grãos chochos e melhora granação (CASTILLO, 2016).

Segundo Bonilla et al. (2002) o boro possui papel fundamental para que ocorra a FBN em leguminosas como a soja, está envolvido desde o apontamento das bactérias para o começo da infecção até a formação dos fios para contaminação, entrada deste *Rhizobium* e na formação da estrutura dos nódulos.

Dessa forma, ficou constatado que, o B pode sim contribuir para a maior produtividade da cultura da soja e deve ser menos negligenciado pelos produtores rurais, pois é um nutriente que mesmo requerido em pouca quantidade, sua deficiência pode afetar o rendimento e conseqüentemente o resultado econômico.

É importante ressaltar que os resultados estão restritos a um único ano agrícola, com suas variáveis climáticas, com uma determinada condição de solo e também à uma cultivar. Por isso é necessário que haja a continuação desse estudo para um posicionamento mais confiável sobre a avaliação de doses de boro aplicados juntos ao NPK.

Também é relevante frisar que as condições climáticas não foram as mais favoráveis no início da implantação da cultura, quando houve déficit hídrico, alterando o desenvolvimento e crescimento das plantas com a falta de água comprometendo a absorção dos nutrientes, inclusive o B. Além do déficit no período inicial, a lavoura sofreu com o excesso de chuvas e dias nublados entre os meses de dezembro e janeiro. Porém, mesmo assim as produtividades em todos os tratamentos são consideradas boas.

7 CONCLUSÃO

As aplicações de boro via sulco de semeadura juntamente ao NPK na dose de 0,0 kg ha⁻¹, 1,0 kg ha⁻¹ e 2,0 kg ha⁻¹ não apresentaram diferenças de produtividade entre si, ou seja, os resultados não trouxeram vantagens ou desvantagens para a produção. Sendo assim, as aplicações dessas doses se tornam inviáveis.

O tratamento com a dose de 3,0 kg B ha⁻¹ resultou na maior produção de soja por ha⁻¹, desse modo esse tratamento ocasionou ganhos consideráveis de produtividade, sendo indicado sua aplicação na cultura.

Por fim, nos resultados referentes ao número de vagens e altura das plantas observou-se que o boro não influenciou nessas características agronômicas, isto significa que, as plantas desenvolveram-se de forma regular.

REFERÊNCIAS

BONILLA, L. et al. Essentiality Of Boron For Symbiotic Nitrogen Fixation In Legumes And Actinorhizal Plants. In: **Boron In Plant And Animal Nutrition**. Springer, Boston, p. 261-267, 2002.

BORGES, R. P. et al. **Fontes de boro via solo e adubação foliar no cafeeiro**. 2017.

CASTILLO, G. **A importância do Boro para cultura da soja**. 05/10/2016. Disponível em:<<https://3rlab.wordpress.com/2016/10/05/a-importancia-do-boro-para-cultura-da-soja/>>. Acesso em: 08 mar. 2021.

CERETTA, C. A. et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.

CESB. **Soja: Quebrando recordes. CESB, 10 anos de máxima produtividade**. Sorocaba: Comitê Estratégico Soja Brasil, 2018.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – sétimo levantamento, safra 2019/20**. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

EMBRAPA. **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/458966/melhoramento-da-soja-para-regioes-de-baixas-latitudes>>. Acesso em 25 abr. 2020.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FREITAS, M. C. M. de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera–Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GALINDO, F. S. et al. As formas de aplicação e as doses de boro afetam a cultura do trigo?. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 597-603, 2018.

GARRONE, R. F. **Interação cálcio e boro na fixação biológica de nitrogênio na soja: avaliação morfológica, ultraestrutural e da atividade da nitrogenase**. São Paulo, 2015, 99 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2015.

HANSEL, F. D.; OLIVEIRA, M. L. Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil. **Informações Agronômicas**, n. 153, mar. 2016.

HIRAKURI, M. H. Estimativa de custo de produção e lucratividade da soja, safra 2008/09, para o Paraná e Santa Catarina. **Empraba Soja. Circular técnica**. Londrina, 2008.

MORTVEDT, J. J.; WOODRUFF, J. R. Technology and application of boron fertilizers for crops. **Boron and its role in crop production**. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 157-176, 1993.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Estadual Paraná, 2017.

PENARIOL, A. Soja: Cultivares no lugar certo. **Informações Agronômicas**, v. 90, p. 13-14, 2000.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: Capes/Fundes, 2008.

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

RAVEN, J. A. Short-and long-distance transport of boric acid in plants. **New Phytologist**, v. 84, n. 2, p. 231-249, 1980.

RERKASEM, B. et al. Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). **Nutr. Cycling Agroecos**, p.217-223, 1997.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja. Nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992.