

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM BORO EM DIFERENTES
ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA**

EDUARDO SCHANOSKI DE SOUZA

MATHEUS DA SILVA ROMAN

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2018

**ADUBAÇÃO FOLIAR COM BORO EM DIFERENTES ESTÁDIOS
FENOLÓGICOS DA SOJA**

EDUARDO SCHANOSKI DE SOUZA

MATHEUS DA SILVA ROMAN

Orientador (a): PROF. DR. MUNIR MAUAD.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2018

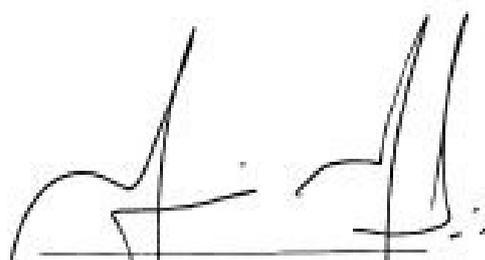
ADUBAÇÃO FOLIAR COM BORO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLOGICOS DA SOJA

Por

Eduardo Schanoski de Souza
Matheus da Silva Roman

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

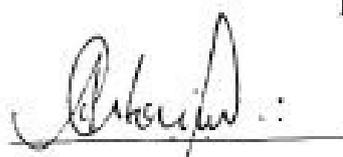
Aprovado em: 17 de julho de 2018



Prof. Dr. Murir Mauad
Orientador – UFGD/FCA



Eng. Agr. Rafaela Silva Santana
UFGD/FCA



Prof. Dr. Antônio Carlos Tadeu Vitorino
UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Eu, Eduardo Schanoski de Souza, agradeço.

A Deus pela vida e por me guiar durante toda minha jornada.

Aos meus pais (Pedro Andrade de Souza e Neuza Schanoski de Souza), por todo o suporte durante a faculdade, e por todos os ensinamentos durante minha vida.

A minha namorada (Ana Beatriz) por todo o apoio, compreensão, companheirismo e paciência.

A toda minha família, que me ajudaram direta e indiretamente durante esta etapa da minha vida.

Aos meus amigos Estevão Honorato, André Camargo, Matheus Roman que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu amigo e professor Cleberton que nos auxiliou durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador Munir Mauad, por todos os ensinamentos passados e pela amizade durante a faculdade.

AGRADECIMENTOS

Eu, Matheus da Silva Roman, agradeço.

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos amigos Estevão Honorato, Eduardo Schanoski e Felipe Ferreira, companheiros de estudo e irmãos na amizade, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Ao professor orientador Munir Mauad, pela orientação, apoio e confiança

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SÚMARIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Boro no solo	13
2.2 Boro na planta	14
2.3 Boro na cultura da soja	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local, clima e solo.....	18
3.2 Delineamento experimental	18
3.3 Cultivar	19
3.4 Instalação e condução.....	19
3.5 Variáveis analisadas	20
3.5.1 Número de flores	20
3.5.2 Número de canivetes	20
3.5.3 Vagens por planta	20
3.5.4 Grãos por vagem	20
3.5.5 Grãos por planta	21
3.5.6 Teor de boro na planta	21
3.5.7 Massa de mil grãos e umidade	21
3.5.8 Produtividade	21
3.6 Análise estatística	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1. Análise química da área experimental. Ano 17/18	18
QUADRO 2. Teor de boro na planta, número de flores, número de canivetes. Chácara Irmãos Andrade, MS 17/18	23
QUADRO 3. Número aos grãos por planta (GP), vagem por planta (VP), grãos por vagem (GV), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (P) da variedade de soja POTENCIA RR sob diferentes épocas de aplicação de boro foliar. Chácara Irmãos Andrade, MS, 2017/18.	26

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Número de flores em função da aplicação foliar de boro em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura da soja. Chácara Andrade, 17/18	24
FIGURA 2. Número de canivetes em plantas de soja em função da aplicação foliar de boro em diferentes estágios de desenvolvimento. Chácara Andrade, MS 17/18	24

Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja

Resumo: O boro é um nutriente que desempenha importantes funções na planta, estando ligado na movimentação dos açúcares, germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico, atuando na retenção de flores e conseqüentemente formação de vagens. Entretanto apresenta baixa mobilidade na planta via floema. Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar os componentes da produção da soja em função da aplicação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da soja (*Glycine max*). O experimento foi conduzido a campo no período de setembro de 2017 a fevereiro de 2018. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com seis épocas de aplicação de B, e a testemunha: (Testemunha, 100% V4, 100% R1, 100% R3, 50%V4 + 50% R1, 50% V4 + 50% R3 e 50% R1 + 50% R3) e quatro repetições totalizando 28 unidades experimentais, sendo 100% referente a 1kg/ha de B. Foram quantificados os atributos agronômicos (número de vagem por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, teor de boro na planta, peso de mil sementes, produtividade, número de flores e canivetes). As médias das variáveis agronômicas diferiram com a aplicação de boro. Sendo que, a aplicação foliar aumentou os níveis de B na planta. As aplicações foliares nos estádios reprodutivos (R1+R3) apresentaram os melhores resultados de pegamento de vagens. A aplicação de boro não aumentou a produtividade.

Palavras-chave: *Glycine max*, micronutriente, potência RR, atributos agronômicos

Foliar fertilization with boron in different soybean phenological stages

Abstract: Boron is a nutrient that plays important functions in the plant, being connected in the movement of sugars, germination of the pollen grain and development of the pollen tube, acting in the retention of flowers and consequently formation of pods. However, it presents low mobility in the plant via phloem. In this sense, the objective of this study was to evaluate the components of soy production as a function of foliar application of boron in different soybean phenological stages, (*Glycine max*). The experiment was conducted in the field from September 2017 to February 2018. The experimental design was in randomized blocks (DBC) with seven application times of B: (Control, 100% V4, 100% R1, 100% R3, 50% V4 + 50% R1, 50% V4 + 50% R3 and 50 % R1 + 50% R3) and four replicates totaling 28 experimental units. Agronomic attributes were quantified (number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, boron content in the plant, weight of one thousand seeds, productivity, number of flowers and pocketknives). The averages of the agronomic variables differed with the application of boron. Since, the foliar application increased the levels of B in the plant. The foliar applications at the reproductive stages (R1 + R3) presented the best results of pod glue. Boron application did not increase productivity.

Key words: *Glycine max*, micronutrient, potência RR, Agronomic attributes

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção e exportação do grão da soja no mundo. Sendo, nos últimos anos a cultura agrícola com a maior área plantada e responsável pela expansão da fronteira agrícola. (TRAUTMANN et al., 2014). Este sucesso, é derivado do investimento em novas tecnologias e a preocupação com o manejo correto na cultura.

A adubação com micronutrientes é um fator importante para o alcance de altas produtividades, sendo o boro (B) um nutriente de extrema importância, e essencial para o cultivo de inúmeras culturas anuais, pois tem participação em várias reações fisiológicas (SAH & BROWN, 1997). Este micronutriente, passou a despertar um maior interesse pela utilização devido a vários fatores, dentre eles: o início da ocupação da região do cerrado, formado essencialmente por solos deficientes em micronutrientes, aumento da produtividade de várias culturas, com conseqüente aumento da exportação e remoção de todos os nutrientes, além do aumento da preferência pela utilização de fertilizantes NPK de alta concentração e o aprimoramento de análises de solo e foliares devido ao aparecimento de deficiências dos mesmos (CAKMARK, 2002), além do cultivo intensivo do solo sem a preservação da matéria orgânica, o qual é a principal fonte do B (GODOY, 2011).

Com o aumento da produtividade da soja com os anos, há a necessidade de uma nutrição equilibrada através de práticas de adubação, em termos de macronutrientes e micronutrientes e isto mostra que a mesma está muito aquém do potencial de produção atingido pela pesquisa e alguns produtores. Dentre os fatores que definem a produtividade, o manejo de adubação pode ser um importante fator limitante desta cultura.

As exigências nutricionais das culturas, em geral, aumentam com o início da fase reprodutiva, devido os nutrientes serem essenciais ao desenvolvimento e formação dos órgãos de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Dentre eles o boro (B), que é um nutriente que está relacionado a vários processos fisiológicos da planta como lignificação, metabolismo de RNA, metabolismo fenólico, respiração e integridade da

membrana plasmática (CAKMAK & RÖMHELD, 1998), pode afetar todos estes processos pela sua deficiência, além de atuar na divisão e alongação celular, na germinação do pólen, alongação do tubo polínico e fecundação, garantindo a formação do fruto ou semente. A reserva de B nas sementes também é importante, pois, sementes com baixos teores de B, apresentam baixo poder germinativo (Rerkasem, et al., 1997).

A deficiência de boro (B) é muito comum, particularmente em solos arenosos e pobres em matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 1996), o que tem provocado grande perda de produtividade em algumas culturas instaladas nessas áreas (MARIANO et al., 2000).

Segundo Malavolta (1989), o método mais utilizado e eficiente para a aplicação de fertilizantes minerais é via solo, no entanto, o solo apresenta riscos de lixiviação intensa, fixação de alguns nutrientes, tornando-o não disponíveis para as plantas, além de possuírem mobilidades distintas.

Uma alternativa ao uso de correção via solo, é a adubação foliar, que ao contrário da correção via solo, possibilita correções de deficiência a curto prazo, com respostas mais rápidas, apresentando vantagens, como distribuição mais uniforme por unidade de área, diminuição da dose e maior facilidade de aplicação (VOLKWEISS, 1991). Segundo Bevilaqua et al. (2002), o interesse pela adubação foliar tem crescido tanto no Brasil como em outras partes do mundo. Porém, para obter-se sucesso com o uso desta técnica é necessário ter conhecimento do momento de aplicação correto e quais as dosagens a serem aplicadas.

Sendo assim, o boro, por apresentar baixa mobilidade nas plantas, e ser um nutriente essencial na retenção de flores, pela formação do tubo polínico, e consequente formação de vagens, o conhecimento de alternativas de aplicação deste micronutriente além da aplicação via solo é fator crucial para o aumento da produtividade.

Portanto, objetivou-se avaliar os componentes de produção da cultura da soja em função da aplicação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Boro no solo

Nos solos brasileiros, a deficiência de boro, está de forma geral associada a regiões de cerrado, ou em solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica, com ocorrência de déficit hídrico (TIRLONI et al., 2011). Segundo Hansel e Oliveira (2016) as condições que favorecem a deficiência são solos arenosos, alto índice pluviométrico, veranicos e estações secas, baixos teores de matéria orgânica e pH fora da faixa de 5,0 a 7,0.

Segundo Communar & Keren (2007) o conhecimento da capacidade do solo em adsorção de boro (B) se aplica em vários fatores, seja tanto para a correção de uma eventual deficiência deste nutriente, quanto para a prevenção de casos de toxidez, destacando a importância da lixiviação como um importante componente da dinâmica do elemento no solo.

A quantidade de boro (B) que um solo pode adsorver dependerá de inúmeros fatores, dentre eles pode-se citar a concentração da solução em equilíbrio, do tempo de contato e da textura, pH, do teor de matéria orgânica e da composição mineralógica do solo (AZEVEDO et al., 2001), sendo destacado por Saltali et al. (2005) onde o pH, e a textura, são os fatores que mais influenciam a adsorção e lixiviação de boro (B).

A adsorção de B aumenta conforme a elevação do pH, no entanto decresce a partir de pH 9,0 (GOLDBERG et al., 2005), devido a fraqueza do ácido bórico. Um aspecto de extrema relevância quando se trata de adsorção de boro (B) é a grande afinidade do elemento para com os hidróxidos de ferro e alumínio (HATCHER et al.,

1967). Sims & Bingham (1968) relatam que o silicato de alumínio, pertencente ao grupo dos gibsita possuem mais afinidade com o boro (B) do que os hidróxidos de ferro.

Parte do boro que é adicionado ao solo, seja ele como fertilizante ou não, permanece solúvel e pode ser lixiviado (SILVA et al., 1995), principalmente na forma de H_3BO_3^- , que predomina na faixa de pH (5,5-6,0) adequada para a cultura, sendo a forma absorvida pelas plantas. A maior parte do B disponível a planta é encontrada na matéria orgânica do solo, sendo que em condições que favorecem sua decomposição, como: calor, alta umidade, boa aeração com conseqüente aumento da atividade microbiana, tem como resultado, aumento do teor de B em solução.

A faixa recomendada de boro (água quente) para ser classificada como baixa na região do cerrado são de concentrações que variam de 0 a 0,2 mg/dm^3 , de 0,3 a 0,5 mg/dm^3 são considerados teores médios, e concentrações maiores que 0,5 mg/dm^3 são classificadas como alto (GALRÃO, 1999).

2.2 Boro na planta

A soja por ser uma das culturas anuais mais exigentes em B, comumente apresenta sinais de deficiência deste nutriente (FURLANI et al., 2001), tais como morte apical, queda de botões florais, flores e frutos em desenvolvimento, assim como necrose nas laterais das folhas, sendo constatados quando o teor foliar for inferior a 20 mg kg^{-1} . Segundo Furlani (2001) e Rosolem (2007), os teores adequados para altas produções variam entre 20 a 55 mg kg^{-1} , visto que há diferenças de respostas entre cultivares.

Por outro lado, deve-se atentar ao manejo, pois a soja se trata de uma cultura muito sensível a toxidez por boro (FAGERIA, 1999), no qual a adubação boratada deve ser realizada com cautela, uma vez que a faixa entre a deficiência e a toxidez é muito estreita quando comparado com os demais nutrientes (QUAGGIO e PIZA JR., 2001).

O boro possui baixa mobilidade na maioria das plantas, e como consequência, os primeiros sintomas de deficiência aparecem nos meristemas, e regiões de crescimento, devido a sua maior exigência. Sob condições fisiológicas normais, o boro se apresenta como ácido bórico H_3BO_3^- ou ânion borato H_2BO_3^- , em valores de pH no apoplasto (pH 5,5), mais de 99,95% do B está na forma de H_3BO_3^- , e menos de 0,05% está na forma de

borato. Contudo, as duas formas podem reagir com muitos tipos de moléculas orgânicas (complexo borato-diol) (BASTOS; CARVALHO, 2004).

As plantas necessitam de B, para várias etapas de seu desenvolvimento, dentre elas: crescimento, divisão celular e metabolismo do ácido nucleico, germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico e além disso, síntese de proteínas e aminoácidos, e no transporte interno de açúcares amidos, como nitrogênio (N) e fósforo (P) (MASCARENHAS et al., 2014). Segundo Malavolta (2006) além disso, o boro incrementa o pegamento de flores e a granação, em várias culturas, e assegura menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos.

O boro também apresenta efeito positivo no crescimento radicular, devido a participação em processos de divisão e expansão celular, e a ocorrência de deficiência inibe o desenvolvimento radicular, dificultando assim a capacidade da planta em penetrar camadas mais profundas em busca de água e nutrientes (SHELP 1993, TRAUTMANN 2014). A absorção do nutriente é feita por difusão e fluxo de massa, a carência de água pode limitar seu contato com a superfície radicular e conseqüentemente reduzir a absorção.

Segundo Mascarenhas (2014), o boro apresenta baixa mobilidade no floema em algumas espécies de plantas, devido as suas formas complexas de baixa solubilidade, sendo de difícil redistribuição das folhas mais velhas, para os pontos de maior exigência, como os meristemáticos. Portanto, sendo necessário uma constante disponibilidade ou suprimento deste micronutriente a planta, podendo ser de preferência via radicular, ou diretamente no tecido de interesse.

2.3 Boro na cultura da soja

Estudos apontam que para a cultura da soja aplicações de boro nos estádios de V6 a R5 tendem a apresentar os melhores resultados, pois é neste intervalo que as plantas necessitam de maior demanda do nutriente para a formação e enchimento de grãos (RAIMUNDI et al., 2013). Bevilaqua et al. (2002), aponta como mais precisa a aplicação de boro nas fases de floração e pós floração, enquanto Rosolem et al (2007) e Boaretto et al., (1989), afirmam que as maiores exigências de boro se concentram nos estádios R1 até

o R5, uma vez que a cultura da soja apresenta necessidades nutricionais diferentes de boro, conforme o seu desenvolvimento, sendo os estádios reprodutivos que necessitam maior demanda, através da formação dos órgãos reprodutivos, como tubo polínico e pegamento de vagens (SANTOS et al., 2008).

Em trabalho realizado por Souza et al. (2008) utilizando as cultivares de soja BRS 245 RR, BRS MG 705S RR, BRS Favorita e Conquista com doses crescentes de boro aplicado via folha nas dosagens de 0,5 a 2,0 kg/ha nos estádios R1 e R3, pode-se constatar diferença significativa em relação a época de aplicação. Musskopf e Bier et al., (2010), trabalhando com épocas de aplicações de B na cultura da soja, utilizando a cultivar Nidera 4990, não observaram efeito significativo para época de aplicação, mas sim da aplicação de B (1 kg ha^{-1}) para o número de vagens por planta.

Kappes et al (2008) testando doses (0, 100, 200, 300 e 400 g/ha^{-1} de B) e épocas de aplicação foliar de boro na soja (V5, V9 e R3), utilizando a variedade M-SOY 8411, não obtiveram resultados significativos em relação a produtividade e qualidade das sementes, e nem quanto as doses e as épocas de aplicações. Resultado semelhante foi obtido por Bevilaqua (2002), onde ao avaliar a qualidade das sementes e os componentes de rendimento da soja das variedades Cometa e BR 16, sob aplicação de uma solução contendo cloreto de cálcio (0,5% de Ca) e borato de sódio (0,25% de B) nas épocas de pré-floração, floração, pós-floração e pré-colheita, não verificaram efeito em relação a qualidade dos grãos de ambas as cultivares, no entanto obteve-se resultados significativos no que se refere ao peso de 100 sementes, ao número de vagens por planta e ao número de grãos por vagem na cultivar BR 16 sob aplicações na fase de floração, em contrapartida a cultivar Cometa apresentou melhores resultados em relação ao número de grãos por vagem na fase de pós-floração.

Sabendo-se que o boro é um nutriente não móvel na planta (MALAVOLTA et al., 1980), e que muitas variedades de soja apresentam hábito de crescimento indeterminado, há a necessidade de realizar mais de uma aplicação para suprir a necessidade dos novos ramos.

Visando atender a demanda de boro nos diferentes estádios de desenvolvimento, Calonego et al (2009) compararam a aplicação do micronutriente via foliar, de maneira integral, e de sua aplicação de forma parcelada, sob diferentes doses, utilizando a cultivar BRS 214 RR, com os seguintes tratamentos: 1 kg ha^{-1} de Boro na

fase V4; 1 kg ha⁻¹ de Boro na fase R2; 0,5 kg ha⁻¹ de Boro na fase V4 e 0,5 kg ha⁻¹ na fase R2; 2 kg ha⁻¹ de Boro na fase V4; 2 kg ha⁻¹ de Boro na fase R2 , não obtendo resultados significativos em relação a produtividade, massa de 100 grãos e número de grãos por vagem, resultados estes que podem ser explicados pelo fato do teor de boro no solo não se apresentar deficiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local, clima e solo

O trabalho foi realizado na Chácara Andrade, situada na cidade de Fátima do Sul, MS, (latitude de 22°26'S, longitude 54°28'W e altitude de 430 m). O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical monstônico, com verão chuvoso. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2017/2018 e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico do tipo franco-arenoso (EMBRAPA SOLOS, 2006), apresentando as seguintes características químicas (Tabela 1).

QUADRO 1. Análise química da área experimental. Ano 17/18

M.O	pH	P	Ca	Mg	K	H+Al	Al	B	V%
(g/dm ³)	(CaCl ₂)	(mg/dm ³)	----- cmol _c /dm ³ -----					(mg/dm ³)	(g/dm ³)
9,03	4,80	7,35	1,85	0,49	0,08	2,95	0,03	0,24	45,07

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com sete épocas de aplicação de B: (Testemunha, 100% V4, 100% R1, 100% R3, 50%V4 + 50% R1, 50% V4 + 50% R3 e 50% R1 + 50% R3) e quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por seis linhas com 4 m de comprimento, espaçamento de 0,45 m entre si, totalizando 9m². Foram consideradas como área útil das parcelas as 4 linhas centrais, descartando 0,5m de cada extremidade.

3.3. Cultivar

A cultivar utilizada foi a BMX Potencia, porte alto, hábito de crescimento indeterminado, grupo de maturação 6.7, possui uma exigência média de fertilidade, seu ciclo de vida é médio, apresenta uma média de 3 grãos por vagem, apresentando um elevado potencial produtivo, ideal para abertura de plantio (BRASMAX, 2018).

3.4 Instalação e condução

Antes da semeadura foi realizada a dessecação da área com Glyphosate (3,5 l/ha), Clorimurom (80 g/ha) com a adição de nitrogênio (1,2 l/ha) e 3 dias após foi feita a aplicação de Paraquat (3 l/ha).

A semeadura foi realizada no dia 21 de outubro de 2017 e utilizou-se 250 kg/ha⁻¹ na base do formulado 02-20-18, a densidade de semeadura foi de 14 sementes/m.. As sementes foram tratadas na propriedade utilizando Orgamon (4 ml/kg) e Standak Top (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil) (2 ml/kg), a germinação ocorreu no dia 26/10/2017.

Durante a condução do experimento houve a presença de lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), lagarta da maçã (*Heliothis virescens*) e percevejo marrom (*Euschistus heros*), na qual foi realizado o controle com aplicações de acefato (0,75 kg p.c./ha) quando as pragas atingiram o nível de dano econômico.

Para as aplicações foliares de B foram preparadas caldas de Bravo Boro (10% B), referentes a 1 kg/ha para o tratamento com dose cheia (100%) e 0,5kg/ha para os tratamentos com aplicações parceladas (50%), feitas com pulverizador pressurizado com CO₂, munido com barra de aplicação com 4 bicos jato plano, do tipo leque, espaçados em 0,50m, que proporcionaram volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

A primeira aplicação de boro ocorreu quando mais de 50% das plantas apresentaram a terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida, caracterizando o estágio V4, que ocorreu no dia 23 de novembro de 2017. A segunda aplicação ocorreu no dia 05 de dezembro de 2017, em R1, quando mais de 50% das plantas apresentavam uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal). A terceira aplicação ocorreu no dia 26 de dezembro de 2017 quando mais de 50% das plantas apresentavam vagens com 5mm de comprimento, popularmente conhecido como canivetes, em um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida, caracterizando o estágio de R3.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Número de flores

Foram selecionadas aleatoriamente 5 plantas, no qual foram demarcadas com uma fita em seu caule, possibilitando sua identificação, sendo contado o número de flores com intervalos de 5 dias. A contagem teve início no dia 05 de dezembro de 2017, e terminou no dia 04 de janeiro de 2018, conseqüentemente 45 e 75 dias após o plantio respectivamente.

3.5.2 Número de canivetes

A contagem do número de canivetes se iniciou no dia 20 de dezembro de 2017, concomitantemente ao número de flores, nas mesmas plantas selecionadas aleatoriamente e identificadas para as contagens anteriores, com o mesmo intervalo de 5 dias entre contagens, com fim no dia 09 de janeiro de 2018, conseqüentemente 60 e 80 dias após o plantio respectivamente.

3.5.3 Vagens por planta

O número de vagens por planta, foi determinado através da contagem das vagens em 10 plantas sequenciais.

3.5.4 Grãos por vagem

Foi realizado por meio da contagem do número de grãos por vagens nas 10 plantas utilizadas para determinar o número de vagens por planta.

3.5.5 Grãos por planta

Foi determinado através da contagem total do número de grãos das 10 plantas utilizadas para determinar o número de vagens por plantas. Foi utilizado contador eletrônico de sementes e grãos ESC 2011.

3.5.6 Teor de boro na planta

O teor de boro foi realizado coletando 5 plantas aleatórias na área experimental. As plantas foram secas em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 h. A parte aérea (haste e folha) foram moídas em moinho tipo Wiley e encaminhadas ao laboratório de análise para a determinação, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

3.5.7 Massa de mil grãos e umidade

A massa de mil sementes foi determinada conforme metodologia das regras de análise de sementes proposta por Brasil – Ministério da Agricultura. A determinação de umidade foi realizada de acordo com o procedimento recomendado pelo MAPA (BRASIL, 2009), onde foram colocadas as amostras de 25 a 30 g do produto úmido na estufa regulada a uma temperatura de 105 °C durante um período de 24 horas. Após esse período as amostras secas foram pesadas, obtendo o teor de umidade do produto.

3.5.8 Produtividade

A produtividade de grãos foi obtida por meio da coleta de plantas contidas em 1m² da área útil da parcela, trilhadas de forma manual, sendo os grãos resultantes limpos e pesados. Os dados foram padronizados a uma umidade de 13% e em seguida transformados em kg ha⁻¹.

3.6. Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para os dados quantitativos foram realizadas análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se um baixo coeficiente de variação que para as variáveis agrônomicas analisadas, indicando uma boa precisão do experimento (CARVALHO et al., 2003), uma vez que o coeficiente de variação é a medida mais utilizada para medir a instabilidade relativa de uma variável (SAMPAIO, 1998).

Para o teor de boro na planta houve diferença significativa da aplicação foliar (Quadro 2), os demais tratamentos elevaram os teores de boro na planta, estando os valores dentro da faixa recomendada para cultura que é de 20 mg kg⁻¹ (EMBRAPA, 1996). Isto se explica pelo fato do solo da área experimental ser de textura arenosa, com baixo teor de matéria orgânica, que é uma das principais fontes de B para as plantas (Quadro 1).

O teor de B no solo é classificado como suficiente quando está acima de 0,5 mg/dm³, nota que o solo da área experimental apresentava-se abaixo desta faixa (Quadro 1), sendo classificado com baixo. Nos solos brasileiros, a deficiência de boro, está de forma geral associada a regiões de cerrado, ou em solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica, e com ocorrência de déficit hídrico (TIRLONI et al., 2011).

QUADRO 2 – Teor de boro na planta, número de flores, número de canivetes. Chácara Irmãos Andrade, MS 17/18.

Tratamento	Boro (mg/kg)	Flores	n°	Canivetes
Testemunha	19,52 e	26 a		36 ab
V4	25,78 c	23 a		33 b
R1	21,42 d	28 a		39 ab
R3	21,46 d	29 a		37 ab
V4+R1	29,32 a	25 a		33 b
V4+R3	27,50 b	28 a		39 ab
R1+R3	20,86 d	28 a		42 a
	Valor de F ⁽²⁾			
	570,61*	1,40 ns		7,32**
CV(%)	8,34	37,67		20,53

O número de flores emitidas por planta não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos (Figura 1), apresetando um maior número de flores aos 60 dias após a semeadura, com posterior declínio, referente ao início da formação de canivetes (vagens).

O boro não está ligado a formação de flores, visto que a mesma é dependente do ciclo da cultura, duração do periodo de floração, temperatura, fotoperíodo, nós fertéis nos ramos entre outros (FARIAS et al., 2007), enquanto o B atua no desenvolvimento do tubo polínico e germinação do grão de pólen (LIMA et al., 2003).

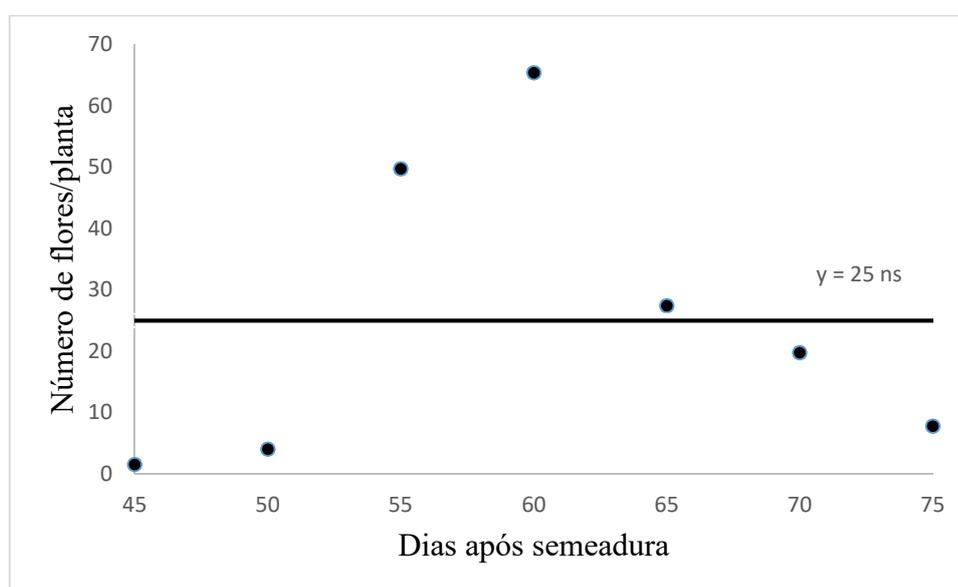


FIGURA 1. Número de flores em função da aplicação foliar de boro em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura da soja. Chácara Andrade, 17/18.

Para o número de canivetes (Figura 2) nota-se diferença significativa para a época de aplicação de boro, sendo que para aplicação em V4 e V4 + R1, o qual apresentou menor número de canivetes formados, em detrimento das demais épocas, resultados estes explicados pelo fato de que o boro apresenta baixa mobilidade na planta via floema (TANAKA & MASCARENHAS, 1992), sendo as aplicações de boro realizadas no estágio V4 não mobilizadas aos demais ramos formados, conseqüentemente não exercendo sua função nos órgãos reprodutivos. Os menores resultados quando realizado o parcelamento da aplicação nos estádio V4+R1 pode ser atribuída ao fato de que embora as maiores taxas de absorção de nutrientes ocorram no florescimento e início de enchimento de grãos, para a maioria destes, as maiores quantidades são absorvidas após

o florescimento (ROSOLEM & BOARETTO, 1989), sendo, as aplicações parceladas de 500g de boro no estágio R1 não suficientes para atribuir ganhos significativos na formação de canivetes, resultados semelhantes obtidos por Kappes et al. (2005), onde a aplicação de até 400g/ha⁻¹ de boro na cultivar M-SOY 8411 não influenciou significativamente na formação de vagens por planta, obtendo-se resultados apenas quanto as épocas de aplicação.

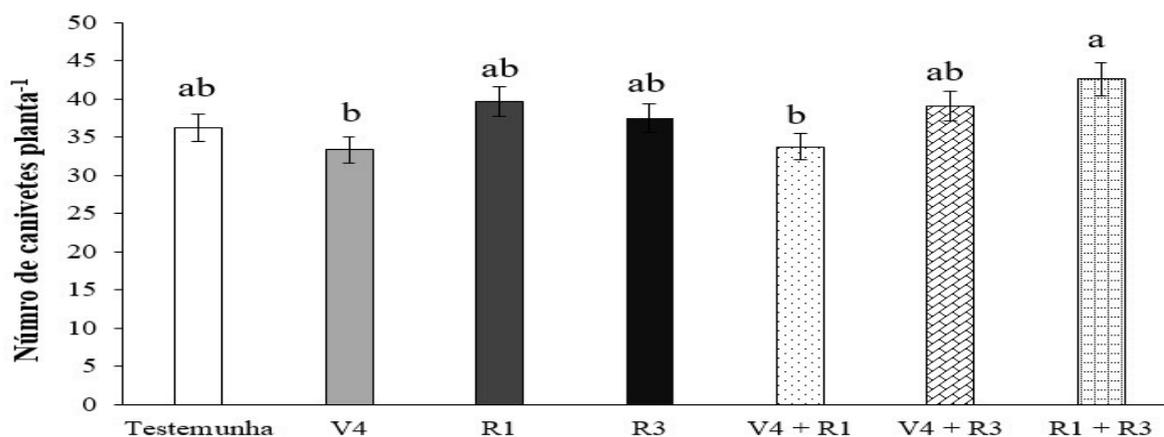


FIGURA 2. Número de canivetes em plantas de soja em função da aplicação foliar de boro em diferentes estágios de desenvolvimento. Chácara Andrade, MS 17/18.

Em relação as demais épocas, a aplicação de boro via folha contribuiu significativamente sobre o desenvolvimento de canivetes, atuando na germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico (MASCARENHAS et al., 2014), assegurando menor esterilidade masculina (MALAVOLTA et al., 2006), consequentemente maior pegamento de flores e menor abortamento de vagens e queda de botões florais, como podemos notar na figura 2. A aplicação parcelada nos estádios de R1 + R3 apresentaram os melhores resultados, isto deve-se ao fato de que a planta de soja apresenta diferentes necessidades de boro, conforme seu desenvolvimento, sendo os estádios reprodutivos que necessitam maior demanda, resultados semelhantes foram obtidos por Bevilaqua et al., (2002), onde as melhores respostas a aplicação de boro sobre os componentes de rendimento da soja foram verificadas nas fases de floração e pós floração.

Volkweiss (1991) e Tanaka & Mascarenhas (1992), também relataram a necessidade de parcelamento da aplicação de B via foliar, devido à baixa mobilidade deste nutriente no floema, formando complexos de baixa mobilidade, e de difícil redistribuição

das folhas mais maduras para os tecidos meristemáticos. Segundo estes autores, isto implica em necessidade de aplicação deste nutriente em toda a fase de desenvolvimento da planta.

O número de vagens por planta (Quadro 3) não apresentou diferença significativa para a época de aplicação de B, entretanto, os melhores resultados foram obtidos com o parcelamento da aplicação nos estádios R1+R3. Esses resultados contrariam os obtidos por Bevilaqua et al. (2002), usando as cultivares FT Cometa e BR 16, e Kappes et al. (2008), trabalhando com a cultivar M-SOY 8411 onde observaram que a aplicação de boro via folha aumentou significativamente o número de vagens por planta. Um dos fatores que pode ter contribuído para a não obtenção de resposta neste experimento, é a ocorrência de uma condição climática atípica na região de estudo, ocasionando stress fisiológico na planta durante a condução do trabalho, tendo como consequência a não translocação de açúcares para os órgãos reprodutivos, devido à baixa luminosidade para a realização da fotossíntese, e condições de excesso de umidade no solo e no ar, gerando um abortamento de vagem. Assim, fatores como a maior sensibilidade do cultivar a estas condições, podem ter também contribuído para esse resultado (OLIVEIRA et al., 2017).

QUADRO 3 – Número aos grãos por planta (GP), vagem por planta (VP), grãos por vagem (GV), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (P) da variedade de soja POTENCIA RR sob diferentes épocas de aplicação de boro foliar. Chácara Irmãos Andrade, MS, 2017/18.

Tratamento	Vagem/Planta	Grão/Planta	Grão/Vagem	PMS	Produtividade
	n°			g	kg ha ⁻¹
Testemunha	44 a	103 ab	2,36 a	134,96 a	4102 a
V4	46 a	106 ab	2,31 a	134,44 a	3859 a
R1	42 a	94 ab	2,28 a	129,10 abc	4111 a
R3	43 a	89 ab	2,37 a	132,04 ab	4219 a
V4+R1	38 a	90 ab	2,39 a	126,35 bcd	3375 a
V4+R3	40 a	89 b	2,27 a	125,22 cd	3839 a
R1+R3	48 a	114 a	2,16 a	122,12 d	4258 a
	Valor de F ⁽²⁾				
	1,49 ns	3,62**	0,41ns	13,76*	0,896 ns
(CV%)	13,38	10,44	10,41	2,08	16,35

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

⁽²⁾ **, * e ns significativos a 1% e 5%, ** - não significativo.

A aplicação foliar de boro aumentou o número de grãos por planta (Quadro 3) quando aplicado na fase de floração e pós floração. Isto se explica pelo fato de que as maiores exigências nutricionais na cultura da soja se encontram nos estádios de R1 a R5 (ROSOLEM, 2007; BOARETTO et al., 1989). Sabendo-se que a mobilidade do boro é baixa na planta, sua aplicação diretamente nos estádios de maior demanda potencializa sua ação, uma vez que esse elemento atua na fecundação das flores e na formação das vagens (MALAVOLTA, 1980).

Em relação ao número de grãos por vagem não se obteve diferença significativa entre os tratamentos, uma vez que esta característica é controlada pela genética da cultivar, apresentando uma uniformidade de 2 a 3 grãos por vagem, resultado semelhante obtido por Musskopf e Bier (2010), onde com aplicação de até 2 kg/há de boro não houve acréscimo no número de grãos por vagem, na cultivar Nidera 4990.

Foram observados resultados significativos em relação ao peso de 1000 grãos (Quadro 3), sendo que os melhores resultados foram encontrados com a aplicação de B no estágio vegetativo (V4), resultados semelhantes obtidos por Bevilaqua et al (2002) com a cultivar BR 16. Esses resultados são contrários aos encontrados por Calonego et al. (2009), utilizando a cultivar BRS 214 RR, em decorrência do nutriente não se apresentar em níveis críticos no solo, e Kappes et al., (2008), utilizando da cultivar M-SOY 8411, os quais apontam que esta característica é controlada geneticamente. Uma das hipóteses para explicar os melhores resultados obtidos com as aplicações em estádios vegetativos em relação as aplicações em estádios reprodutivos, é o aumento do número de grãos por planta causado nas aplicações de B nos estádios reprodutivos, aumentando a relação fonte-dreno da planta, necessitando assim, suprir a maior demanda de açúcares para maiores quantidades de grãos, explicando menores valores de PMS, confirmando a participação do B em atuar na translocação de açúcares para os órgãos propagativos (MALAVOLTA et al., 2002) porém, é necessário maiores estudos em relação a essa variável.

Analisando a quadro 3 podemos constatar que não houve diferença estatística entre os tratamentos para a produtividades. Esse resultado está de acordo com o obtido por Kappes (2008), onde aplicações de até 400 g/ha de boro em V5, V9 e R3, não apresentaram resultados significativos na produtividade. Outros autores como Boaretto et al. (1997) e Rosolem et al. (2008) alertam que muitas vezes a não correlação entre os teores de boro nas folhas e a produtividade, podem ser explicadas pela dificuldade em se

remover o boro retido na cutícula foliar ou o ligado na camada péctica da parede celular, sem efetuar sua função metabólica, superestimando o nível de B foliar.

Cabe lembrar que no ano de estudo, houve a ocorrência de uma condição ambiental atípica, ocasionando stress fisiológico na planta, o que pode ter contribuído para estes resultados de produtividade (OLIVEIRA et al., 2017).

CONCLUSÃO

1. A aplicação foliar de boro aumentou os níveis de B na planta.
2. As aplicações foliares nos estádios reprodutivos (R1+R3) apresentaram os melhores resultados de pegamento de vagens.
3. A aplicação de B não aumentou a produtividade.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Elaine de. «Riscos e controvérsias na construção social do conceito de alimento saudável: o caso da soja» (PDF). **Revista Saúde Pública**. 4 (45). pp. 781–788. Consultado em 15 de outubro de 2017.

AZEVEDO, R.A.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.R. Adsorção de boro em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.957-964, 2001.

BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas e seu papel na parede celular. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 24, n. 2, p. 47–66, 2004.

BOARETTO, A. E.; TIRITAN, C. S.; MURAOKA, T. Effects of foliar applications of boron on citrus fruit and on foliage and soil boron concentration. In: BELL, R. W.; RERKASEM, B. (eds.). **Boron in Soils and Plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. p. 121-123.

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. 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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100006>

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. Cap.7, p.307-323. Disponível em: <http://www.bs.cca.ufsc.br/publicacoes/regras%20analise%20sementes.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASMAX GENÉTICA. **Bmx Potencia RR**. Disponível em: <http://brasmaxgenetic.wpengine.com/cultivar-regiao-sul/?produto=1128> Acesso em: 28 de junho de 2018

CAKMAK, I. & RÖMHELD, V. **Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants**. In: DELL, B.; ROWN, P.H. & BELL, R.W., eds. *Boron in soil and plants: Review. Symposium*. Chiang Mai. Plant Soil, 193:71-83, 1998.

CAKMARK, I. **Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways**. *Plant soil*, 247:03-24, 2002.

CALONEGO, Juliano Carlos et al. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, [s.l.], v. 05, n. 1, p.20-26, 20 dez. 2010. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2010.v06.n2.a054>.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p.187-193, 2003.

COMMUNAR, G.; KEREN, R. Effect of transient irrigation on boron transport in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.71, p.306-313, 2007.

CONAB. **Décimo segundo levantamento relativa a safra 2016/2017**. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/09/conab-estima-safra-de-graos-20162017-em-2387-milhoes-de-toneladas.html>> Acesso em: 02 de julho de 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil**: 1996/97. Londrina, 1996. 164p (Embrapa-CNPSO. Documentos, 96).

EMBRAPA SOLOS (Brasil). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 286 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

EMBRAPA. **Soja em números (Safra 2017/2018)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 02 de julho de 2018.

FAGERIA, Nand Kumar. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 4, p.57-62, 1 out. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v4n1/v4n1a11>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. **Ecofisiologia da soja**. 48. ed. Londrina: Embrapa, 2007. 9 p.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2ª edição. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. p. 766.

FUNDAÇÃO-MT. **Boletim de pesquisa de soja 2005**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2005. 229 p. (Boletim Técnico,09).

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**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 929-937, 2001.

GALRÃO, Enéas Zaborowsky. Correção da deficiência de micronutrientes em solos de cerrado para culturas anuais. **Guia Técnico do Produtor Rural**, Planaltina, Df, v. 29, n. 4, p.1-2, 10 dez. 1999. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/download/2594/t>. Acesso em: 28 jun. 2018.

GODOY, Leandro José Grava de (Ed.). **Tópicos em nutrição e adubação na cultura da banana**. Unesp: Lar Analia Franco, 2011. 46 p. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/895209/1/AdubacaoBanana001.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

GOLDBERG, S.; CORWIN, D.L.; AHOUSE, P.J.; SUAREZ, D.L. Prediction of boron adsorption by field samples of diverse textures. **Soil Science Society of America Journal**, v.69, p.1379-1388, 2005.

HANSEL, F. D., OLIVEIRA, M. L. **Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil**. Informações Agronômicas. In: IPNI – International Plant Nutrition Institute. 153: 8p, 2016

HATCHER, J.T.; BOWER, C.A.; CLARCK, M. **Adsorption of boron by soils as influenced by hidroxy aluminum and surface area**. *Soil Science*, v.104, p.422-426, 1967

HEATHCOTE, R. G.; SMITHSON, S. P. Boron deficiency in cotton in Northern Nigeria. I. Factors influencing occurrence and methods of correction. **Expl. Agric.**,v. 10, n. 199-208, 1974.

KAPPES, Claudinei, GOLO, André Luis, Camillo de CARVALHO, Marco Antônio, Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria** [en linea] 2008, 9. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99516777004>>

KER, J. C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2015-2025, 2008

LIMA, S. F.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 462-467, 1999.

LIMA, D.M.; CUNHA, R.L. da; PINHO, E.V.R.V.; GUIMARÃES, R.J. Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade fisiológica de sementes. **Ciência Agro técnica**. Edição Especial, p. 1499-1505, dez., 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres. 5º Ed. 1989. 160p.

MALAVOLTA E, VITTI GC & OLIVEIRA AS (1997) **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafós. 308p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MANFREDINI, D. **Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agronômicas e concentração de nutrientes**. 2008. 103 p. Dissertação (mestrado): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MARIANO, E. D. et al. Níveis críticos de boro em solos de várzea para o cultivo do feijoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, p. 1637-1644, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000800017>

MASCARENHAS, H. A. A. et al. **Micronutrients in Soybeans in the State of São Paulo**. **Nucleus**, v. 11, n. 1, p. 131–149, 2014.

MUSSKOPF, Cleyton; BIER, Vanderlei Artur. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja. **Cultivando O Saber**, Cascavel, Pr, v. 3, n. 4, p.83-91, 18 dez. 2010.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, JRB.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. Ln: BONATO, E.R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. P.19-44

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-52.

OLIVEIRA, Adilson de et al. Abortamento de vagens e enchimento deficiente de grãos em soja na safra 2017 - 2018. **Embrapa Soja**, Distrito de Warta, v. 1, n. 1, p.1-2, 01 fev. 2017. Disponível em:<[https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+Abortamento+Final+\(1\).pdf/0f226f0d-202f-2e9b-a7fe-a97622263c66](https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+Abortamento+Final+(1).pdf/0f226f0d-202f-2e9b-a7fe-a97622263c66)>. Acesso em: 27 jun. 2018.

QUAGGIO, J. A.; PIZA JR., C. T. Frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFÓS**, 2001. p. 458-491

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

RERKASEM, B.; BELL, R. W.; LODKAEW, S.; LONERAGAN, J. F. 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. **Nutrição mineral e adubação de soja**. Piracicaba: Instituto da potassa, 1980. 80p. (Boletim Técnico, 6).

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. 500 p.

ROSOLEM, C. A. **Produtividade máxima da soja**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 237-244, 2007. (Boletim de Pesquisa de Soja).

ROSOLEM, C. A.; ZANCANARO, L.; BISCARO, T. Boro disponível e resposta da soja em latossolo vermelho-amarelo do Mato Grosso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, dez. 2008.

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. Belo Horizonte: **Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 1998. 221 p. SANTOS, F.C.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; FOLONI, J.M.; ALBUQUERQUE, F.M.R.;

SANTOS, F.C.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; FOLONI, J.M.; ALBUQUERQUE, F.M.R.; KER, J. C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2015-2025, 2008.

SAH, R.N.; BROWN, P.H. Techniques for boron determination and their application to the analysis of plant and soil samples. **Plant and Soil, Dordrecht**, v.193, n.1-2, p.15-33, 1997.

SALTALI, K.; BILGILI, A.V.; TARAKCIOGLU, C.; DURAK, A. Boron adsorption in soils with different characteristics. **Asian Journal of Chemistry**, v.17, p.2487-2494, 2005

SHELP, B.J. Physiology and biochemistry of boron in plant. In: GUPTA, U.C., ed. Boron and its role in crop production. **Boca Raton**, CRC Press, 1993. P.53-85.

SIGA MS (Mato Grosso do Sul). **Acompanhamento de safra 2016/2017 soja 1ª safra produtividade**. 205. ed. Campo Grande: Aprosoja, 2017. 15 p. Disponível em: <<http://famasul.com.br/public/area-produtor/12180-boletim-agricultura-abril-circular-205-2017.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, C.A. **Dez anos de sucessivas adubações com boro no algodoeiro**. Bragantia, v.54, p.177-185, 1995.

SIMS, J.R.; BINGHAM, F.T. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides and soil materials: II. Sesquioxides. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.32, p.364-369, 1968a.

SIMS, J.R.; BINGHAM, F.T. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides and soil materials: III. Iron and aluminum-coated layer silicates and soil materials. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.32, p.369-373, 1968b.

SOUZA, L.C.D.; SÁ, M.E.; CARVALHO, M.A.C.; SIMIDU, H.M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de biologia e ciências da terra**. V.8, n.2, 2008

TANAKA RT & MASCARENHAS HAA (1992) **Soja. Nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas, Fundação Cargill. 60p. (Série Técnica, 7)

TIRLONI, C.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CARDUCCI, C. E.; HEID, D. M. **Crescimento de *Corymbia citriodora* sob Aplicação de Boro nas Épocas Secas e Chuvosas no Mato Grosso do Sul, Brasil**. Silva Lusitana, Lisboa, v. 19, n. 2, p. 197- 206, 2011.

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 Ciencia do Solo**, v. 38, n. 1, p. 240–251, 2014.

VOLKWEISS SJ (1991) Fontes e métodos de aplicação. In: **Simpósio sobre micronutrientes na agricultura, Jaboticabal**. Anais, Potafós/CNPq. p.391-412.