

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICARDO NEVES TOBERA

EFICÁCIA DE APLICAÇÃO DE BORO E BIOESTIMULANTE VIA FOLIAR NA
CULTURA DA SOJA

CURITIBA

2019

RICARDO NEVES TOBERA

EFICÁCIA DE APLICAÇÃO DE BORO E BIOESTIMULANTE VIA FOLIAR NA
CULTURA DA SOJA

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Pós-graduação do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Antônio Carlos V. Motta

CURITIBA

2019

RESUMO

O boro (B) é um micronutriente de grande demanda na fase reprodutiva e que a falta do mesmo dada pela carência no solo ou baixa capacidade de redistribuição na planta da soja pode afetar a produtividade. Bioestimulantes vem sendo recomendados como fator de aumento da produtividade, em geral, junto como aplicação foliar de micronutrientes. Diante da importância do B em diversos processos da planta, o presente trabalho objetivou avaliar a eficácia de BOROMAX associado ao bioestimulante via foliar na cultura da soja. O experimento foi conduzido na fazenda em Matrinxã a aproximadamente 30 km do município de Lucas do Rio Verde/MT. Foram utilizadas duas épocas de cultivo para a cultura da soja. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 4 tratamentos com 5 repetições em duas épocas diferentes de semeadura, totalizando 40 parcelas. Os tratamentos consistiram de uma testemunha (T1), Boromax (T2), Biopower Gold (T3) e Boromax + Biopower Gold (T4). Foram avaliados caracteres de produtividade da soja e análise foliar das plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Scott Knott, a 10% de probabilidade. O Boromax associado ao Biopower Gold não apresentou diferença significativa na produtividade da cultura da soja. Não houve diferença entre os tratamentos Boromax e Boromax+ Biopower Gold. Os teores de B encontrados nas folhas de soja não diferiram entre os tratamentos. Na condição e em baixa dose aplicada de B não houve efeito sobre produtividade e teor foliar na planta de soja.

Palavras-chave: Boro. Bioestimulante. Adubação foliar. Boro na soja.

ABSTRACT

Boron (B) is a micronutrient of great demand in the reproductive phase and that the lack of it due to lack of soil or low redistribution capacity in the soybean plant can affect productivity. Biostimulants have been recommended as a productivity increase factor, in general, as a foliar application of micronutrients. Considering the importance of B in several plant processes, this study aimed to evaluate the efficacy of BOROMAX associated to the biostimulant via leaf application, in the soybean crop. The experiment was conducted during two soybean growing seasons, on a farm in Matrinxã county – approximately 30 km from Lucas do Rio Verde, in the state of Mato Grosso (MT), Brazil. Four treatments were studied using randomized block design with 5 replications at two different sowing times, totaling 40 plots. Treatments consisted of one control (T1), Boromax (T2), Biopower Gold (T3) and Boromax + Biopower Gold (T4). Characteristics of soybean yield and foliar plant analysis were evaluated. The data was submitted to statistical analysis by the Scott-Knott test, at 10% probability. The soybean crop yield did not show a significant difference when Boromax was associated with Biopower Gold. There was no difference between the Boromax and Boromax + Biopower Gold treatments. The levels of B found in soybean leaves did not differ statistically between the treatments. In the condition and in the low applied dose of B, there was no effect on yield and leaf content in the soybean plant.

Keywords: Boron. Biostimulant. Leaf fertilization. Boron in soybean.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE GRÃOS POR VAGEM (GRÃOS/VG), PRODUÇÃO POR PLANTA (PROD/PTA), MASSA DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE NA PRIMEIRA ÉPOCA DE CULTIVO 06/10/2016 E SEGUNDA ÉPOCA DE CULTIVO 23/10/2016.	25
TABELA 2 - GRÃOS POR VAGEM (GRÃOS/VAG), VAGENS POR PLANTA (VAG/PTA), PRODUÇÃO POR PLANTA (PROD/PTA), MASSA DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DO USO DE MAGNÉSIO E BIOESTIMULANTES FOLIARES. 1ª ÉPOCA (SEMEADURA 06/10/2016) E 2ª ÉPOCA (SEMEADURA 23/10/2016).....	26
TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ANÁLISE FOLIAR DOS NUTRIENTES N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn E Zn NA PRIMEIRA ÉPOCA DE CULTIVO.....	28
TABELA 4 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE FOLHAS DE SOJA PARA MACRO E MICRONUTRIENTES EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS FOLIARES APLICADOS.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
1.2.1 A cultura da soja.....	9
1.2.2 Micronutrientes.....	10
1.2.3 Boro.....	10
1.2.3.1 O B no solo	10
1.2.3.2 Mecanismo de contato x B	12
1.2.3.3 Aspecto geral sobre o metabolismo do B.....	13
1.2.3.4 Boro na fase reprodutiva das plantas e necessidade de aplicação na fase reprodutiva- geral	14
1.2.3.5 Importância do Boro na cultura da soja	15
1.2.3.6 Resposta da soja ao uso de B (solo e foliar).....	16
1.3.4 Uso de bioestimulantes	17
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 Objetivo geral	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 JUSTIFICATIVA.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.1 PRODUTIVIDADE DA SOJA NA 1ª E 2ª ÉPOCA.....	24
3.2 ANÁLISE FOLIAR (1ª ÉPOCA).....	28
4 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS.....	32

ANEXO 1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE TERRA ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	41
ANEXO 2 - PRECIPITAÇÃO MENSAL JUNHO DE 2016 A MAIO DE 2017.....	42
ANEXO 3 - BALANÇO HIDRICO MENSAL (06/2016 A 05/2017)	43

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é o maior exportador de soja mundial, sendo que o complexo soja, composto pela soja em grãos e seus derivados como óleo e farelo de soja, representaram 14,10% de toda a exportação brasileira em 2017, ou seja, US\$ 30,69 bilhões, ficando à frente de produtos importantes como minérios, petróleo e combustíveis (CONAB, 2018).

Para a safra 2017/18, o Brasil produziu 118,88 milhões de toneladas de soja em grãos, valor 4,21% maior que os 114,07 milhões de soja em grãos produzidos na safra 2016/2017 (CONAB, 2018). Este aumento foi provocado pelo incremento de área, estimado em 3,7%, passando de 33,90 milhões de hectares para 35,15 milhões de hectares. Mas o fator de maior impacto no aumento de produção foi a produtividade de 3.382 kg ha⁻¹ (safra 2017/2018) enquanto na safra 2016/2017 foi de 3.364 kg ha⁻¹, pois o ótimo clima nos principais estados produtores em todos os estádios da lavoura contribuiu para que a produção chegasse a este valor.

O boro é um elemento essencial para o desenvolvimento normal das culturas anuais, participando de várias reações biológicas e sua deficiência é relatada em vários tipos de solo, em diversas culturas anuais no Brasil, provocar grandes perdas de produtividade (BATAGLIA; RAIJ, 1990). A carência de B é muito comum principalmente em solos tropicais, mais arenosos e pobres em matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 1996), como os solos da região de Mato Grosso.

O B atua no metabolismo da planta participando da germinação dos grãos de pólen, para o crescimento do tubo polínico, e para a formação das sementes e das paredes celulares. O Boro aumenta o pegamento de flores e a granação (MALAVOLTA, 2006). O B forma complexos do tipo açúcar/borato, que estão relacionados com a translocação de açúcares, sendo também importantes para a formação das proteínas (GIROLDO, 2000).

A exigência nutricional das plantas cultivadas torna-se, em geral, mais intensa com o início da fase reprodutiva, pois as lavouras encontram-se em pleno desenvolvimento vegetativo, somado à forte demanda por nutrientes para a formação das estruturas reprodutivas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Marschner (1995) aponta que as quantidades de B requeridas para a formação das sementes geralmente são maiores do que as necessárias para o crescimento vegetativo. Assim, mesmo em situações nas quais a cultura se encontra em solo com boas reservas de B, podem ser obtidos aumentos de produtividade com a adubação foliar (ROSOLEM, 1980).

Diante da importância do B em diversos processos metabólicos da planta, o presente trabalho objetivou avaliar a eficácia do produto comercial BOROMAX associado ao bioestimulante via foliar na cultura da soja.

1.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.2.1 A cultura da soja

A soja cultivada (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, incluída na classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Fabaceae subfamília das Papilionoideae, gênero *Glycine* L., apresenta grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo como no reprodutivo sendo também influenciada pelo meio ambiente (THOMAS; COSTA, 2010).

Originária do extremo Oriente, vem sendo cultivada nesta região aproximadamente a 1500 a.C. No Brasil, a soja foi introduzida na Bahia no ano de 1882, em São Paulo começou a ser cultivada em 1908 por imigrantes japoneses e no ano de 1914 foi introduzida no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2010).

Uma das culturas mais cultivadas no mundo, estando presente em quase todo o território brasileiro (REZENDE et al., 2009). Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Recentemente vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

O cultivo da soja está entre as atividades econômicas que apresentaram crescimentos mais expressivos no agronegócio mundial nas últimas décadas, sendo superadas apenas pelo milho, trigo e arroz. Entretanto, a atividade tem apresentado maior expansão na produção (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

Na safra 2017/18, o Brasil produziu 118,88 milhões de toneladas de soja em grãos, valor 4,21% maior que os 114,07 milhões de soja em grãos produzidos na safra

2016/2017. Os principais estados produtores da safra 2017/18 foram: Mato Grosso-MT com 27,2% da produção (32,30 milhões de toneladas), Paraná-PR com 16,1% da produção (19,17 milhões de toneladas), Rio Grande do Sul-RS com 14,4% (17,15 milhões de toneladas), e Goiás – GO, com 9,9% (11,78 milhões de toneladas) (CONAB, 2018).

1.2.2 Micronutrientes

Alguns elementos são essenciais para as plantas, porém exigidos em menores quantidades, esses nutrientes são denominados micronutrientes, sendo eles: Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl e Ni, cuja concentração é expressa em mg kg^{-1} (BISSANI et al., 2008).

Em sua maioria os micronutrientes são requisitados como cofatores enzimáticos, participando de algum grupo prostético, coenzima ou mesmo ativadores metálicos, ou fazendo parte da estrutura celular, compondo parte da molécula de um ou mais compostos orgânicos (FAQUIN, 2005).

A aplicação de micronutrientes nos solos de Cerrado constitui uma prática indispensável para obtenção de altos rendimentos de diversas culturas. As principais razões para adotá-la são: carência desses nutrientes na maioria dos solos, cultivo de variedades com alto potencial de rendimento, uso crescente de fertilizantes de alta concentração que contém menores quantidades de micronutrientes (GALRÃO, 2004).

No Centro Norte do Mato Grosso essa adubação com micronutrientes já é uma prática comumente utilizada, entretanto, os métodos aplicados, em muitos casos, não seguem variáveis determinadas de acordo com os resultados das análises de solo e folha, podendo não estar maximizando as respostas à aplicação de fertilizantes (FUNDAÇÃO RIO VERDE, 2004).

1.2.3 Boro

1.2.3.1 O B no solo

O boro do solo está contido no mineral turmalina (3 a 4% de B), que chega a corresponder cerca de 95% do conteúdo total do elemento, porém não é uma fonte

prontamente disponível do nutriente para as plantas, por ser muito resistente ao intemperismo. Com isso, a maior parte do boro presente no solo provém da mineralização da matéria orgânica, e conseqüentemente a concentração do nutriente é maior na camada superficial do solo (MALAVOLTA, 1980). Segundo Balloni (1979) a turmalina pertence aos borossilicatos e que nas regiões áridas é o bórax que tem o boro em sua constituição. Pequenas quantidades do micronutriente podem aparecer ainda nas dolomitas e nos calcários.

O boro aparece no solo em duas formas, orgânica e inorgânica, onde a inorgânica tem origem da intemperização dos minerais que contêm B, que são transformados em orgânico por microrganismos. Com a ciclagem de nutrientes, voltam ao solo e em seu último estágio de mineralização atinge a forma de ácido bórico, usada pela planta (CATANI et al., 1970).

Os teores de B variam acentuadamente, em função dos tipos de minerais presentes no solo, e dos teores de matéria orgânica (FERREIRA; CRUZ, 1991). De acordo com Malavolta (1980) a quantidade disponível de B no solo está entre 0,06 a 0,50 mg kg⁻¹ e a quantidade total entre 30 a 60 mg kg⁻¹. Já os autores Mengel e Kirkby (2001), falam de um teor de B total no solo entre 20 a 200 mg kg⁻¹, dos quais de 0,4 a 5 mg kg⁻¹ de B considerados como disponíveis.

Os solos brasileiros apresentam teores de B geralmente baixos, principalmente em solos arenosos e pobres de matéria orgânica (MALAVOLTA, 1985). O Estado de Mato Grosso é composto por Latossolos Vermelhos sendo solos em avançado estágio de intemperismo (EMBRAPA, 2005), devido a isso apresentam baixa fertilidade natural (FERREIRA et al., 1999). A falta de B tem levado ao aparecimento de sintomas de deficiência em diversas culturas (SILVA; FERREIRA, 1998).

A matéria orgânica (MO) é considerada a principal fonte de B em solos tropicais, uma vez que o B assimilado pela planta é quase totalmente originado de sua mineralização (GUPTA, 1993). Embora a mineralização da MO contribua como fonte natural de B para as plantas, regiões que apresentam déficit hídrico, como o Cerrado, proporcionam também redução desta mineralização, em virtude da limitada atividade dos microrganismos no período outono/inverno (RODRIGUES et al., 2010).

O boro é um não metal, caracterizado por seu comportamento aniônico. Na solução do solo, o ácido bórico (H₃BO₃) é a forma dominante. Esse ácido é muito fraco

e apenas acima de pH 7,0 pode ocorrer sua dissociação e o aparecimento da forma $H_4BO_4^-$ (ROSOLEM, 2015).

A matéria orgânica é uma importante fonte de B para as plantas. Em períodos quentes e secos, quando a decomposição da matéria orgânica diminui na superfície do solo, podem ocorrer deficiências deste nutriente. Em períodos frios, a decomposição da matéria orgânica também diminui, reduzindo a taxa de mineralização de B, que por sua vez afeta muitas das culturas de inverno. O B é um elemento móvel no solo portanto está sujeito à lixiviação (LOPES et al., 1999).

A absorção de boro pelas plantas depende somente da sua atividade (concentração) na solução do solo. Esta, por sua vez, depende das reações de adsorção entre o boro e seus adsorventes existentes no solo, tais como os óxidos de ferro e alumínio, os minerais de argila, a matéria orgânica, o hidróxido de magnésio e o carbonato de cálcio. A adsorção aumenta com o aumento do pH, da temperatura, do teor de materiais adsorventes e com a diminuição da umidade do solo (GOLDBERG, 1997).

Parte do boro disponível fica retida pela matéria orgânica, não obstante, é o mais móvel dos micronutrientes (exceto cloro), podendo ser lixiviado dos solos, principalmente daqueles de textura leve, conseqüentemente não se acumulando de forma expressiva (RAIJ VAN, 2014).

O efeito residual do adubo boratado no solo depende do tipo do solo e da forma de boro aplicada. O maior efeito residual é observado em solos com altos teores de silte e argila quando comparado com solos arenosos. Fontes de boro de baixa solubilidade também proporcionam maior efeito residual (BOLOGNA, 2003).

1.2.3.2 Mecanismo de contato x B

Os períodos de seca restringem o crescimento das raízes, fazendo com que a planta explore um volume muito menor de solo para a obtenção dos nutrientes, inclusive o B (LOPES et al., 1999). O B movimenta-se no solo através dos processos de difusão e fluxo de massa e a falta de água no solo dificulta o processo de movimentação do elemento até a superfície radicular. O fluxo de massa é o mecanismo predominante de contato íon-raiz, chegando a suprir quase 100 % das necessidades das plantas (MATTIELLO et al., 2009).

De acordo com Dantas (1991) outras hipóteses são levantadas para explicar o fato da diminuição no teor de água do solo afetar a disponibilidade de boro no solo, tais como diminuição na taxa de mineralização da matéria orgânica, diminuição no teor de B prontamente disponível às plantas, menor absorção de B pela planta devido ao tamanho das raízes.

O crescimento radicular pode ser paralisado após 48 horas de omissão de B (AMBERGER, 1988). Além disso, a deficiência de B promove rápido endurecimento da parede celular, pois o mesmo formando complexos com carboidratos controla a disposição de micelas de celulose, o que não permite o aumento normal no volume da célula (MALAVOLTA, 1980). O alongamento da planta é também prejudicado pelo fato que o B tem efeito direto na formação de vasos xilemáticos (crescimento e diferenciação). Concentrações de B acima do normal protegem o crescimento radicular em situações em que altos teores de Alnormalmente seriam inibidores (LENOBLE et al., 2000). A restrição no crescimento do sistema radicular é um dos sintomas mais evidentes da deficiência de B, porém as funções bioquímicas do B no processo de crescimento das raízes ainda não estão bem definidas.

Entre os fatores ambientais não edáficos, a taxa de transpiração é a que mais influencia a absorção de B. O aumento da transpiração promove o aumento na absorção de B, que é influenciada pela umidade relativa, temperatura, vento e intensidade luminosa. Quando o B está em deficiência, inicialmente, ocorre redução dos tecidos meristemáticos (extremidades da raiz e ramos) que, em seguida, tornam-se desorganizados e morrem (HU; BROWN, 1997).

1.2.3.3 Aspecto geral sobre o metabolismo do B

O boro (B) está relacionado a muitos processos fisiológicos da planta que são afetados pela sua deficiência, como transporte de açúcares, síntese da parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato e integridade da membrana plasmática. Entre as diversas funções, duas estão muito bem definidas: síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática (CAKMAK; RÖMHELD, 1997). É um elemento necessário para o

desenvolvimento normal das culturas anuais, participando de várias reações biológicas (SAH; BROWN, 1997).

Outra função do Boro está relacionada ao metabolismo ou incorporação do Ca na parede celular, ou seja, este elemento atua na biossíntese da parede celular auxiliando o Ca na deposição e formação de pectatos envolvidos na construção destas estruturas (YAMAUCHI et al., 1986).

A deficiência de B nas plantas se apresenta pelo aparecimento de folhas pequenas com ou sem clorose, deformadas, mais grossas e quebradiças, com nervuras suberificadas (cortiça) e salientes, as vezes com tom de vermelho ou roxo. As raízes podem apresentar-se escuras, com as pontas engrossadas que podem se tornar necróticas e ramificadas (MALAVOLTA et al., 1997).

O B é um elemento muito pouco móvel na planta, sendo transportado praticamente só via xilema, sendo quase imóvel quando no floema (MALAVOLTA et al., 1997). Apresenta mobilidade condicional no floema em algumas espécies que sintetizam quantidades significativas de polióis (açúcares simples) como metabólito fotossintético, a exemplo, o sorbitol, manitol e dulcitol. Nesse sentido, a formação de complexos poliól-B-poliol nos tecidos fotossintéticos, facilitam o transporte de B no floema até os drenos ativos, como meristemas vegetativos e reprodutivos (HU; BROWN, 1997). Uma maior concentração de B em folhas maduras poderia ser indicativo de redistribuição restrita de B, logo, maior concentração do elemento em folhas jovens sugere a redistribuição do nutriente (MATTIELO et al., 2009).

1.2.3.4 Boro na fase reprodutiva das plantas e necessidade de aplicação na fase reprodutiva geral

O B é importante na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, sendo que sua deficiência leva a um baixo pegamento das flores e uma má formação dos grãos (FURLANI et al., 2001; LIMA et al., 2003).

O florescimento pode ser afetado de maneira que não aconteça, e caso haja frutificação estes serão deformados apresentando lesões externas e internas, aspecto de cortiça na casca e deformação devido à má polinização (MALAVOLTA et al., 1997).

Faquin (1994) relata que a exigência de B é normalmente maior para a produção de sementes e grãos, do que para o crescimento vegetativo das plantas,

devido a sua participação no processo de fertilização. O B propicia menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos (MALAVOLTA, 2006), desempenha função no crescimento do tubo polínico e na germinação do grão de pólen (MARSCHNER, 1995). A exigência nutricional das plantas cultivadas torna-se, em geral, mais intensa com o início da fase reprodutiva, pois as lavouras encontram-se em pleno desenvolvimento vegetativo, somado à forte demanda por nutrientes para a formação das estruturas reprodutivas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As quantidades relativamente baixas de B exigidas pela cultura em geral podem ser satisfeitas por meio da adubação foliar. Porém, a baixa mobilidade do B nos tecidos vegetais pode constituir um entrave à nutrição da planta, fazendo que sejam necessárias várias aplicações.

O boro é muito afetado pelo pH, pela textura do solo e pelo teor de cálcio, quando os valores de cálcio se tornam mais elevados, o elemento se torna menos disponível. No entanto todos esses aspectos são necessários observar para que se tenha a eficiência na adubação (BERNARDO, 2011).

1.2.3.5 Importância do Boro na cultura da soja

A deficiência de boro aparece inicialmente causando um anormal e lento desenvolvimento dos pontos de crescimento apical. Frequentemente os folíolos das folhas novas são deformados, enrugados, apresentando-se aspectos grossos e com cor verde azulado escuro, podendo-se manifestar a presença de clorose entre as nervuras do dorso do folíolo. Além disso, as folhas e os caules tornam-se frágeis, indicando distúrbio na transpiração, as folhas do topo ficam de cor amarela ou avermelhada, com o progresso da deficiência, a alongação dos entrenós fica lenta, ocorrendo a morte dos pontos de crescimento terminal, prejudicando a formação de flores, que fica restrita ou inibida (BORKET et al., 1994).

Em trabalho realizado por Furlani et al. (2001), a soja em solução nutritiva apresentou deficiência de boro, manifestando sintomas visuais severos que se caracterizam por encurtamento dos internódios, formação de rosetas apical, folhas novas de tamanho reduzidas, encurvadas, deformadas e espessas; raízes pretas e grossas.

Mascarenhas et al. (1988), em condições de campo na cultura da soja, observou que a deficiência de B, causou encurtamento de internódios e as plantas ficaram anãs, com caule bastante grosso, prejudicando a colheita mecânica. Na fase floral, formaram-se poucas flores com baixo índice de pegamento, o que contribuiu para a baixa produtividade.

A toxicidade por Boro se manifesta por clorose marginal e internerval do cotilédone e/ou da folha verdadeira, que evolui ou não para necrose do tecido, permanecendo as nervuras com coloração verde normal, a parte necrosada com coloração amarelada intensa, sendo que as folhas secas apresentaram -se muito quebradiças ao tato, vindo a cair rapidamente (SILVA et al., 1979). De acordo com Silva (1999), o sintoma mais comum de toxidez corresponde a um crescimento das bordas das primeiras folhas e atraso no desenvolvimento inicial das plantas.

A soja é uma das culturas anuais mais exigentes em B, a deficiência é constatada quando o teor foliar é inferior a 25 a 30 mg kg⁻¹, e a toxidez aparece para teor acima de 83 mg kg⁻¹, dependendo da cultivar e das condições do ambiente (FURLANI et al., 2001).

De acordo com trabalho realizado por Furlani et al. (2001), avaliando a exigência de B em cultivares de soja obteve o teor médio de B na planta inteira para cada cultivar, sendo de 57, 40, 53 e 61 mg kg⁻¹ de B, respectivamente, para as cultivares IAC-1, IAC-8, IAC-15 e IAC-17.

Rosolem et al. (1988) indica que para se produzir 1 tonelada de grãos, a soja absorve aproximadamente 150 g de B, onde deste total, aproximadamente 20% encontram-se nas raízes, 44% na parte aérea e 36% nos grãos. Portanto, a exportação desse micronutriente é relativamente alta.

1.2.3.6 Resposta da soja ao uso de B (solo e foliar)

Calonego et al. (2010) conduziram um trabalho com o objetivo de avaliar a resposta da soja à adubação de B foliar, em diferentes épocas e doses de aplicação em Borrazópolis (PR) na safra 2008/2009. Os tratamentos utilizados foram: 0.5, 1 e 2 kg ha⁻¹ de B em V4; 0.5, 1 e 2 kg ha⁻¹ de B em R2. Foi observado que a adubação boratada não interferiu na produtividade de grãos de soja. Porém, a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de B no estágio V4 de desenvolvimento da soja reduziu o teor de N foliar em

relação ao tratamento testemunha. Além disso, a dose de 1 kg ha⁻¹ de B via foliar no estágio R2 de desenvolvimento da soja proporcionou menor teor de K nos grãos em relação à dose de 2 kg ha⁻¹ fornecidos no estágio V4.

Em avaliação da pulverização de boro e cálcio foliar na soja, utilizando dose de 3,0 L ha⁻¹ (10% Ca e 0,5 % B) em quatro estádios R1, R2, R3 e R4, Seidel e Basso (2012) não obtiveram diferença na produtividade da soja em nenhum estágio de aplicação, provavelmente devido ao teor adequado dos mesmos no solo e boa disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura.

Silva Junior (2016) em trabalho conduzido na casa de vegetação, utilizando cinco doses de boro: 0, 1, 2, 3 e 4 mg boro dm⁻³ de solo, aplicado como octaborato dissódio tetra-hidratado (23,6% de boro), verificou que a adubação boratada aumentou o teor de fósforo e boro, o crescimento e a massa de grãos em plantas de soja, sendo que a aplicação de B até 2 mg dm⁻³ aumentou o peso dos grãos.

De acordo com Fageria (2000), em tratamento com cinco espécies cultivadas: arroz, feijão, milho, soja e trigo em adubação via solo de B, observou que a acumulação de B foi altamente significativa e quadrática em todas as culturas; tendo acumulação máxima o feijão, seguido pelo milho e soja, e a mínima correspondeu ao trigo, seguido pela cultura de arroz. Esta diferença na acumulação está relacionada com a produção de matéria seca da parte aérea e, também, com a diferente capacidade de cada espécie na absorção e acumulação.

Em trabalho realizado por Kappes et al. (2008), no município de Santa Carmem (MT) avaliando diferentes doses de boro foliar em 3 épocas de aplicação na cultura da soja, obteve-se em relação a número de vagens por planta que a melhor época de aplicação foi no estágio V5. Confirmando a participação do B no melhor vingamento das floradas (MALAVOLTA et al., 2002).

Os estudos com aplicação de B foliar apresentam-se variável, indicando a complexidade do tema.

1.3.4 Uso de bioestimulantes

Para o manejo nutricional das culturas vêm sendo utilizado nos últimos tempos a aplicação de bioestimulantes isolados ou em conjunto com nutrientes para o aumento da produtividade. Os hormônios contidos nos bioestimulantes são

moléculas sinalizadoras, naturalmente presentes nas plantas em concentrações basicamente pequenas, sendo responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (ONO; RODRIGUES; SANTOS, 1999). Eles agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celulares (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Foi observado em experimentos que após a utilização de bioestimulantes na cultura da soja em aplicação via sementes e via foliar, obteve um incremento de até 37% no rendimento, quando comparado com a testemunha, e também houve um acréscimo no número de vagens por planta (BERTOLIN et al., 2010). Em trabalhos com feijão e milho foram observados que o uso de bioestimulantes melhorou as características morfológicas das culturas e favoreceu a maior produtividade (DOURADO NETO et al., 2004).

Revisão sobre efeito de substâncias húmicas no crescimento das plantas, Chen e Aviad (1990) indicam efeito na germinação e crescimento das plântulas, crescimento de raízes e parte aérea. Os autores ainda indicam a importância da dose aplicada e havendo incertezas na resposta e economicidade quando ocorre.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de BOROMAX associado ao bioestimulante (Biopower Gold: extratos de algas e hidróxido de potássio) via foliar na cultura da soja sob os componentes de produção, produtividade e teores foliares da cultura em duas épocas de cultivo.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar se o bioestimulante juntamente com o B é mais eficiente que a adubação somente de B

- b) Avaliar se o bioestimulante aplicado sozinho melhora alguns parâmetros da planta
- c) Verificar por meio de análise foliar se a adubação com B aumenta a concentração desse nutriente na folha

1.4 JUSTIFICATIVA

Mato Grosso é o estado brasileiro de maior importância a nível nacional, e também a nível mundial no que se diz respeito a produção de soja. Tão grande a importância dessa cultura na economia e na alimentação da população, que tem se buscado cada vez mais novas tecnologias para alcançar elevados patamares de produção, atendendo a demanda mundial por esse alimento.

Uma das novas práticas que vem sendo utilizada é a adubação foliar, algo que não era muito comum no passado. As adubações foliares de micronutrientes vem demonstrando que quando utilizadas de forma estratégica os resultados são satisfatórios, já que em determinados estágios fenológicos da cultura, tem-se a necessidade do nutriente, porém suas raízes já não apresentam a mesma eficiência na absorção de nutrientes. Dessa forma a nutrição mineral da planta via foliar é fundamental, até mesmo pelo baixo custo energético que a planta terá para absorver esses nutrientes, podendo assim conseguir responder a esses incrementos de forma positiva, com alta produtividade.

O Boro é um micronutriente muito importante para a cultura da soja. Sendo um elemento muito pouco móvel na planta, sendo transportado praticamente só via xilema, sendo quase imóvel quando no floema. Essa redistribuição insuficiente tem como consequências o aparecimento de sintomas de deficiência primeiramente nos órgãos mais jovens e em regiões de crescimento (MALAVOLTA et al., 1997).

Os solos arenosos e pobres em matéria orgânica apresentam carência em Boro (OLIVEIRA et al., 1996). No que diz respeito ao manejo da adubação boratada, as quantidades relativamente baixas de B exigidas pela cultura em geral podem ser satisfeitas por meio da adubação foliar. Porém, a baixa mobilidade do B nos tecidos vegetais pode constituir um entrave à nutrição da planta, fazendo que sejam necessárias várias aplicações. Por outro lado, ao contrário da adubação com micronutrientes via solo, a adubação foliar possibilita aplicações mais uniformes por

unidade de área e respostas relativamente mais rápidas, quando as lavouras estão em fases avançadas do seu desenvolvimento, sendo possível corrigir eventuais deficiências no curto prazo (VOLKWEISS, 1991).

Diante da importância do B em diversos processos da planta, se faz necessário estudos para avaliar a adubação com Boro visando disponibilizar o nutriente próximo a época que ele vai ser exigido na cultura, como por exemplo no florescimento, não existem muitos trabalhos relatados na literatura com aplicação de Boro foliar na cultura da soja, portanto o presente trabalho visa avaliar adubação com Boro e seu efeito na produtividade da planta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda em Matrinxã a aproximadamente 30 km do município de Lucas do Rio Verde – Mato Grosso, latitude -13.220861 e longitude -56.415400.

Foram utilizadas duas datas de semeadura e cultivares para a cultura da soja sendo eles dia 06/10/2016 e 23/10/2016. Primeiramente para instalação dos experimentos foram realizadas análises de solo da área (ANEXO 1) para proceder a adubações de acordo com as exigências nutricionais da cultura.

Na 1ª época de cultivo foi utilizado a cultivar de soja Monsoy 8372 IPRO com semeadura em 6/10/2016, e na 2ª época a cultivar Pionner Y30 com semeadura em 23/10/2016, ambas cultivares consideradas precoces. A adubação de base em ambos os experimentos foi de 490 kg/ha do formulado 05-25-25. As sementes foram tratadas com inoculante líquido para fixação biológica de N e os elementos Co e Mo.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 4 tratamentos com 5 repetições em duas datas diferentes de semeadura, totalizando 40 parcelas. O espaçamento de semeadura foi de 0,5 m entre linhas e as parcelas apresentavam 6 linhas de 10 m cada. A área útil de cada parcela foi considerada 4 linhas centrais de 4 m cada obtendo-se assim 16 m linear destinadas a colheita e avaliações. A colheita foi realizada nos dias 26/01/2017 e 10/02/2017 respectivamente 1ª época e 2ª época, sendo colheita manual com auxílio de uma trilhadeira.

Os tratamentos consistiram de uma testemunha (T1), Boromax (T2), Biopower Gold (T3) e Boromax + Biopower Gold (T4). Conforme descrito no QUADRO 1 pode-se observar os tratamentos utilizados e os estágios de desenvolvimento da planta em que foram feitas as aplicações dos produtos conforme a descrição do fabricante e as doses utilizada.

QUADRO 1 - TRATAMENTOS, DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS PRODUTOS NA SOJA.

TRAT	Estágio da planta		Nutrientes aplicados (g/ha)
	V6 a V8	R1	
1	-	-	-
2	500 ml/ha de BOROMAX	-	N:6,2 g; B: 52,7 g
3	-	500 ml/ha de BIOPOWER GOLD	K:25 g; COT:36 g
4	500 ml/ha de BOROMAX	500 ml/ha de BIOPOWER GOLD	N:6,2 g; B:52,7 g + K:25 g; COT:36 g

FONTE: O Autor (2019).

As aplicações foliares foram feitas por um equipamento pressurizado a base de CO₂, em sua extremidade contém uma barra onde estão localizados 6 bicos espaçados entre si a 0,5 m, o volume de calda utilizado foi de 150 L/ha.

A aplicação dos insumos agrícolas (herbicidas, fungicidas e inseticidas) seguiram a rotina de manejo para a cultura utilizada na fazenda. As adubações foliares padrão fazenda foram as seguintes em todo o experimento (1^a e 2^a época): 1,5 L/ha de Complex e 1,5 L/ha de Active (Produtos Microxisto).

Para a 1^a época de cultivo, quando as plantas estavam no estágio de R5/R6, após finalizar a aplicação dos tratamentos, foram colhidas 10 folhas por parcela dos terceiros trifólios para análise foliar de nutrientes, as mesmas foram levadas a um laboratório certificado da região de Sorriso/MT (Laboratório Solos e Plantas) e submetidas a análise de acordo com a metodologia recomendada pelo MAPA. Na análise foliar foram determinados os seguintes nutrientes de N (Método Kjeldahl), P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn (Extrator nitroperclórico) e B (Incineração na mufla).

No ponto de maturidade fisiológica (PMF) em 26/01/17 e 10/02/2017 quando as plantas estavam com 112 dias (1^a época) e 110 dias (2^a época) respectivamente, as plantas da área útil foram colhidas e trilhadas para a obtenção da produtividade da parcela. Nessa mesma área foram coletas 10 plantas de forma aleatória para as análises em laboratório, avaliando-se: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produção por planta. A massa de grãos destas 10 plantas foi somada a massa das parcelas para produtividade total.

Durante o período do experimento foram acompanhadas as precipitações e o balanço hídrico da região (Anexo 2 e 3).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico MStat-C (1991). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 10% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRODUTIVIDADE DA SOJA NA 1ª E 2ª ÉPOCA

O resumo da análise de variância para todos os caracteres avaliados na primeira época de cultivo está apresentado na TABELA 1. Conforme a análise pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros medidos (grãos/vagem; vagem/planta; produção/planta; massa de 100 grãos e produtividade). Já para segunda época de plantio houve diferença significativa apenas sobre a massa de 100 grãos.

Em trabalho conduzido por Giroldo (2000) observou resultados semelhantes onde também não houve diferença significativa na produtividade da soja em experimento com doses de B. O autor relata que mesmo o teor de B inicial baixo no solo, já foi o suficiente para um bom desenvolvimento da cultura. No presente experimento na análise de solo o B estava em $0,17 \text{ mg dm}^{-3}$, o que pode ser considerado baixa disponibilidade, de acordo com Embrapa (2011) o nível de B considerado crítico é abaixo de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Fageria et al. (1997) trabalhando com níveis adequados e tóxicos de boro em solos de cerrado, mostrou que o teor adequado de boro no solo para a soja é de $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$.

Seidel e Basso (2012) avaliando a aplicação de B foliar na cultura da soja em quatro épocas de aplicação, também não verificaram valores significativos para os componentes de rendimento e produtividade da soja em nenhum estágio de aplicação, os autores citam que havia uma boa disponibilidade hídrica na região durante o desenvolvimento da cultura, favorecendo a absorção de B. Outro fator que os autores citam que pode ter contribuído para que a adubação foliar não fosse significativa é que o B possui pouca mobilidade no floema, ou seja, o elemento não possui características de se deslocar de partes velhas da planta para regiões de crescimentos, partes novas e consequentemente de maior demanda.

De acordo com a análise de variância para a primeira e segunda época de cultivo os coeficientes de variação (CV%) experimental obtidos foram de 2,04 a 18,53% e 1,54 a 15,33%, demonstrando uma boa precisão na condução do experimento, respectivamente (TABELA 1).

TABELA 1 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE GRÃOS POR VAGEM (GRÃOS/VG), PRODUÇÃO POR PLANTA (PROD/PTA), MASSA DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE NA PRIMEIRA ÉPOCA DE CULTIVO 06/10/2016 E SEGUNDA ÉPOCA DE CULTIVO 23/10/2016.

	FV	GL	Quadrado Médio (QM)				
			GRÃOS/VG	VAG/PTA	PROD/PTA	MASSA 100 GRÃOS	PRODUTIVIDADE
1ª ÉPOCA (06/10)	Trat	3	0,002 ^{n.s}	66,113 ^{n.s}	10,314 ^{n.s}	0,055 ^{n.s}	47,418 ^{n.s}
	Erro	12	0,002	69,676	8,754	0,253	32,308
	CV (%)		2,04	17,78	18,53	3,55	9,89
2ª ÉPOCA (23/10)	Trat	3	0,001 ^{n.s}	14,059 ^{n.s}	2,967 ^{n.s}	0,356*	14,776 ^{n.s}
	Erro	12	0,001	31,951	3,328	0,093	13,229
	CV (%)		1,54	15,29	15,33	2,05	6,24

*Significativo pelo teste F, a 10% de probabilidade; ^{n.s} Não significativo.

De um modo geral a produtividade média para as duas épocas variou entre 3348,6 kg ha⁻¹ (T4) a 3624,6 kg ha⁻¹ (T3), e a produtividade média geral foi de 3480 kg ha⁻¹, com tratamentos chegando a 3674,4 kg ha⁻¹ (T3 na 1ª época). Esses dados mostram que a área apresentou uma produtividade média maior que a média geral do estado do Mato Grosso na safra 2016/2017 que foi de 3303,6 Kg ha⁻¹ (IMEA, 2017).

A produtividade média das duas épocas (TABELA 2), tem destaque para o tratamento 3 (500 ml/ha de Biopower Gold em R1), sendo que para as demais variáveis não houve diferença pelo teste de Scott Knott ao nível de 10% de probabilidade.

Para a variável massa de 100 grãos na 2ª época de cultivo pelo teste de Scott-Knot na TABELA 2 estão as médias, sendo o tratamento 4 (500 ml/ha de BOROMAX em V6 e 500 ml/ha de BIOPOWER GOLD em R1) o com melhores resultados 15,23 g. De acordo com Malavolta et al. (2002), o B atua na translocação de açúcares para os órgãos propagativos, embora no T4 na 2ª época ser melhor, para a 1ª época não houve diferença significativa, resultados semelhantes aos obtidos por Kappes et al. (2008) onde não obteve diferença nos resultados, os resultados deles variaram de 15,3 a 15,9 g (massa de 100 grãos), valores próximos ao do presente estudo que foram de 13,99 a 15,23 g. Pandey e Torrie (1973) justificam esses dados relatando que essa é uma característica determinada geneticamente.

Trabalhos realizados por Santos (2016) e Kappes et al. (2008) também obtiveram diferenças na massa de grãos esse fato pode ser atribuído de acordo com Malavolta et al. (2002), ao boro atuar na translocação de açúcares para órgãos

propagativos, que estão relacionados a fixação de vagens e enchimento de grãos. Mas os resultados significativos na massa dos 100 grãos não resultaram em eficiência produtiva mesmos resultados obtidos por esses autores.

TABELA 2 - GRÃOS POR VAGEM (GRÃOS/VAG), VAGENS POR PLANTA (VAG/PTA), PRODUÇÃO POR PLANTA (PROD/PTA), MASSA DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DO USO DE MAGNÉSIO E BIOESTIMULANTES FOLIARES. 1ª ÉPOCA (SEMEADURA 06/10/2016) E 2ª ÉPOCA (SEMEADURA 23/10/2016).

TRAT	GRÃOS/VAG	VAG/PTA	PROD/PTA	MASSA/100G	PROD
			gramas (gr)		kg ha ⁻¹
1ª ÉPOCA DE CULTIVO					
1	2,48 a ^{1/}	44,08 a	14,58 a	14,17 a	3518,4 a
2	2,45 a	50,62 a	17,36 a	13,99 a	3339,6 a
3	2,45 a	49,52 a	17,05 a	14,17 a	3674,4 a
4	2,43 a	43,58 a	14,89 a	14,23 a	3262,8 a
2ª ÉPOCA DE CULTIVO					
1	2,24 a	35,42 a	11,39 a	14,67 b	3598,8 a
2	2,21 a	36,36 a	11,58 a	14,73 b	3388,2 a
3	2,24 a	36,76 a	11,59 a	14,72 b	3574,8 a
4	2,22 a	39,34 a	13,05 a	15,23 a	3435,0 a
MÉDIA DAS DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO					
1	2,36 a	39,75 a	12,98 a	14,42 a	3558,6 a
2	2,33 a	43,49 a	14,47 a	14,36 a	3364,2 b
3	2,34 a	43,14 a	14,32 a	14,45 a	3624,6 a
4	2,32 a	41,46 a	13,97 a	14,73 a	3348,6 b

^{1/} Médias seguidas da mesma letra pelo teste de Scott-Knot pertencem ao mesmo grupo.

Na 1ª época o destaque para o T3 (500 ml/ha de Biopower Gold em R1) é decorrente do maior número de vagens por planta, com 49 vag/pta contra o controle com apenas 44 vag/pta, já que os demais componentes de produção pouco variaram.

Para a 2ª época não houve efeito dos tratamentos para as variáveis estudadas e certa homogeneidade entre os parâmetros, apenas com a massa de 100 grãos sendo superior para o tratamento 4 (500 ml/ha de BOROMAX + 500 ml/ha de BIOPOWER GOLD), mas não alterando a produtividade.

Em relação ao posicionamento da aplicação de Biopower Gold foram aplicados no estádio R1 da soja. Podemos observar que houve incremento da produtividade do bioestimulante em relação aos outros tratamentos na 1ª época de cultivo. Dados obtidos por Bertolin et al (2010) comprovam que o bioestimulante proporciona incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos

tanto em aplicação via sementes quanto via foliar. E ainda citam que em relação ao aumento da produtividade, o bioestimulante é mais efetivo quando aplicado na fase reprodutiva.

No presente trabalho as aplicações de B foram realizadas no estágio fenológico V6 a V8, de acordo com estudos de Belivaqua (2015) a época de se fazer a aplicação foliar atua com grande influência na eficácia da absorção e aproveitamento dos elementos para produção dos grãos. Em pesquisa realizada por Rosolem e Boaretto (1989) relataram que a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja é R1 a R5. Assim, na medida em que o boro não é retranslocado na planta, via floema, pode-se afirmar que a aplicação deste nutriente deva ser feita na fase de floração ou pós-floração para haver um efeito sobre o rendimento de grãos.

Souza et al. (2008) concluíram em seu estudo que a aplicação da solução composta de Ca e B no estágio R3 proporcionou um maior nível de produtividade na soja, no estudo foi avaliado dois estádios R1 e R3 e diferentes doses de B foliar. Sendo a dose de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ do fertilizante contendo 2% de B com melhores resultados de produtividade.

Outro ponto a ser observado é que as doses de Ca na análise de solo eram de $1,41$ e $1,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Belivaqua et al. (2002) relatam que a funcionalidade do B nas plantas é dependente da disponibilidade de Ca nos tecidos, sendo de fundamental importância que ambos estejam disponíveis em quantidades suficientes para o desenvolvimento das plantas.

Na safra 2016/2017 houve boa disponibilidade hídrica para a região onde o experimento estava instalado, sendo distribuída ao longo de todo o desenvolvimento da cultura, o que favorece a absorção de B do solo, explicando assim porque até mesmo o tratamento sem adubação com B obteve valores semelhantes de produtividade. Dechen e Nachtigall (2006) relatam que em condições de déficit hídrico os sintomas de deficiências podem ocorrer, pois há uma redução na disponibilidade de micronutrientes e a adubação foliar neste caso é justificada, pois haveria um declínio na produtividade. O que no presente experimento não foi o caso, pois não houve expressão de sintomas de deficiência, mesmo com teores de B no solo baixos.

Carvalho (2007) relata que na cultura do algodoeiro as recomendações de adubação com B são para aplicar de $0,5$ a $2,5 \text{ kg/ha}$ de B anualmente, quando o teor de B no solo, for menor que $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$. Sendo indicado doses maiores para áreas

de solos arenosos, pobres em matéria orgânica e que já apresentaram algum sintoma de deficiência. Silva e Rajj (1996) sugerem a adubação foliar apenas para corrigir deficiências observadas durante o desenvolvimento da planta, parcelada em pelo menos quatro aplicações de 0,15 a 0,18 kg ha⁻¹ de B cada uma, durante o florescimento. Diante dessas informações, e tendo um solo com 0,17 e 0,21 mg dm⁻³ de B e a dose de B foliar aplicada de aproximadamente 0,05 kg ha⁻¹, podemos ter a dose utilizada como um outro fator que limitou a expressão dos resultados nesse experimento, pois a dose aplicada pode ter sido baixa para as condições de campo e por isso não refletiu em aumento significativo nos caracteres avaliados na planta.

Dados obtidos por Kappes et al (2008) em solo contendo 0,21 mg dm⁻³ de B, utilizando doses 0, 100, 200, 300 e 400 g B ha⁻¹, em adubação foliar na cultura da soja, não obtiveram resposta significativa em relação a produtividade. Os autores utilizaram doses maiores que neste trabalho e não foi evidenciado resposta, portanto deve-se aumentar a dose foliar ou fazer manejo com aplicação via solo e foliar afim de aumentar o B no solo e também na planta.

Os resultados obtidos confirmam a falta de resposta a B, embora os níveis observados no solo estejam abaixo do considerado ideal.

3.2 ANÁLISE FOLIAR (1ª ÉPOCA)

Não houve diferença significativa nos tratamentos em relação a análise foliar da planta (TABELA 3). Os CVs variaram de 4,83 a 15,59 o que mostra que a coleta foliar foi conduzida com boa precisão.

TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ANÁLISE FOLIAR DOS NUTRIENTES N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn E Zn NA PRIMEIRA ÉPOCA DE CULTIVO.

FV	Quadrado Médio (QM)										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Trat	6,53 ^{n.s}	0,11 ^{n.s}	1,42 ^{n.s}	0,77 ^{n.s}	1,35 ^{n.s}	0,24 ^{n.s}	10,20 ^{n.s}	0,93 ^{n.s}	26,58 ^{n.s}	61,65 ^{n.s}	83,33 ^{n.s}
Erro	4,17	0,12	1,09	1,24	1,29	0,39	6,87	0,81	17	30,9	43,63
CV (%)	4,83	11,4	6,79	10,95	36,24	29,33	6,67	13,22	7,83	15,59	13,05

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{n.s} Não significativo.

Na TABELA 4 estão as médias da análise foliar dos nutrientes, mesmo não havendo diferença significativa, podemos observar que para o micronutriente B o

tratamento 2 (Boromax) e o tratamento 4 (Boromax + Biopower Gold) foram os que obtiveram maiores resultados do teor de B foliar.

Resultados obtidos por Trautmann et al. (2014) verificaram que o teor de B no tecido foliar de soja aumentou linearmente com a aplicação desse nutriente. Havendo uma elevação na ordem de $43,7 \text{ mg kg}^{-1}$ no teor de B para cada mg dm^{-3} do nutriente aplicado ou equivalente a 2000 g/ha de B em um hectare para profundidade 0-20 cm. Rosolem et al. (2008) observaram a resposta da soja à adubação boratada, associada à calagem, em Latossolo Vermelho-Amarelo do Mato Grosso, e obtiveram resposta à aplicação de B (até 1 kg ha^{-1}) apenas no terceiro ano do experimento. Os autores ainda evidenciaram que, nos três anos, mesmo no tratamento sem aplicação de B, os teores do nutriente nas folhas encontravam-se dentro da faixa considerada adequada para altas produtividades, ou seja, de 25 a 55 mg kg^{-1} .

Neste presente trabalho também foi verificado que mesmo os tratamentos sem Boro T1 e T3 apresentam níveis de B foliar em torno de $38,4 \text{ mg kg}^{-1}$ e $37,8 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente, mesmo o teor B no solo baixo pode ter sido suficiente, principalmente por ter sido uma safra com chuvas bem distribuídas (ANEXO 2 e 3), o que pode ter favorecido a absorção do nutriente via solo.

TABELA 4 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE FOLHAS DE SOJA PARA MACRO E MICRONUTRIENTES EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS FOLIARES APLICADOS.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g/kg						mg/kg					
1	41,44	3,04	16,06	9,76	2,86	1,80	38,4	6,2	53,0	34,00	44,6
2	43,12	3,14	15,00	9,92	2,78	2,30	40,2	6,8	49,6	34,80	53,6
3	43,40	3,16	14,88	10,38	2,98	2,20	37,8	7,0	52,8	33,00	51,6
4	41,16	2,84	15,40	10,60	3,90	2,18	40,8	7,2	55,2	40,80	52,6
Média	42,28	3,04	15,33	10,16	3,13	2,12	39,3	6,8	52,65	35,65	50,6

Tratamentos: T1(controle fazenda-CT); T2 (CT+ 500 ml/ha de BOROMAX em V6-V8; T3 (CT+ 500 ml/ha de Biopower Gold em R1; T4 (CT+ 500 ml/ha de BOROMAX em V6-V8 e 500 ml/ha de Biopower Gold em R1).

A doses aplicadas de aproximadamente 53 g/ha de B via foliar estão muito abaixo das doses de 500 e 750 g/ha de B utilizada no algodão, em múltiplas aplicações e com reposta positiva na produtividade do algodão (Carvalho et al, 1996). Mantovani et al. (2013) constatou aumento no teor foliar do amendoim de aproximadamente 11 mg/kg de B por cada kg de B aplicado via foliar. Os mesmos autores obtiveram

resposta na produtividade do amendoim com três aplicações de 0,5 kg/ha de B, ou seja 1,5 kg/há de B foliar.

Estudo de soja no Mato Grosso, Kappes et al. (2008) constatou maior crescimento em altura com aplicação de 200 g/há de B via foliar V9, mas sem diferença na produtividade. Varanda (2017) também estudando com soja em várzeas do Tocantins, constatou aumento na produtividade com aplicação foliar de 1,0 a 1,5 kg/há de B, em três épocas de aplicação. Finalmente, a recomendação técnica de 200 g/ha de B, vem sendo recomendada para soja no cerrado em caso de deficiência (GALRÃO, 2004), indicando que a dose aplicada seja baixa. Deste modo a dose aplicada pode ter influenciado a resposta ao uso de B. Logo, provável que a dose utilizada esteja subestimada.

4 CONCLUSÕES

Não houve efeito do uso do boro (Boromax) e do bioestimulante de modo isolado ou combinado sobre a produtividade das duas cultivares e duas data de plantio. Ainda deve-se estudar mais sobre o efeito da adubação de B foliar na cultura da soja, nos trabalhos que tem na literatura não tem uma recomendação de qual seria a dose ideal para a soja, a melhor época, de modo que seria interessante um novo experimento utilizando diferentes concentrações do fertilizante foliar.

REFERÊNCIAS

AMBERGER, A. **Pflanzenernährung: Ökologische und physiologische Grundlagen Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente**. Stuttgart: Eugen Ulmer, 3. ed., 264 p., 1988.

BALLONI, E. A. **A utilização de boro em florestas plantadas**. Piracicaba, IPEF, 1979. 18p. (Circular, 70).

BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. Eficiência de extratores na determinação de boro em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.25-31, 1990.

BERNARDO, V. **Controle de plantas daninhas na cultura do feijão no estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 22p, (circular, 32), 2011.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.339-347, 2010.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.339-347, 2010.

BEVILAQUA, G. Aplicação foliar de cálcio e boro. **Ciência da Terra**, v.32, n.1, p.32-34, 2015.

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.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. O.; TEDESCO, M. J. Micronutrientes. In: **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre. p. 235- 252. 2008.

BOLOGNA, I. R. **Adubação boratada em pomar de laranja Pêra Rio afetado pela clorose variegada dos citros**. 2003. 78 p. Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; ALMEIDA, A. M. R.; CORRÊAFERREIRA, B. S.; FERREIRA L. P.; SFREDO G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Informações Agronômicas - Embrapa-Cnpso. n 66, 1994.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (Ed.). Boron in soil and plants: review. Symposium, Chiang Mai, reprinted **Plant and Soil**, v.193, n.1-2, p.71-83. 1997.

CALONEGO, J. C.; OCANI, K.; SANTOS, C. H. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n. 2, p. 20-26, 2010.

CARVALHO, M. C. S. **Nutrição e Adubação do Algodoeiro com Micronutrientes**. MAPA, Campina Grande- PB, 2007 (Circular Técnica 110).

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

CARVALHO, L. H; SILVA, N. M.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; KONDO, J. I.; CHIAVEGATO, E. J. Aplicação de boro no algodoeiro, em cobertura e em pulverização foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 265-266, 1996.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuaria, 2001. 132p.

CATANI, R. A.; ALCARDE, J. C.; KROLL, F. M. Extração e determinação do boro solúvel dos solos. **Anais Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.27, p.287-294, 1970.

CHEN, Y.; AVIAD, T. Effects of humic substances on plant growth 1. **Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings**, (humicsubstances), p.161-186, 1990.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. v.6. safra 2018/2019. Brasília, 2018.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

DANTAS, J. P. Micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1991. Cap. 5, p. 113-125, 1991.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 13, p. 328-352.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.1- 9, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa soja 2010**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2005. 388 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina, Embrapa Soja, 2011. 261p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. ed. rev. New York: Marcel Dekker, 1997. 656p.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.57-62, 2000.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2005. 186p.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos**. In: SOCIEDADE NACIONAL DA AGRICULTURA, 2000. Disponível em: <www.sna.com.br> Acesso em: 15 mar. 2019.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. da (Ed.). **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba, SP: POTAFÓS / CNPq. 1991. 734 p.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 513-524, 1999.

FUNDAÇÃO RIO VERDE. Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Integrado Rio Verde. **Safra 2003-04 Resultados de pesquisa** - divulgação aberta - arroz, milho, soja. Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2004. 58 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, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (eds). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.188. 2004.

GIROLDO, A. F. **Efeito da aplicação de b, cu e mn em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada sobre um latossolo de Ponta Grossa, Paraná**. 2000. 99 p. Dissertação de mestrado em Agronomia - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

GOLDBERG, S. Chemistry and mineralogy of born in soils. In: GUPTA, U. C. (ed.). **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p.3-44.

GONDIN, A. R. O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 76 p. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GUPTA, U. C. Factors affecting boron uptake by plants. In: GUPTA, U. C. (Ed.). **Boron and its role in crop production**. [S. l.]: Boca Raton, 1993. p. 87-104.

HENNING, A. A.; CAMPO, R. J.; SFREDO, G. J. Tratamento com Fungicidas, Aplicação de Micronutrientes e Inoculação de Sementes de Soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, n. 82, p. 8-12, junho 1998.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa-Soja, 2011. 68p. (Documentos, 319).

HU, H.; BROWN, P. H. Absorption of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Hague, Chapter 4, v.193, p.49-58, 1997.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. **4ª Estimativa da Safra de Soja – 2016/17**. 2017.

KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.291-297, 2008.

LENOBLE, M. E.; BLEVINS, D. G.; MILES, R. J. Boro extra mantém crescimento radicular sob condições de alumínio tóxicos. **Informações Agronômicas**, n.92, p.3-4, 2000.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 335 p

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 Agrotécnica**. Edição Especial, p. 1499-1505, dez., 2003.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, R. **Guia de Fertilidade do Solo**. UFLA, ANDA, Potafós, 1999.

LOPES, A.S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SILVA, M.C. (Coordenador). **Anais do Seminário Fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes – Situação atual e perspectivas na Agricultura**. 2 ed. São Paulo: MANAH S/A, 1986. p.110-141.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres. 2006.638p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas. In: FERRI, M.G. (org.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo : EDUSP, 1985. Vol.1, 400p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas** - Princípios e Aplicações. 2 ed. Piracicaba, SP: Potafós, 1997. 319 p.

MANTOVANI, J. P. M.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.2, p. 270-278, mar/abr, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego, Academic Press. 1995. 889p.

MASCARENHAS, H. A. A.; MIRANDA, M. A. C.; BATAGLIA, O. C.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; TANAKA, R. T. Deficiência de boro em soja. **Bragantia**, v. 47, p. 325-331, 1988.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; GUERRA, P. C.; ANDRADE, V. M.; Características fisiológicas e crescimento de clones de eucalipto em resposta ao boro. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 821-830, 2009.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Boron. In: MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. p.621-638

MSTAT-C. **A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments**. Michigan State University, Michigan, p. ir. 1991.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Potafos. 1996. p.301-52.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SANTOS, S. O. Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv Carioca. **Revista Biociências**, Taubate, v. 5, n. 1, p. 7-13, 1999.

PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean (*Glycine max* L. Merrill). **Crop Science**, v. 3, n. 5, p. 505-507, 1973.

PEGORARO, R. F.; SANTOS NETO, J. A.; SILVA, I. R.; FONTES, R. L. F.; FARIA, A. F.; MOREIRA, F. F. Crescimento de soja em solos em resposta a doses de boro, calagem e textura do solo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1092-1098, jul./ago., 2008

RAIJ VAN, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2014. p. 86; 128.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; FERREIRA, R. M. A.; ARAÚJO, J. L.; CARVALHO, J. G. Crescimento e teores de boro em plantas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) cultivadas em dois Latossolos sob influência de doses de boro e disponibilidade de água. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 57-65, 2009.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B.; ALCANTARA, H. P. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [Glycinemax (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, 2009.

RODRIGUES, F. A. V.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F. Disponibilidade de cobre para mudas de eucalipto em solos de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1923-1932, 2010.

ROSOLEM, C. Adubação foliar do feijoeiro caupi. Fontes e doses de cálcio. **Científica**, v. 19, p.80-87, 2015.

ROSOLEM, C. A. **Nutrição mineral e adubação de soja**. Piracicaba, Potafós. 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. 500p.

ROSOLEM, C. A.; ZANCANARO, L.; BÍSCARO, T. Boro disponível e resposta da soja em Latossolo Vermelho-Amarelo do Mato Grosso. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:2375-2383, 2008.

ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. Efeito da trifluralina sobre a absorção de B, Cu, Mn e Zn pela soja. **Científica**, São Paulo, v.16, p.29-50, 1988.

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.

SANCHEZ, P. A. **Suelos del trópicos**. San José: IICA, 1981. 634 p.

SANTOS, M. **Adubação foliar de boro em associação com cálcio na cultura da soja em sistema de plantio direto**. 2016. 30 p. Trabalho de conclusão do curso de Agronomia - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2016.

SEIDEL, E. P.; BASSO, W. L. Adubação foliar a base de cálcio e boro no cultivo da soja (*Glycine max*). **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n. 2, p. 75-81, 2012.

SILVA JUNIOR, G. A. **Adubação boratada no cultivo de soja**. 2016. 30p. Dissertação de mestrado - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2016.

SILVA, F. B. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizante**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370 p., 1999.

SILVA, F. R.; FERREYRA, H. F. Avaliação de extratores de boro em solos do estado do Ceará. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, n. 3, p. 471-478, 1998.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L.H.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R. Efeitos do boro em algodoeiro cultivado em condições de casa de vegetação. **Bragantia**, v.38, p.153-164, 1979.

SILVA, N. M. da; RAIJ, B. V. Fibrosas. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed., Campinas: Instituto Agronômico: Fundação IAC, 1996. cap. 24, p. 261-273. (Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 100).

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Orgs.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248p.

TRAUTMANN, R. R.; LANA, M. C.; GUIMARÃES, V. F.; GONÇALVES, A. F.; STEINER, F. Potencial de água do solo e adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja. **R. Bras. Ci. Solo**, 38:240-251, 2014.

VARANDA, M. A. F. **Influência do boro via aplicação foliar em soja na várzea irrigada no Tocantins**. 2017. 44 p. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi/TO, 2017.

VIEIRA, C. **Micronutrientes na cultura do feijão**. Informe agropecuário 17, p. 19-24. 2013.

VOLKWEISS, S. J. **Fontes e métodos de aplicação**. In: Simpósio sobre Micronutrientes na agricultura, Jaboticabal. Anais, Potafós/ CNPq. p.391-412, 1991.

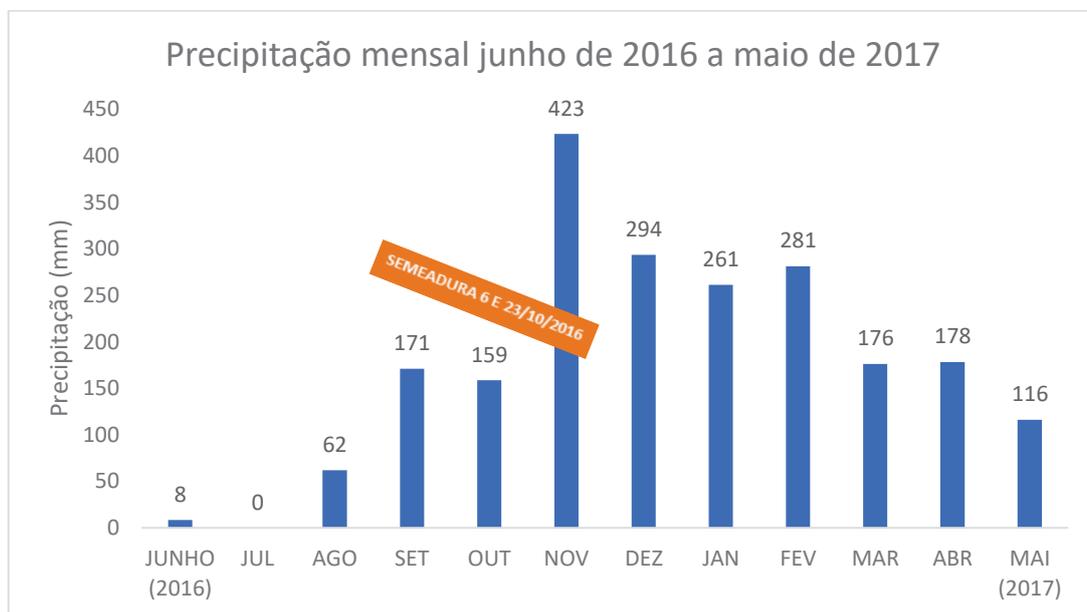
YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONODA, Y. Effects of boron deficiencies and calcium supply on the calcium metabolism in tomato plant. **Plant and Soil**, v.93, n.223/231, 1986.

ANEXO 1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLO ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

	pH		P (meh-1)	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	
	(H ₂ O)	(CaCl ₂ 0,01 M)	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³							%
Época 1	5,80	4,80	16,30	85,80	12,30	0,22	1,41	0,50	0,03	3,10	2,16	
Época 2	5,70	4,80	23,80	83,90	16,50	0,21	1,72	0,54	0,03	4,50	2,89	
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	CTC	V*	m	Argila	Silte	Areia total
	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%		g kg ⁻¹		
Época 1	0,17	0,80	66,80	2,50	3,20	2,10	5,20	41	1,40	275	55	670
Época 2	0,21	1,20	69,20	3,40	2,80	2,50	7,00	35	1,20	270	55	675

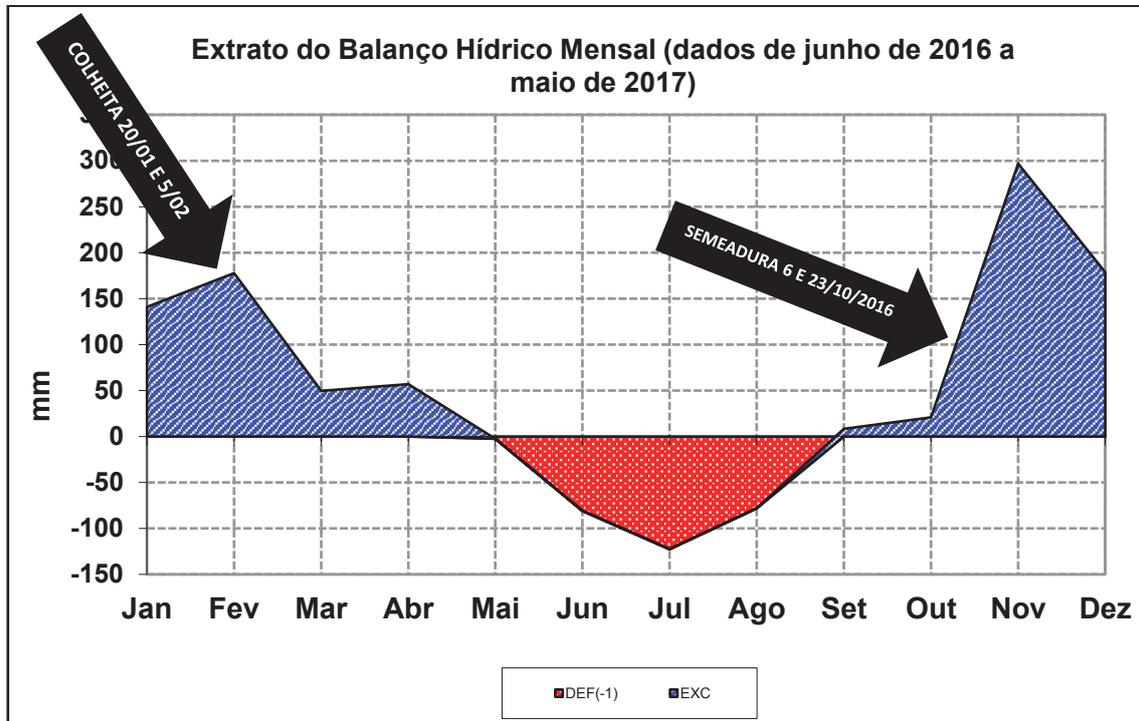
*- calagem realizada antes da semeadura da soja, com 2,5 ton/ha. Ainda não havia reação do calcário no momento da coleta

FONTE: Laboratório Solos e Plantas (2016)

ANEXO 2 - PRECIPITAÇÃO MENSAL JUNHO DE 2016 A MAIO DE 2017

FONTE: O autor (2017).

ANEXO 3 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL (06/2016 A 05/2017)



FONTE: O autor (2017).