

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN – RS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Igor Rech Vani

RESPOSTA DA SOJA A APLICAÇÃO DE BORO
(REVISÃO BIBLIOGRÁFICA)

Frederico Westphalen, RS
2022

Igor Rech Vani

RESPOSTA DA SOJA A APLICAÇÃO DE BORO
(REVISÃO BIBLIOGRÁFICA)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Campus Frederico Westphalen – RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo.**

Orientador: Prof. Dr. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS, Brasil
2022

IGOR RECH VANI

RESPOSTA DA SOJA A APLICAÇÃO DE BORO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Campus Frederico Westphalen – RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo.**

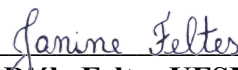
Aprovado em:



Dr. Claudir José Basso UFSM
(Presidente/Orientador)



Dr. Volmir Marchioro UFSM



Janine Diéle Feltes UFSM/PPGAAA

AGRADECIMENTOS.

Primeiramente a Deus por me guiar e ajudar a concluir essa etapa tão importante de minha vida.

A todos professores, mestrandos, doutorandos e colaboradores da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Frederico Westphalen. Em especial ao Porf. Dr. Claudir José Basso pelas orientações em todas etapas deste trabalho, por sua disponibilidade e paciência.

Aos meus pais que com enorme esforço me deram mais do que podiam para que esse sonho fosse realizado, e me apoiaram em todos momentos.

Aos colegas e amigos que caminharam junto comigo em busca de conhecimento e aprendizado.

RESUMO

RESPOSTA DA SOJA A APLICAÇÃO DE BORO

AUTOR: Igor Rech Vani

ORIENTADOR: Claudir Jose Basso

Na busca de atender a demanda mundial por alimentos, fortalecida pelo aumento exponencial da população, o agronegócio tem se reinventado ano após ano, em busca de novas técnicas e também aprimoramento afim de potencializar seus níveis de produção. A sojicultura tem se destacado no cenário brasileiro e os produtores, buscado superar seus desafios afim de elevarem suas produtividades, sendo um deles a deficiência nutricional que a grande parte dos solos brasileiros possuem. O boro é um elemento essencial para a cultura da soja, e de considerável escassez em muitos solos principalmente os do cerrado brasileiro. Além disso, o boro se caracteriza por ser um elemento de grande mobilidade no solo e sua utilização, assim como vale para todos os micronutrientes, deve ser com cautela, devido à estreita faixa entre o nível adequado e o tóxico. Se no solo o boro é extremamente móvel, sua mobilidade na planta via floema é extremamente baixa quase nula, e quando o solo não consegue atender a demanda da cultura, produtores são obrigados a fazerem aplicações foliares buscando atender a necessidade da cultura durante todo seu ciclo. 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. Por isso, o objetivo dessa revisão é de buscar informações e resultados da resposta da soja a aplicação de boro. Após essa revisão é possível concluir que ainda há poucos resultados conclusivos a respeito da adubação boratada e seus resultados na cultura da soja, sejam eles relacionados à produtividade ou na qualidade de sementes. Além disso, muitos desses resultados na literatura são de trabalhos antigos com cultivares menos responsivas e produtivas com ciclos mais longos, por isso, da necessidade de se estudar novamente esse elemento para essas novas cultivares, geralmente mais produtivas, responsivas e de ciclo cada vez mais curto.

Palavras-Chave: Foliar. Micronutrientes. Produtividade.

ABSTRACT

SOY'S RESPONSE TO BORON APPLICATION

AUTHOR: Igor Rech Vani
ADVISOR: Claudir José Basso

In the search to meet the global demand for food, strengthened by the exponential increase in population, agribusiness has reinvented itself year after year, in search of new techniques and also improvement in order to enhance their production levels. Soybean farming has stood out in the Brazilian scenario, and producers have sought to overcome its challenges in order to increase their productivity, one of them being the nutritional deficiency that most Brazilian soils have. Boron is an essential element for soybean cultivation, and of considerable scarcity in many soils, especially those in the Brazilian cerrado. In addition, boron is characterized as an element of great mobility in the soil, and its use, as for all micronutrients, should be with caution, due to the narrow range between adequate and toxic levels. If boron is extremely mobile in the soil, its mobility in the plant via phloem is extremely low, almost zero. When the soil cannot meet the demand of the crop, growers are forced to make foliar applications, in an attempt to meet the needs of the crop during its entire cycle. Boron is a nutrient that performs important functions in the plant, being linked to the movement of sugars, pollen grain germination and pollen tube development, acting in flower retention and consequently pod formation. Therefore, the objective of this review is to seek information and results on the response of soybean to boron application. After this review, it is possible to conclude that there are still few conclusive results regarding boron fertilization and its results on soybean crops, whether they are related to productivity or seed quality. In addition, many of the results in the literature are from older works with less responsive and productive cultivars with longer cycles, thus the need to study this element again for these new cultivars, which are generally more productive, responsive, and with shorter cycles.

Keywords: Foliar. Micronutrients. Productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. A CULTURA DA SOJA	10
2.2. O BORO NA PLANTA.....	10
2.3. O BORO EM RELAÇÃO A PRODUTIVIDADE.....	11
2.4. BORO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	12
2.5. APLICAÇÃO DE BORO ASSOCIADO AO CÁLCIO	14
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
4. CONCLUSÃO	17
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	18

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) tem grande importância no contexto agrícola de produção no cenário brasileiro e mundial, devido a sua relevância econômica onde está inserida. Sua entrada no Brasil se deu por meados de 1822 no estado do Rio Grande do sul, mas somente em 1970 a soja foi disseminada para os outros estados do Brasil, processo esse, que só foi possível graças à adaptação ou tropicalização da cultura ao clima brasileiro (EMBRAPA, 2007), ou seja, devido ao trabalho de melhoramentos desenvolvidos por instituições de pesquisa que possibilitou esse cultivo em basicamente todas as regiões do País.

Devido ao significativo aumento na área de cultivo, atualmente, a cultura da soja coloca o Brasil como maior produtor mundial, suprimindo a demanda do mercado interno e também se colocando como principal exportador de farelo de soja e segundo maior exportador do grão (EMBRAPA, 2021)

Com uma área aproximada de 40,8 milhões de hectares cultivados e sua produtividade podendo atingir cerca de 122,4 milhões de toneladas na última safra, a cultura da soja é o pilar da economia brasileira nos dias atuais, onde impacta diretamente na produção de carne animal, como no óleo destinado para a cozinha brasileira, bem como no bolso do consumidor final (CONAB, 2022). A soja, parte do seu volume produzido busca atender o mercado interno e parte vai para a exportação, podendo essa ser processada ou não. No acumulado do ano até abril de 2022, o Brasil havia exportado 5 milhões de toneladas de farelo de soja, 600 mil toneladas de óleo de soja e mais de 24 milhões de toneladas exportadas em grãos de soja.

A produtividade final de grãos vem crescendo ano após ano, fator esse que empolga os agricultores a se dedicar e buscar cada vez mais entender os fatores que possam estar limitando o potencial genético na cultura bem acima da média nacional atingida hoje. Conforme colocado anteriormente, mesmo com incremento na produtividade o potencial produtivo da soja não vem sendo totalmente explorado, é de extrema importância que investimentos sejam feitos em diferentes áreas da produção, para assim suprir as necessidades da cultura (CONAB 2014).

Os solos brasileiros de uma maneira geral são pobres quimicamente principalmente os de regiões tropicais dando destaque ao fósforo, com baixos teores é o mais escasso na maioria dos solos brasileiro (EMBRAPA 2005). Por isso, a calagem, e a correção de alguns macro e micronutrientes é de fundamental importância quando se

busca uma boa produtividade das culturas. Isso cresce ainda mais em importância devido ao surgimento de cultivares de ciclo cada vez mais precoces e que a deficiência e a baixa disponibilidade de alguns elementos cruciais em algum momento do ciclo pode comprometer seriamente a produtividade final de grãos. Por isso, além da correta adubação de base, a adubação foliar associada ao parcelamento da aplicação de alguns nutrientes, de acordo com (BEVILAQUA et al., 2002) pode ser uma alternativa viável para amenizar o problema de deficiência nutricional ao longo do desenvolvimento da cultura. Esse parcelamento, que possibilita a aplicação dos nutrientes em estádios de maior demanda, pode ser uma alternativa viável buscando um maior sincronismo entre oferta e demanda.

Os micronutrientes são elementos extremamente importantes para o bom desenvolvimento na cultura da soja e absorvidos em pequenas quantidades. Dentre os micronutrientes, devido a sua importância principalmente na fase reprodutiva e suas dinâmicas no solo (extremamente móvel), o boro tem despertado a atenção de pesquisadores e técnicos, buscando uma melhor compreensão do seu papel no desenvolvimento das culturas. A preocupação com esse elemento é ainda maior em solos arenosos e pobres em matéria orgânica já que essa, é ainda a mais importante fonte de boro as plantas. Por isso, o entendimento da necessidade ou não de se fazer uma suplementação de boro se faz necessário durante o desenvolvimento da cultura da soja, afim de garantir uma maior produtividade de grãos (OLIVEIRA et al., 1996). Por isso, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma revisão de literatura buscando a resposta da soja a aplicação de boro.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

Atualmente, a soja é o principal produto da agricultura brasileira, fortalecendo a posição do país como um dos players mais importantes do comércio agrícola mundial. Isso permite ao Brasil influenciar no mercado externo de commodities agrícolas, de forma significativa. No âmbito interno, a produção de soja tem avançado continuamente, calçada no gradativo aumento de área e nos índices crescentes de produtividade (EMBRAPA 2014). Internamente, é possível ver que a cultura da soja possui grande importância em diversos âmbitos, desde o econômico até o social. Além disso, é perceptível também, que ainda apesar dos diversos desafios que a cultura enfrenta, existe uma projeção futura bastante promissora. Além disso, de maneira geral o consumo mundial de soja vai continuar aumentando nos próximos anos, mantendo os bons preços de mercado e impulsionando as exportações, o que favorece a balança comercial.

2.2 BORO NA PLANTA

O B é um elemento de suma importância no crescimento e desenvolvimento das plantas, participando de vários processos, como transporte de açúcares, lignificação, estruturação da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato, além de ter função na síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática (CAKMAK; RÖMHELD, 1997).

No que diz respeito a reprodução de plantas e qualidade fisiológica de sementes, o Boro está diretamente relacionado na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, fazendo com que ocorra um aumento no pegamento de flores e na granação menor esterilidade masculina e menor chochamento de grãos (Malavolta et al., 1997). A presença do B além de auxiliar na melhor fecundação das flores e formação de grãos, também interfere na retenção das vagens recém-formadas (canivetes), bem como tem capacidade de atuar no crescimento do meristema, diferenciação celular, maturação, divisão celular e crescimento das plantas (PRADO 2008).

Como ocorre com a maioria dos micronutrientes, o B tem baixa mobilidade dentro do floema, logo, é de difícil redistribuição das folhas mais velhas para pontos de maior exigência como os tecidos meristemáticos. Desta forma, se faz necessário uma boa e constante disponibilidade ou suprimento deste nutriente durante a fase vegetativa das plantas (TANAKA, 1992). Para alguns autores como KAPPES et al., 2008 e RAIMUNDI et al., 2013, são nos estádios V6 a R5, o momento em que a cultura da soja é mais exigente

de B, devido a formação de legumes e enchimento de grãos, sendo assim, os melhores resultados produtivos são encontrados quando a aplicação de Boro via foliar é feita nessa faixa do ciclo da cultura.

2.3 BORO EM RELAÇÃO A PRODUTIVIDADE

Em um experimento realizado em Borrazópolis (PR), Calonego et al. (2010) não obtiveram resultados significativos na produtividade da cultura da soja ao realizarem diferentes tratamentos no estágio V4 e R2. Os autores justificam tal resposta ao bom suprimento de B no solo e aos cultivares pouco responsivos. No entanto, Boaretto et al. (1997) alertam que muitas vezes a não correlação entre os teores de B nas folhas e a produtividade final da cultura pode ser explicada pela dificuldade em se remover o boro retido na cutícula foliar ou o ligado na camada péctica da parede celular, sem atuar metabolicamente na planta, superestimando, assim, o nível de B foliar. Dentro dessa mesma linha de estudo, Rosolem et al. (2008) também não encontraram uma relação entre os teores de boro nas folhas de soja e a produtividade final de grãos.

Conforme estudo realizado por Dos Santos (2016), a aplicação de B em V6 não incrementou a produtividade de grãos de soja, corroborando com os resultados encontrados nos experimentos de Freeborn et al. (2001), ao citarem que as aplicações foliares de boro na pré-florada e no enchimento dos grãos, não apresentaram aumento de produtividade de grãos na soja.

Em experimento realizado com doses crescentes de boro nos estádios V3 e R5, Silva (2018), não observou efeito significativo das doses e épocas avaliadas no crescimento e produtividade da soja para as condições testadas, mesmo que as aplicações em V3 tenham contribuído para o incremento do número de vagens nos terços médio e superior. Nesse mesmo sentido, Santos et al. (2018) também não observaram resultados significativos com aplicações de B em V6 e R2 corroborando com diversos outros autores. Porém em seu trabalho o autor levanta a hipótese de que o método de aplicação pode levar a haver efeito “guarda-chuva”, onde apenas as folhas superiores são atingidas. Desse modo, o nutriente tende a ficar retido no terço médio superior, e devido à sua baixa mobilidade ou também ocorrência de deriva não ocorre absorção em todos os órgãos na quantidade necessária. Assim sendo, é possível que em função de baixa translocação, haja necessidade de aplicação dirigida no órgão que demande maior quantidade do nutriente, a exemplo das flores (FIOREZE, et al.,2018).

Isso nos remete a pensar que talvez a melhor forma ainda de suplementação de B seja via solo. Nesse sentido, Machado (2019), ao realizar um experimento com 4

diferentes fontes de matéria prima de B, observou diferenças quantitativas de B nas folhas de soja, principalmente com o material ulexita calcinada (30kg ha^{-1} 10 dias antes do plantio). Na justificativa desse autor, isso pode estar associado a liberação lenta e gradativa do nutriente, e também, pelo B ter sido absorvidos do solo pelas raízes (PRADO, 2008). Por isso, a adubação é uma das maneiras de sanar a necessidade da planta e diminuir possíveis deficiências nutricionais de elementos praticamente imóveis na planta como o B, sendo que o ácido bórico é a fonte mais utilizada (SILVA et al., 2017). Ao avaliarem a produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro em R1 e R3, Domingues et al. (2008), puderam observar diferenças de produtividade entre os cultivares, principalmente nas aplicações em R3, corroborando em parte com dados obtidos por Bevilaqua et al. (2002). Rosolem & Boaretto (1989) acreditam que os macro e micronutrientes são absorvidos ainda em maiores quantidades após o florescimento, fato esse, que aliado a alta taxa de translocação nesse período passa a gerar uma discussão sobre a eficiência da adubação foliar em soja, pois é sabido da capacidade do solo em fornecer nutrientes, e ainda o grande volume que o sistema radicular deve apresentar nesta época.

Malavolta (1974) relata em ensaios feitos com soja, que pode observar boa resposta às pulverizações foliares onde a aplicação de Ca e B no início do florescimento foi capaz de reduzir a queda de botões florais, e sendo realizada uma segunda aplicação 2-3 semanas depois, promoveu o desenvolvimento das sementes na vagem trazendo respostas significativas. Musskopf et al. (2010), afirma que a maior produtividade está relacionada com a reposição dos nutrientes nas folhas. Desta forma, a adubação com B foi responsável por manter a fotossíntese, que possivelmente refletiu em maior produção.

2.4 BORO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

A base para obtenção de boas produtividades passa pela qualidade da semente que deve atender características fisiológicas e sanitárias, tais como altas taxas de vigor, de germinação e de sanidade, garantia de pureza física e varietal e ser livre de contaminação de ervas daninhas. Dado isso, pesquisas garantem que sementes de alta qualidade propiciam plantas mais vigorosas, bem como melhor estabelecimento da lavoura culminando em aumento de produtividade (EMBRAPA, 2010).

Com relação ao boro, é de extrema importância a reserva de B nas sementes, visto que as sementes deficientes possuem baixo poder germinativo, devido à sua formação, e além do mais irão formar plântulas (RERKASEN et. al., 1997; MARSCHNER, 1995). Na literatura, os resultados de pesquisa são bastante contraditórios no que diz respeito a

influência da aplicação foliar de B sobre a qualidade de sementes de soja. Para Kappes et al. (2008), a qualidade das sementes de soja não sofreram influências das aplicações de B. Nesse mesmo sentido, Nakao et al. (2018) ao aplicarem B e Zn associados na cultura da soja no estágio V6 não melhoraram os teores foliares nutricionais, nos componentes da produtividade de sementes da soja, bem como na qualidade fisiológica das sementes, sendo essas também as observações de outros estudos na literatura brasileira.

Alinhado a isso, Bevilaqua et al. (2002), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja constataram que a aplicação foliar com cálcio (Ca) e B não melhorou a qualidade das sementes, independentemente da época de aplicação. Kappes et al. (2008) também verificaram que a qualidade fisiológica das sementes de soja não foi influenciada pela aplicação foliar de B.

Por outro lado, Berti et al. (2019) em experimento realizado em Ipameri-GO, observaram sementes de soja com maior vigor. Ao avaliarem seis doses de B (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹) aplicadas via solo, utilizando como fonte o ácido bórico (17%), em cinco épocas de aplicação: semeadura, estágio V3, V6, V9 e R1, puderam constatar que a qualidade fisiológica das sementes foi influenciada pela aplicação de 2,5 e 3,0 kg ha⁻¹ de B na semeadura, proporcionando sementes com maior vigor.

Gomes (2016) constatou a influência da aplicação de B na qualidade fisiológica de sementes sendo o estágio mais indicado para a aplicação visando melhoria nas sementes o estágio V9 e R1, independente da variedade. Com isso pode-se perceber a tendência em se elevar o percentual de germinação das sementes à medida que se aumentou a dose de B aplicada, ficando explícito o papel do B no processo de formação da semente. Conforme descrito por Hanson (1991) e Teixeira et al. (2005), a disponibilidade de nutrientes influencia na formação do embrião e dos cotilédones, com efeito positivo sobre o aumento do vigor e da qualidade fisiológica das sementes.

Estudando sementes de soja convencional e transgênica no estado do Paraná Carvalho et al., (2012), encontraram resultados diferentes avaliando a qualidade fisiológica da semente com diferentes aplicações de boro. Da mesma forma, Silva et al. (2006), em estudo realizado com aplicação foliar de Ca e B na cultura do feijão, também não verificaram efeito da aplicação desses nutrientes na percentagem de germinação. Nesse mesmo sentido, Bevilaqua et al. (2002), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja com botões florais fechados, 80% das flores abertas, constataram que a aplicação foliar com Ca e B, não melhorou a qualidade das sementes produzidas em nenhum dos estágios de aplicação. De acordo com Kappes (2008) a aplicação de

diferentes doses de Boro via foliar em V5, V9 e R3, não ocasionou melhoria na qualidade de sementes de soja, determinado pelo teste de germinação, mostrando assim a variância de resultados.

2.5 APLICAÇÃO DE BORO ASSOCIADO AO CÁLCIO

Em um experimento de suplementação foliar de Ca e B com 400 e 40g por hectare respectivamente, no estágio R1, essa promoveu efeito positivo na atividade fotossintética e da produção de açúcar nas folhas da soja, levando ao aumento da produção de vagens e do rendimento de grãos (GALERIANI 2021). Logo, a suplementação com Ca e B no início do período reprodutivo da soja pode ser uma ferramenta para aumentar o metabolismo do carbono e garantir a fixação das vagens, podendo assim potencializar o rendimento da cultura.

Domingues et al. (2008) puderam concluir que ao aplicar B e Ca associados no estágio R3 proporcionam uma maior produtividade para a cultura da soja corroborando com Nogueira & Jorge (1979) que relataram experiências mostrando que o Ca é um nutriente, importante para a cultura da soja, onde sua aplicação via foliar aumentou significativamente a produção em até 10%, comparando com a testemunha, podendo assim concluir a contribuição de tais elementos quando aplicados no período reprodutivo da cultura da soja.

De acordo com o estudo de Santos (2013), a produtividade, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, não apresentaram efeitos significativos para as doses, no entanto, a aplicação foliar de Ca e B foi eficiente em incrementar a produtividade quando realizada no estágio fenológico R3 em comparação ao estágio R1.

Por outro lado, Seidel e Basso (2011) ao avaliarem a resposta da cultura da soja a aplicação de 3L há⁻¹ (10,0% Ca, 0,5% B) em quatro épocas distintas (R1, R2, R3 e R4), puderam concluir que a aplicação não influenciou na produtividade em nenhum estágio, corroborando com os resultados Ben et al. (1993); Macedo et al (2002); Prada Neto et al. (2007); Andrade Moreira et al. (2007); Kappes et al. (2008) e Arantes et al. (2009) não encontram diferenças significativas com a aplicação com Ca e/ou B. A provável explicação seria de que os teores de Cálcio e boro no solo estavam adequados, podendo suprir a demanda da cultura da soja. Em contrapartida, Bevilaqua et al. (2002) obtiveram aumentos significativos em um trabalho semelhante. Do mesmo modo, Souza et al. (2008) trabalharam com a aplicação de fertilizante foliar a base de Ca e B na soja e encontraram que a massa de 100 sementes foi superior quando o adubo foliar foi aplicada

no estágio R3 (vagens com 3 a 5mm), indicando que a aplicação proporcionou maior acúmulo de matéria seca.

Santos (2008) relata em seu estudo com aplicações foliar de B e Ca na soja em duas épocas, uma em R1 (início do florescimento) e outra em R3 (Final do florescimento), nas seguintes concentrações (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0L ha⁻¹) do produto comercial da Stoler fertimins, que a aplicação de cálcio e boro via foliar não alteram os componentes da produção, tão pouco a produtividade da cultura da soja.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura brasileira ainda hoje carece de dados concretos a respeito da aplicação foliar de boro, principalmente quando se busca saber sobre resultados, relacionados a produtividade ou relacionados a produção de sementes. Os estudos feitos com base na aplicação boratada, trazem uma enorme divergência, fato esse que pode ser explicado pela enorme diferença de clima e solo que se estende pelo nosso país. Sabendo que o boro é ainda mais escasso em solos arenosos, como os do cerrado brasileiro, trabalhos feitos em tal ambiente, a resposta foi positiva, quando comparados a trabalhos realizados mais ao sul do Brasil.

Esse elemento possui importância no crescimento, desenvolvimento e reprodução da cultura da soja, onde a mesma é mais exigente de boro no seu período reprodutivo, devido ao fato de participar ativamente da reprodução dos órgãos propagativos, porém mesmo com alguns trabalhos aplicados nesse sentido, não foi possível concluir que a aplicação parcelada de boro tenha incrementado na produtividade final.

Com base nessa revisão, fica evidente a importância de novos estudos direcionados a aplicação de boro, como também de outros macro e micronutrientes, na cultura da soja, para assim chegar a uma conclusão mais assertiva a respeito dos mesmos, onde a incerteza de resposta positiva no bolso do produtor ainda permeia.

4. CONCLUSÕES

Após essa revisão bibliográfica é possível concluir que os resultados dos trabalhos na literatura são na sua grande maioria antigos e com resultados bem contraditórios quanto a resposta a aplicação de boro na cultura da soja. Por isso, se justifica novos estudos nesses novos ambientes de produção principalmente com relação as cultivares de ciclo mais curto, mais produtivas e responsivas ao ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTI, Mariana Pina da Silva *et al.* Doses e épocas de aplicação de boro na qualidade de sementes de soja. **Cultura agrônômica**, p. 1-15, 31 maio 2019.

BEVILAQUA, Gilberto Antonio Peripolli. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de. **Ciência Rural**, p. 1-4, 1 jan. 2002.

BORO no plantio e cálcio e boro em adubação foliar na produção da soja. **Revista Ecosistema**, p. 87-89, 1 jan. 2002.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 71-83, June 1997.

CALONEGO, Juliano Carlos *et al.* Adubação boratada foliar na cultura da. **Colloquium Agrariae**, p. 1-7, 1 dez. 2010.

CONAB, Produção de grãos é estimada em 272,5 milhões de toneladas com clima favorável para as culturas de 2ª safra. 19 jul. 2022.

DA SILVA, GABRIEL FRANCISCO. Doses e épocas de aplicação de boro via foliar em soja. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018.

DE SOUZA, Lilian *et al.* Macro e micronutrientes foliar e macronutrientes em sementes de quatro cultivares de soja em função da adubação foliar A base de Cálcio e Boro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 2009.

DOS SANTOS, Marcio. Adubação foliar de boro em associação com cálcio na cultura da soja em sistema de plantio direto. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade federal de Santa Catarina, 2016.

DOS SANTOS, Marcio *et al.* Adubação foliar com boro em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, p. 1-12, 1 jan. 2019.

Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agrônômicas e na qualidade de sementes de soja. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Universidade do Estado de Mato Grosso) - Universidade do Estado de Mato Grosso, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja, Paraná. 2005. Londrina, Embrapa Soja, 2005. 224p.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. O complexo agroindustrial da soja brasileira, Londrina, PR, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em: 30 abr. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Soja em números. Disponível em: Acesso em: 30 mai. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Soja em números (safra 2020/21), Londrina – Pr, 2021.

FIGLIORINI, S. L.; TOCHETTO, C. ; COELHO, A. E. ; MELO, H. F. Effects of calcium supply on soybean plants. *COMUNICATA SCIENTIAE*, v. 9, p. 219-225, 2018.

FURLANI, A. M. C. *et al.* Exigência a boro em cultivares de soja. **Revista Brasil Ciência Solo**, p. 929-937, 1 jan. 2001.

FREEBORN, J.R.; HOLSHOUSER, M.M.; ALLEY, N.L. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron. *Agronomy Journal*, Blacksburg, v. 93, n. 6, p. 1200-1209, 2001.

GALERIANI, Tatiani Mayara. SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO E BORO MELHORA A EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E AUMENTA PRODUTIVIDADE DA SOJA: 2021. 33 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Unesp, Botucatu, 2021.

GOMES, Ivana da Silva. Aplicação de boro em diferentes estádios da cultura da soja. 2016. Dissertação (Pós-graduação em produção vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, 2016.

HANSON, E. How much boron do flowers need. *Better Crops*. Atlanta, v.75, n.4, p.10-11, 1991.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi *et al.* O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. *In: O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro*. 1 jun. 2014.

MACHADO, Sérgio Guimarães. Eficiência da aplicação de diferentes fontes de boro na cultura da soja . 2019. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, 2019.

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

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

MANFREDINI, Daniel. Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agronômicas e concentração de nutrientes. 2008. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2008.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 889 páginas.

MUSSKOPF, Cleyton. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine Max*). **Cultivando o saber**, p. 1-9, 1 jan. 2010.

NAKAO, Allan Hisashi *et al.* Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco. **Cultura agrônômica**, p. 1-16, 22 jun. 2018.

NOGUEIRA, S.S.S.; JORGE, J.P.N. Efeito da aplicação de cálcio, por via foliar, na produção de grãos de soja (*Glycine max.* L. Merr.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 31. Fortaleza-CE, 1979. Resumos...p.11.

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. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, p. 169-221, 1996.

PRADO, R. M. Nutrição de Plantas: diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: Capes/Fundes, 2008. p. p.221-240.

RAIMUNDI, Dheyson Luis *et al.* Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Cultivando o saber**, p. 112-121, 1 jan. 2013.

RERKASEM, B. & JAMJOD, S. Genotypic variation in plant response to low boron and implications for plant breeding. *Plant Soil*, 193:169-180, 1997.

RERKASEM, B.; BELL, R.W.; LODKAEW, S. & LONERAGAN, J.F. Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max.*). *Nutr. Cycling Agroecos.*, 48:217-223, 1997.

ROMAN, MATHEUS DA SILVA. Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

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

SEIDEL, E. P. Adubação foliar a base de cálcio e boro no cultivo da soja (*Glycine max.*). **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 1-7, 1 jan. 2012.

Simidu, Helena, Sá, Marco Eustáquio de, de Souza, Lilian Christian, de Carvalho, Marco Antônio, 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**. 2008,

TRAUTMANN, Ricardo Robson. Disponibilidade de boro para a cultura da soja em resposta a dose e fontes do nutriente e potenciais de água do solo. 2009. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Soja. Nutrição, correção do solo e adubação. Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA.
Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil, 2007. Londrina: Embrapa
Soja, 2006. 239 p. (Sistemas de produção, 11).

PRADO, R. M. Nutrição de Plantas: diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal:
Capes/Fundes, 2008. p. p.221-240