



## DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO COM BORO NA CULTURA DO GERGELIM (*SESAMUM INDICUM* L.)

Maria Eduarda Rosa<sup>1</sup>, Jonas Marcelo Jaski<sup>2</sup>, Arney Eduardo do Amaral Ecker<sup>3</sup>, Adriely Lazarim<sup>4</sup>, Thaisa Cavaleiri Matera<sup>5</sup>, Gessica Gaboardi de Bastiani<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Estudante do curso de agronomia, Campus Maringá-PR, UNINGÁ – Centro Universitário Ingá - mariaeduardaros628@gmail.com

<sup>2</sup> Docente Mestre, Departamento de Agronomia, Campus Laranjeiras do Sul – PR, UFFS- Universidade Federal da Fronteira Sul – jonasmjaski@gmail.com

<sup>3</sup>Coordenador, Docente, Doutor, Departamento de Agronomia, Campus Maringá-PR, UNINGÁ – Centro Universitário Ingá - agronomia@uninga.edu.br

<sup>4</sup> Docente Mestre, Departamento de Agronomia, Campus Maringá-PR, UNINGÁ – Centro Universitário Ingá - prof.adrielylazarim@uninga.edu.br

<sup>5</sup> Docente, Doutora, Departamento de Agronomia, Campus Maringá-PR, UNINGÁ – Centro Universitário Ingá - prof.thaisamatera@uninga.edu.br

<sup>6</sup>Orientadora, Docente, Doutora, Departamento de Agronomia, Campus Maringá-PR, UNINGÁ – Centro Universitário Ingá - prof.gessicadebastiani@uninga.edu.br

### RESUMO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura oleaginosa de grande importância econômica, especialmente para pequenos e médios produtores, por ser de fácil cultivo e alta resistência à seca. Apesar do potencial da cultura, o cultivo no Brasil ainda é limitado, especialmente pela escassez de informações técnicas sobre o manejo nutricional, como o uso adequado do boro. O boro é um micronutriente essencial para o desenvolvimento da cultura, especialmente na fase reprodutiva, pois está envolvido na formação de flores, fecundação e desenvolvimento de sementes. Entretanto, a diferença entre a dose ideal e a dose tóxica é muito pequena, tornando o manejo desafiador. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos das diferentes fontes de boro na cultura do gergelim. O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação no Centro Universitário Ingá – UNINGÁ, em Maringá (PR). Foram utilizados sete tratamentos: granulado convencional; granulado com fonte de boro associado à aplicação foliar de boro nas doses de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 L<sup>-1</sup>. Os parâmetros avaliados foram: número de botões florais, número de vagens, comprimento de planta, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz das plantas. Os resultados mostraram que os tratamentos com doses de 0,5 ml/L e 3,0 ml/L de boro foliar, associados ao granulado, proporcionaram os melhores desempenhos, principalmente no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura. Por outro lado, as doses intermediárias (1,0 e 1,5 ml L<sup>-1</sup>) apresentaram os piores resultados.

**Palavras-chave:** Adubação foliar; Fisiologia de plantas, Micronutriente.

### 1 INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertence à família Pedaliaceae, a cultura foi inserida no Brasil no século 16 pelos Portugueses. No Brasil é cultivado tipicamente na região Nordeste, mas caminha para ser explorado e comercializado no Centro-Oeste e no Sudeste (ARRIEL et al, 2009). Os principais países produtores de gergelim são Índia, Myanmar, Sudão e China, que juntos respondem por cerca de 70% da área cultivada mundialmente. No entanto, a cultura é cultivada em aproximadamente 65 países. No Brasil, a área destinada à produção de gergelim representa menos de 0,5% do total mundial (BARROS et al., 2001).

O cultivo de gergelim no Brasil apresenta pouca variação em termos de área plantada e produção ao longo dos anos. Mesmo com a existência de novas tecnologias, a maioria dos produtores ainda enfrentam dificuldades de acesso a esses recursos. Embora haja aumentos na produção em determinadas áreas do país, há também quedas em outras. Esse fenômeno é atribuído a dificuldades climáticas, especialmente no Nordeste (FAO, 2012; KOURI; ARIEL, 2009).

Para que essa planta tenha um bom desenvolvimento, é preciso que ela tenha os nutrientes essenciais disponíveis ao longo do seu ciclo de cultivo. O boro, por exemplo, é



caracterizado como um micronutriente, fundamental para as plantas. O nutriente atua na estruturação e a alongação da planta, auxiliando também na fixação biológica de nitrogênio. Para a fase reprodutiva da cultura ele proporciona um melhor desenvolvimento no tubo polínico e a viabilidade da semente, sendo assim todos esses fatores estão inteiramente associados com a sua produtividade. (BOLAÑOS et al., 2004; HÄNSCH e MENDEL, 2009; GONZÁLEZ et al., 2016). Dentre os micronutrientes, o boro é aquele que frequentemente apresenta resposta às aplicações, devido à sua deficiência ser comum nos solos (RASCHE et al., 2017; ORTÍZ e RASCHE, 2018).

Ainda existem dificuldades em determinar a dose correta de boro devido à pequena diferença entre a quantidade suficiente exigida pelas plantas e a quantidade tóxica. Por isso, é importante entender os efeitos da aplicação de boro em maiores concentrações e como isso pode influenciar no crescimento das plantas (AGUAYO et al., 2015). Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos das diferentes fontes de boro na cultura do gergelim.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação com irrigação por microaspersão e ventilação natural, localizado no Centro Universitário Ingá - UNINGÁ, Rod. PR-317 6114, Maringá, PR, 87035-510 · 7,1 km, com coordenadas geográficas de 23°22'17" S, 51°53'58" W e altitude de 451 metros. Utilizou-se vasos de plástico de 3,6 litros, onde foi adicionado solo e areia com proporção de 2:1. As sementes adquiridas foram da variedade BRS SEDA. Em cada vaso foi semeado 3 sementes, sendo elas com aproximadamente 4cm de profundidade. Para os tratamentos foram utilizadas diferentes fontes de Boro, que estão descritos na tabela 1.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamentos	Produtos	Doses
T1	Granulado Convencional	0 ml L <sup>-1</sup>
T2	Granulado com fonte em Boro + Foliar	0,5 ml L <sup>-1</sup>
T3	Granulado com fonte em Boro + Foliar	1,0 ml L <sup>-1</sup>
T4	Granulado com fonte em Boro + Foliar	1,5 ml L <sup>-1</sup>
T5	Granulado com fonte em Boro + Foliar	2,0 ml L <sup>-1</sup>
T6	Granulado com fonte em Boro + Foliar	2,5 ml L <sup>-1</sup>
T7	Granulado com fonte em Boro + Foliar	3,0 ml L <sup>-1</sup>

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (D I C), com 7 tratamentos (Tabela 1) e 5 repetições. As aplicações do produto BRANDT Manni – Plex B – Moly, adubo foliar com fonte de Boro, foram aplicadas próximo a fase reprodutiva da cultura. A aplicação de Boro foliar foi com 30 DAE (dias após a emergência). Utilizando uma bomba de aspersão de 5 litros.

Os parâmetros avaliados foram: Número de botão floral, número de vagens, comprimento da planta (cm), massa fresca da planta (g), massa fresca da raiz (g), massa seca da planta (g) e massa seca da raiz (g).

Para a avaliação da quantidade de botão floral, foi realizada uma contagem 10 dias após a última aplicação de boro via foliar, para a avaliação final, foi realizada uma nova avaliação de contagem de quantidade de botão floral no final do experimento, juntamente



com a contagem do número de vagens. Para a mensuração do comprimento das plantas, utilizou-se uma trena de 10 metros. A coleta da massa radicular foi realizada por meio de lavagem em água corrente, com o auxílio de peneira, para completa remoção do solo aderido. As determinações de massa fresca e massa seca foram feitas em balança analítica da marca comercial Gehaka. A secagem dos materiais foi conduzida em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C, durante 48 horas. Para a análise dos dados, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e, quando verificada a significância estatística, aplicou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software SISVAR.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na variável número de flores aos 30 dias, o tratamento convencional, granulado com fonte em boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup>, 2,5 ml L<sup>-1</sup> e 3,0 ml L<sup>-1</sup> de boro foliar apresentaram as maiores médias, sem diferença estatística significativa entre si, sendo seguidos do tratamento granulado com fonte em boro + 2,0 ml L<sup>-1</sup> e, posteriormente, pelos tratamentos granulado com fonte em boro + 1,0 ml L<sup>-1</sup>, 1,5 ml L<sup>-1</sup> (Tabela 2). Isso indica que tanto as menores quanto as maiores concentrações de boro foliar foram eficazes na indução floral. Esse efeito pode ser atribuído à atuação do boro em processos reprodutivos, como a formação e viabilidade do grão de pólen e a diferenciação de tecidos florais. Doses baixas suprimiram deficiências do solo, enquanto doses mais altas aumentaram a disponibilidade do nutriente sem causar toxicidade. Já as doses intermediárias podem ter provocado desequilíbrios nutricionais, reduzindo a eficiência fisiológica.

De acordo com Rosolem e Costa, (2000), a disponibilidade de boro exerce papel fundamental no desenvolvimento dos botões florais, visto que esse micronutriente participa ativamente de processos estruturais e fisiológicos essenciais para a planta. Quando há deficiência ou baixa oferta de boro na planta, seu transporte se torna limitado devido à sua baixa mobilidade no floema, conforme relatado por (Shu et al., 1997). Dessa forma, o boro aplicado em determinada região da planta não consegue ser redistribuído para outros tecidos em crescimento, o que compromete o desenvolvimento de estruturas reprodutivas, como os botões florais. **Tabela 2** – Número de flor 30/01/25 (NF 30), comprimento de planta (CP, cm) número de vagens (NV), número de flor 10/02/25 (NF 10), de planta de gergelim submetidas a diferentes concentrações de boro.

TRATAMENTO	NF30	CP	NV	NF10
Granulado convencional	19,8 a	53,8 <sup>ns</sup>	4,2 b	3,4 b
Granulado com fonte em Boro + 0,5 ml Boro foliar	25,8 a	37,4	9,4 a	6,8 a
Granulado com fonte em Boro + 1,0 ml Boro foliar	2,0 c	75,5	0,6 b	6,6 a
Granulado com fonte em Boro + 1,5 ml Boro foliar	5,0 c	75,6	3 b	2,4 b
Granulado com fonte em Boro + 2,0 ml Boro foliar	14,0 b	75,3	1,6 b	3,2 b
Granulado com fonte em Boro + 2,5 ml Boro foliar	23,6 a	88,4	2,2 b	4,6 b
Granulado com fonte em Boro + 3,0 ml Boro foliar	21,0 a	37,2	6,6 a	8,4 a
<i>p</i> -valor	0.0000*	0.2005 <sup>ns</sup>	0.0041*	0.0338*
C.V	33,7	58,2	86,0	60,2
Média Geral	15,9	63,3	3,9	5,0

\*Significativo pelo teste F, ou seja, *p*-valor ≤ 0,05. <sup>ns</sup>. não significativo pelo teste F, ou seja, *p*-valor > 0,05.



Os resultados de comprimento de planta não apresentaram diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Corroborando os achados do presente trabalho Lima et al. (2010), reportaram a ausência de resposta produtiva da cultura do gergelim em função da aplicação de boro, indicando que, sob determinadas condições edafoclimáticas e de manejo, esse micronutriente não exerce influência significativa sobre o desempenho da cultura.

No parâmetro número de vagens, as maiores médias encontradas foram nos tratamentos com aplicação de Granulado com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar com em média 9,4 vagens e granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar possuindo 6,6 vagens na planta, sem diferirem estatisticamente entre si, seguido dos restantes dos tratamentos (Tabela 2). A menor dose pode ter sido suficiente para corrigir deficiências latentes no solo, suprimindo as exigências da cultura justamente em uma fase crítica, como a reprodutiva. Nessa fase, o boro é essencial para a germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico e formação de estruturas florais, como destacado por Marschner (2012) e Taiz et al. (2017).

Mesmo uma quantidade modesta, quando aplicada no momento certo, pode ser altamente eficiente em cultivos com solos deficientes. Já as maiores doses 2,5 e 3,0 ml L<sup>-1</sup>, embora próximas do limite de tolerância, possivelmente não ultrapassaram o limiar de toxicidade, promovendo uma alta disponibilidade de boro na superfície foliar e melhor assimilação do nutriente pela planta. Isso pode ter potencializado os processos de fecundação e desenvolvimento de flores viáveis, refletindo em maior número de flores fecundadas e, conseqüentemente, maior potencial produtivo (CASTILLO, 2016; SHORSHI et al., 2019). Por outro lado, as doses intermediárias 1,0 e 1,5 ml L<sup>-1</sup> podem ter provocado desequilíbrio nutricional, seja por acúmulo localizado de boro em níveis subletais, que inibem parte das funções fisiológicas, seja por competição com outros nutrientes durante a absorção. Esse efeito intermediário, nem deficiente nem ideal, pode resultar em menor eficiência metabólica e redução no número de flores viáveis.

Ao analisar os resultados número de flor 10, os tratamentos apresentaram diferença significativa entre eles. Os tratamentos com aplicação de granulado com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar granulado com fonte em Boro + 1,0 ml L<sup>-1</sup> e Boro foliar granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar foram os tratamentos com as maiores médias sem diferirem estatisticamente entre si, seguidos pelos demais tratamentos (Tabela 2). A deficiência de boro compromete diretamente processos fisiológicos essenciais à produtividade da cultura, como o pegamento das flores, a formação e o enchimento dos grãos, além da síntese de carboidratos e proteínas (FERNANDES, 2006).

O bom desempenho observado nas menores 0,5 ml L<sup>-1</sup> e maiores doses 2,5 e 3,0 ml L<sup>-1</sup> pode ser explicado pela ação do boro em postos-chave do metabolismo da planta. Historicamente, tem-se considerado que a faixa entre os níveis deficientes e tóxicos de boro (B) no solo é bastante estreita, o que demanda um manejo criterioso desse micronutriente nas culturas agrícolas. Contudo, conforme argumentado por Chapman et al. (1997). A menor dose foi suficiente para corrigir deficiências iniciais do solo, permitindo que funções como o crescimento do tubo polínico, a fecundação e o início do enchimento de grãos ocorressem adequadamente. Já as doses mais elevadas aumentaram a disponibilidade do nutriente em momentos de alta demanda metabólica, como a fase reprodutiva, favorecendo a síntese de carboidratos e proteínas, o transporte de açúcares para os órgãos reprodutivos e a manutenção da atividade fotossintética. Além disso, essas doses podem ter contribuído para a integridade das membranas celulares e resistência a estresses, ampliando o potencial produtivo. Em contrapartida, as doses intermediárias podem ter gerado um desbalanço fisiológico, com excesso local de boro que prejudicou reações enzimáticas



sensíveis, resultando em menor eficiência no uso do nutriente e impacto negativo sobre a fecundação e o enchimento dos grãos.

**Tabela 3** – Médias de massa fresca da planta ( MF P ), massa seca da planta ( MS P ), massa fresca da raiz ( MS R ) e massa seca da raiz ( MS R ), de planta de gergelim submetidas a diferentes concentrações de boro.

TRATAMENTO	MF P	MS P	MF R	MS R
Granulado convencional	87,7 <sup>ns</sup>	36,3 b	39,7 a	27,7 a
Granulado com fonte em Boro + 0,5 ml Boro foliar	80,4	41,6 a	46,4 a	26,3 a
Granulado com fonte em Boro + 1,0 ml Boro foliar	80,5	30,1 b	28,5 b	19,7 b
Granulado com fonte em Boro + 1,5 ml Boro foliar	69,6	33,6 b	27,6 b	17,9 b
Granulado com fonte em Boro + 2,0 ml Boro foliar	66,9	33,5 b	26,6 b	17,3 b
Granulado com fonte em Boro + 2,5 ml Boro foliar	85,8	32,3 b	38,0 a	25,7 a
Granulado com fonte em Boro + 3,0 ml Boro foliar	83,8	41,6 a	45,3 a	25,8 a
<i>p</i> -valor	0.3466 <sup>ns</sup>	0.0139*	0.0000*	0.0001*
C.V.	20,8	15,6	16,9	15,5
Média Geral	79,3	35,6	36,0	22,9

\*Significativo pelo teste F, ou seja, *p*-valor ≤ 0,05. <sup>ns</sup>. não significativo pelo teste F, ou seja, *p*-valor > 0,05.

Para a variável resposta à massa fresca da planta, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). A ideia de que a faixa entre a deficiência e a toxidez de boro é muito estreita tem sido questionada por estudos mais recentes, como o de Chapman et al. (1997). Esses estudos mostram que algumas culturas, como o milho, podem receber doses mais altas de boro sem apresentar sintomas de toxidez. Isso pode ocorrer por vários motivos. Um deles é que diferentes espécies e variedades de plantas têm níveis diferentes de tolerância ao boro. Além disso, as características do solo como pH, textura e capacidade de retenção de nutrientes podem influenciar a quantidade de boro realmente absorvida pela planta, mesmo quando a dose aplicada é alta. Outro ponto importante é que as recomendações antigas foram baseadas em tecnologias e métodos menos precisos. Com os avanços no manejo nutricional, hoje é possível aplicar o boro de forma mais eficiente, por exemplo, via foliar, o que reduz o risco de toxidez. Por isso, esses estudos sugerem que pode haver mais flexibilidade no uso do boro do que se pensava, e que os critérios atuais de recomendação podem precisar ser atualizados para permitir uma adubação mais eficiente e segura.

Na massa fresca da planta, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos com aplicação de granulado convencional, granulado com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar e granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar apresentaram as maiores médias, sem diferirem estatisticamente entre si, seguido dos demais tratamentos (Tabela 3). Os resultados deste estudo, em que as menores 0,5 ml L<sup>-1</sup> e maiores doses 2,5 e 3,0 ml L<sup>-1</sup> de boro foliar foram mais eficientes, podem ser explicados pela eficiência da aplicação foliar em aumentar os teores do nutriente nas folhas (Bañuelos et al., 1996; Rosolem e Costa, 2000). Embora o acúmulo de boro nem sempre leve diretamente a maiores produtividades (Carvalho et al., 1996), a presença contínua e em doses adequadas é fundamental para o bom funcionamento fisiológico da planta, especialmente durante a fase reprodutiva. Segundo Sindoni et al. (1994), a falta de boro



afeta principalmente frutos e sementes, o que reforça a importância do fornecimento eficiente em diferentes fases do ciclo, como observado nos tratamentos extremos deste trabalho.

Para a variável resposta massa fresca da raiz, apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos com maior média foram os granulados convencionais, tratamentos granulados com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, granulado com fonte em Boro + 2,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, sem diferirem estatisticamente entre si, seguido dos demais tratamentos em relação aos demais, constatou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Os resultados observados reforçam a importância do boro no desenvolvimento radicular, em especial pela sua atuação na translocação de açúcares para a região das raízes e na manutenção da integridade celular (ONO et al., 1992b). Além disso, seu papel na regulação de auxinas endógenas contribui para o estímulo do crescimento radicular (HERRERA et al., 2004). No entanto, embora esses efeitos sejam fisiologicamente relevantes, o boro não atua diretamente como um indutor de enraizamento, o que explica por que a literatura é majoritariamente voltada ao seu uso em combinação com reguladores de crescimento, como NAA e IBA (MIDDLETON et al., 1978; JARVIS et al., 1984; LEONEL; RODRIGUES, 1993). Tais compostos têm ação direta na formação de raízes adventícias, enquanto o boro funciona de forma complementar, criando condições metabólicas e estruturais mais favoráveis ao enraizamento. Isso justifica a escassez de estudos que avaliem o boro de forma isolada na base de estacas, uma vez que seus efeitos são mais sutis e dependem de interações com outros fatores hormonais e nutricionais.

No parâmetro resposta à massa seca da raiz, o granulado convencional, tratamento granulado com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, granulado com fonte em Boro + 2,5 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> Boro foliar, obtiveram as maiores médias sem diferirem estatisticamente entre si, seguindo dos restantes tratamentos (Tabela 3). Em estudo conduzido em casa de vegetação, Fageria (2000) avaliou o efeito de diferentes doses de boro sobre a produção de matéria seca da soja. Contudo, não está completamente elucidado se esse incremento na produção está diretamente relacionado às doses aplicadas do micronutriente, uma vez que o desenvolvimento do sistema radicular possui influência determinante na absorção de água e nutrientes, sendo fator diretamente associado ao acúmulo de matéria seca (FAGERIA, 2000). Ainda segundo o autor, ao investigar os níveis adequados e os limites de toxidez de boro no cultivo de feijão, em um solo representativo do Cerrado, foi possível constatar que esse elemento exerce influência significativa tanto sobre a produção de matéria seca quanto sobre o desenvolvimento das raízes, especialmente no que se refere ao incremento no comprimento radicular.

## CONCLUSÃO

O tratamento granulado com fonte em Boro + 0,5 ml L<sup>-1</sup> de Boro foliar e granulado com fonte em Boro + 3,0 ml L<sup>-1</sup> de Boro foliar, foram os mais eficientes para o desenvolvimento do gergelim. Já, o tratamento granulado com fonte em Boro + 1,0 ml L<sup>-1</sup> e 1,5 ml L<sup>-1</sup> de Boro foliar apresentaram o menor desempenho.



## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, O. E.; OHKI, K. Cotton response and B distribution from foliar application of B. **Agronomy Journal**, v. 64, p. 1-898, 1972.
- ARIELL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. **A cultura do gergelim**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.
- ARIELL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- BARROS, M. A.; SANTOS, R. F.; BENATI, T.; FIRMINO, P.T. **Importância econômica e social**. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. O agronegócio do gergelim no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 21-35.
- BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.
- BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348p.
- BROWN, P. H.; HU, H. **Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas**. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 4p. (POTAFOS, Informações Agronômicas, 84).
- CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; TAKEITI, C. Y.; BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; FIRMINO, P. de T. **Obtenção de extrudados não expandidos (pellets) de milho e de gergelim integral (*Sesamum indicum* L.)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado Técnico, 169).
- CASTILLO, G. **A importância do boro para cultura da soja**. 05 out. 2016. Disponível em: <<https://3rlab.wordpress.com/2016/10/05/a-importancia-do-boro-para-cultura-da-soja/>>. Acesso em: 07 mar. 2018.
- Dhaliwal, S. S., Sharma, V., Shukla, A. K., Verma, V., Behera, S. K., Sandhu, P. S., Kaur, K., Gaber, A., Althobaiti, Y. S., Abdelhadi, A. A., & Hossain, A. Assessment of agro-economic indicators of *Sesamum indicum* L. as influenced by application of boron at different levels and plant growth stages. **Molecules**, v. 26, n. 21, p. 6699, 2021.
- Dutta, S. Effect of boron and sulphur on yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.). **International Journal of Research in Agronomy**, v. 8, n. 6 H, p. 631–637, 2025.
- EMBRAPA ALGODÃO. **Gergelim BRS Seda**. Campina Grande, 2009. 2. ed. (Folder).
- FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 57-62, 2000.



GOMES, I.; BENETT, C. G.; SILVA, R. L.; XAVIER, R.; SILVA, K.; SILVA, R. A.; CONEGLIAN, R. Boron fertilization at different phenological stages of soybean. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 8, p. 1026-1032, 2017.

HAMIDELDIN, N.; HUSSEIN, O. S. Response of Sesame (*Sesamum indicum* L.) plants to foliar spray with different concentrations of boron. **Journal of the American Oil Chemical Society**, v. 91, p. 1949-1953, 2014.

Khuong N. Q., Thuc L. V., Tran N. T. B., Huu T. G., & Sakagami J. Foliar application of boron positively affects the growth, yield, and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.). **Open Agriculture**, v. 7, p. 30–38, 2022.

LIMA, V. I. **Crescimento e produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro.** 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2006.

SILVA, M. N. da; 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.

SINDONI, M.; ZAMORA, J.; RAMÍREZ, R. Sintomas de deficiência de boro y producción de matéria seca en ajonjolí. **Agronomía Tropical**, v. 44, n. 1, p. 135-150, 1994.

Ono, E. O.; Rodrigues, J. D.; Rodrigues, S. D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de camélia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 4, p.107–112, 1992.

VANIN, A. **Benefícios do boro via foliar para a soja.** 28 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/beneficios-do-boro-via-foliar-para-a-soja/>>. Acesso em: 07 mar. 2018.