

**FONTES E DOSES DE BORO APLICADAS EM PRÉ-SEMEADURA DA SOJA  
SOBRE OS COMPONENTES DE RENDIMENTO**

Felipeh Donaire Rabaioli<sup>1</sup>, Alfredo Richart<sup>2</sup>, Bruno Pentead de Camargo Meneghel<sup>1</sup>,  
Eduardo Henrique Rohde<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, curso de Agronomia, campus Toledo, Paraná. Avenida União, 500, 85902-532, Toledo, Paraná. E-mail: felipehrabaioli@hotmail.com, bruno.m99@hotmail.com, eduardohenriquerohde@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Dr. do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, campus Toledo, Paraná. Avenida União, 500, 85902-532, Toledo, Paraná. E-mail: alfredo.richart@pucpr.br.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de duas fontes e diferentes doses de boro aplicado em pré-semeadura da soja. O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial, em Sistema Plantio Direto localizada no município de Tupãssi - PR. O delineamento utilizado blocos ao acaso com tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x6, ou seja, duas fontes de boro (tetraborato de sódio e ácido bórico) e seis doses (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 g ha<sup>-1</sup> de B), com quatro repetições. Na colheita, foram avaliados a altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de mil grãos e a produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto o efeito das doses de B foram submetidos a análise de regressão a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR. As diferentes doses e fontes de B aplicado em pré-semeadura obtiveram valores significativos para massa de mil grãos, onde foi utilizado a fonte de ácido bórico teve melhores rendimentos, sendo uma estratégia eficiente para suprir as exigências deste micronutriente para soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* L., micronutriente, manejo de adubação.

**Boron sources and doses applied in soybean pre-sowing on yield componentes**

**ABSTRACT:** The present work had as objective to evaluate the efficiency of two sources and different doses of boron applied in pre-sowing of soybean. The experiment was carried out in a commercial farm, in Direct Planting System located in the city of Tupãssi - PR. The design used randomized blocks with treatments arranged in a 2x6 factorial scheme, that is, two boron sources (Sodium tetraborate and Boric acid) and six doses (0, 200, 400, 600, 800 and 1000 g ha<sup>-1</sup> of B), with four repetitions. At harvest, the height of insertion of the first pod, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of a thousand grains and yield were obtained. Data were discovered in the analysis of variance and when, as means were compared to each other by Tukey test at 5% probability, while the effect of B doses were analyzed by a regression analysis at 5% probability, using the SISVAR software. As different doses and sources of B administered in pre-sowing obtained mass values of a thousand grains, where a boric acid source was used, it had better specialties, being an efficient strategy to meet the requirements of this micronutrient for soybean.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* L., micronutrient, fertilization management.

**INTRODUÇÃO**

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior importância econômica no mundo e a sua produtividade é definida pela interação da planta com o ambiente e o manejo, assim,

altos rendimentos somente serão obtidos quando as condições forem favoráveis, em todos os estádios de crescimento da cultura. Com isto, estudos sobre o manejo de solos se tornam fundamentais para aprimorar o rendimento desta cultura (Souza et al., 2008).

As tecnologias para a correção de solo, inoculação de sementes para a fixação biológica do nitrogênio e a adubação com macronutrientes e micronutrientes e os mais devidos manejos, são importantes para que a soja possa expressar o seu máximo potencial produtivo em diferentes condições edafoclimáticas existentes no Brasil (Freitas, 2011).

Os produtos comerciais de adubos com micronutrientes têm crescido nos últimos anos pelos vários resultados positivos mostrados com a sua utilização. Com isso, produtores notaram que com sua utilização é possível aumentar a produtividade e conseqüentemente diminuir os gastos para condução da lavoura. Dessa forma, vários micronutrientes são de extrema importância no cultivo da soja, como o cobalto, boro e molibdênio, cada um responsável por uma atividade na planta (Hansel e Oliveira, 2016).

O boro (B) está relacionado em várias etapas na fase reprodutiva das plantas, na síntese da parede celular. Em situação de elevado pH e elevada saturação de bases, nota-se a deficiência de Boro, não acontecendo o crescimento de novas raízes, de novas brotações, resultando em percas de produtividade (Hansel e Oliveira, 2016). Além disso, Figueiredo et al., (2013) ressaltaram que o B é fundamental na germinação dos grãos de pólen, assim a disponibilidade desse elemento na planta pode aumentar o número de sementes e a fixação das vagens, influenciando no aumento da massa unitária e no aumento da produção. Por isso, é necessário buscar fontes para suprir a exigência da planta, dentre eles estão o ácido bórico (17% de B) e tetraborato de sódio (11,5% de B).

O B é um micronutriente com pouca mobilidade no interior da planta e os sintomas da sua deficiência aparecem nos tecidos jovens. A correção dos teores de boro no solo pode ser de variadas maneiras, como por exemplo a aplicação via foliar e via solo na dessecação pré- semeadura (Castro et. al., 2002).

O meio mais vantajoso é a aplicação via solo na dessecação a qual, possibilita a utilização de uma dose maior, por meio do uso de um produto complexado em cargas orgânicas, que tem liberação gradual e contínua por ação da temperatura, microrganismos e acidez das raízes, sem alta influência sobre a lixiviação, fornecendo B de acordo com a necessidade das plantas (Duarte, 2019).

Solos com textura arenosa e pobres em matéria orgânica sofrem mais com a lixiviação do Boro, e ainda mais quando o local é muito chuvoso. Além disso, possuem outros fatores que influenciam na lixiviação ou adsorção do nutriente, o pH no qual pode ser alterado pela

aplicação de calagem deve estar entre 6 e 7 (Saltali et al., 2005). Nakao et al., (2018) verificaram que não houve diferença estatística nos componentes de produção assim como na fisiologia das sementes da soja quando aplicado o boro via foliar em nenhuma das diferentes doses utilizadas.

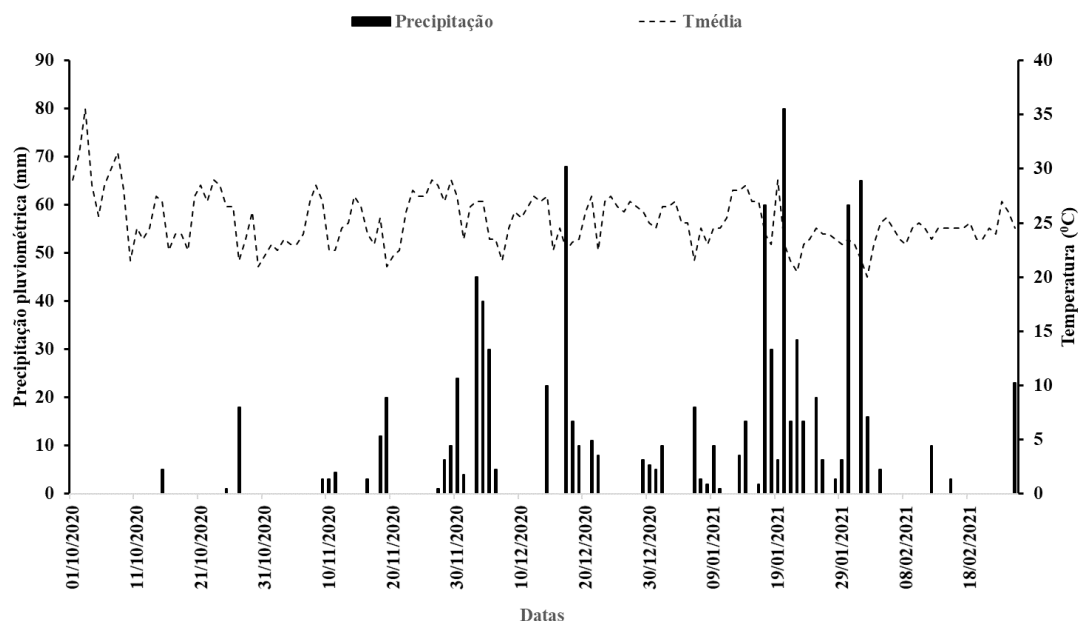
Por outro lado, Pegoraro et al., (2008) sugerem que os teores de B independentemente da textura do solo se mostraram disponível à soja, ou seja, com a adição de diferentes doses de B a partir de 1,5 mg dm<sup>-3</sup> ocorreu aumento a adsorção pelas plantas, mas causa redução na produção de matéria seca da parte aérea nos solos de textura argilosa, média e arenosa com a calagem, cujo o efeito diminui na presença de maiores teores de argila. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de duas fontes e diferentes doses de boro aplicado em pré-semeadura da soja no município de Tupãssi – PR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de campo, em uma lavoura comercial conduzida, localizada no distrito de Brasiliana, município de Tupãssi – PR, nas coordenadas geográficas: latitude 24°42'01"S, longitude 53°30'26,5"W e altitude de 610 m. Com base na classificação climática de Köppen, o clima é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas (Caviglione et al., 2000). Durante a execução do experimento, foram coletados os dados meteorológicos de temperatura e precipitação pluviométrica, conforme Figura 1.

O solo da unidade experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, horizonte A moderado, relevo suave ondulado, textura muito argilosa (Embrapa, 2018). Previamente a instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo característico da região de Tupãssi-PR, na camada de 0 – 20 cm e encaminhada para avaliação da fertilidade (Lana et al., 2016) e análise granulométrica (Embrapa, 1997), apresentando os seguintes resultados: pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>: 5,03; P: 20,94 mg dm<sup>-3</sup>; S: 14,37 mg dm<sup>-3</sup>; Ca, Mg, K e H + Al, respectivamente, 7,67; 2,38; 0,23 e 6,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, 0,30; 7,74; 45,49; 49,54 e 9,11 mg dm<sup>-3</sup>. Enquanto a análise granulométrica apresentou 187,5, 175 e 637,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, areia, silte e argila, conforme (Embrapa, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x6, ou seja, duas fontes de boro (Tetraborato de sódio e Ácido bórico) e seis doses (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 g ha<sup>-1</sup> de B), com quatro repetições, totalizando 44 parcelas. As parcelas terão 4x5m, totalizando 20 metros quadrados, com espaçamento entre linhas de 45 centímetros.



**Figura 1** - Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) ocorridos durante o período de execução do experimento.  
Fonte: Cooperativa Agrícola Moroense (COAMO), Tupãsi – PR.

O ácido bórico e o tetraborato de sódio apresentam em sua composição 17% e 11,5% de B, respectivamente, no qual necessitou fazer os devidos cálculos para alcançar a dose de B igual para ambas as fontes, assim foram aplicados ao solo em pré-semeadura da soja com auxílio de um pulverizador tipo costal à bateria de 16 litros TOYAMA, ajustado com ponta de pulverização tipo leque, pressão constante de 3,0 bar e volume de calda de  $150 \text{ L ha}^{-1}$ .

A dessecação da área foi realizada em pré-semeadura no dia 07 de setembro de 2020, com aplicação de 2,4 D, sal de dimetilamina + glifosato. No dia 23 de setembro, foi aplicado paraquat. No dia 15 de outubro de 2020 foram realizadas as aplicações de boro na pré-semeadura nas parcelas experimentais de maneira separada do herbicida pelo fato de não ser aplicado em área total e para ter maior precisão da dose a ser aplicada na parcela experimental.

A semeadura foi realizada no dia 27 de outubro de 2020, com semeadora VALTRA de 11 linhas no espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 15 sementes  $\text{m}^{-1}$  com população de aproximadamente 333.333 plantas por hectare. A cultivar utilizada foi a P95Y02, reconhecida pelo elevado peso de grãos, resistente ao Nematóide de Cisto raça 3, elevado potencial produtivo, hábito de crescimento indeterminado, superprecocidade com estabilidade, permitindo a segunda safra, tolerante à chuva na colheita (Pioneer, 2019). A adubação de base foi de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante formulado 3-21-21.

Durante todo o ciclo da cultura foi realizado o monitoramento de pragas e doenças que causam danos a cultura. Ao longo do ciclo foram realizadas três aplicações de fungicida, sendo

a primeira aplicação no estágio R1 com prothioconazol (175 g L<sup>-1</sup>) + trifloxistrobina (150 g L<sup>-1</sup>). Na segunda aplicação, foi aplicado em estágio R4 epoxiconazol (50g L<sup>-1</sup>) + fluxapirroxade (50 g L<sup>-1</sup>) + piraclostrobina (81 g L<sup>-1</sup>). Já na terceira aplicação em estágio R5.4 picoxistrobina (200 g L<sup>-1</sup>) + ciproconazol (80 g L<sup>-1</sup>). Sendo que todas as aplicações realizadas foram feitas previamente para o manejo de controle das principais doenças, sendo elas *Phakopsora pachyrhizi*, *Corynespora cassiicola*, *Cercospora kikuchii*, *Septoria glycines*, e demais doenças do ciclo.

Para o controle de pragas, foram realizadas quatro aplicações de inseticida, sendo que na primeira, foi realizada a aplicação de zeta-cipermetrina (200 g L<sup>-1</sup>) + bifentrina (180 g L<sup>-1</sup>), na segunda aplicação, utilizou-se cipermetrina (250 g L<sup>-1</sup>), na terceira aplicação tiametoxan (141 g L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (106 g L<sup>-1</sup>), e na quarta aplicação bifetrina (50 g L<sup>-1</sup>) + carbosulfano 150 (g L<sup>-1</sup>). Com esses ingredientes ativos foi possível o controle *Anticarsia gemmatalis*, *Bemisia tabaci* raça B., *Euschistus heros*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Pseudoplusia includens* e *Diabrotica speciosa*.

A colheita foi realizada no dia 17 de fevereiro de 2021, em que foram avaliados altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de mil grãos e a produtividade. Assim, foram selecionadas aleatoriamente 10 plantas de cada repetição para a avaliação de altura de inserção da primeira vagem (AIV), contagem as vagens por planta (NVP) e, posteriormente, selecionou-se 20 vagens para contagem do número de grãos por vagem (NGV) e os respectivos valores foram anotados.

A produtividade de grãos foi obtida após a coleta manual e trilha mecânica de cada parcela de 20 m<sup>2</sup>, porém foi utilizado apenas 9m<sup>2</sup>, eliminando as bordaduras. Para a determinação da massa de mil grãos, foram contadas e pesadas oito repetições de 100 sementes de cada amostra e utilizou-se a fórmula indicada nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). A massa de grãos obtida foi pesada para determinar a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, a qual foi ajustada para 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto que o efeito das doses de B foram submetidos a análise de regressão a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação as fontes de boro estudadas, foram verificadas diferenças significativas (p<0,05) para massa de mil grãos (MMG) com a fonte ácido bórico, proporcionando aumento

de 1,81g em comparação a fonte de tetraborato de sódio (Tabela 1). Enquanto para altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e produtividade não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as fontes avaliadas (Tabela 1). Além disso, desdobrando a interação fonte dentro de cada dose, observa-se que ocorreram diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para AIV, NVP e MMG (Tabela 2). Porém, quando analisamos a interação dose dentro de cada fonte, ocorreram diferenças significativas para AIV, NGV, MMG e produtividade conforme as figuras 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Analisando o componente de rendimento AIV, foi possível notar a diminuição (Figura 1) conforme aumentada as doses B com a fonte de ácido bórico, já utilizando o tetraborato de sódio mostrou grande oscilação desse componente rendimento, porém quando comparada com a testemunha, mostrou-se eficiente em diminuir a AIV, apesar de não ter sido encontrada diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre as fontes (Tabela 1).

**Tabela 1** - Resultados médios para os componentes de rendimento altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade em função da aplicação de fontes e doses de B aplicados em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR

Fonte	AIV — cm —	NVP	NGV	MMG — g —	Produtividade — kg ha <sup>-1</sup> —
Ácido bórico	14,05 <sup>1</sup>	33,38	2,12	161,07 a	3.790
Tetraborato de sódio	14,15	33,60	2,11	159,26 b	3.763
Dose de B (kg ha <sup>-1</sup> )					
0,0	16,38	33,20	2,00	156,3	3.448
0,2	13,63	33,35	2,10	159,1	3.712
0,4	13,80	33,40	2,10	160,2	3.743
0,6	14,50	33,40	2,15	161,6	3.866
0,8	12,85	33,40	2,20	162,2	3.967
1,0	13,48	34,20	2,14	161,5	3.924
Valor do F <sub>C</sub>					
Bloco	2,21 <sup>NS 2</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	2,58 <sup>NS</sup>
Fonte (F)	0,17 <sup>NS</sup>	0,38 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	23,04 <sup>**</sup>	0,12 <sup>NS</sup>
Dose (D)	17,07 <sup>**</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	1,53 <sup>NS</sup>	22,54 <sup>**</sup>	3,95 <sup>**</sup>
F x D	3,88 <sup>**</sup>	1,74 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	1,98 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	5,99	3,65	7,27	0,82	7,14
Média geral	14,10	33,49	2,11	160,17	3.777

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

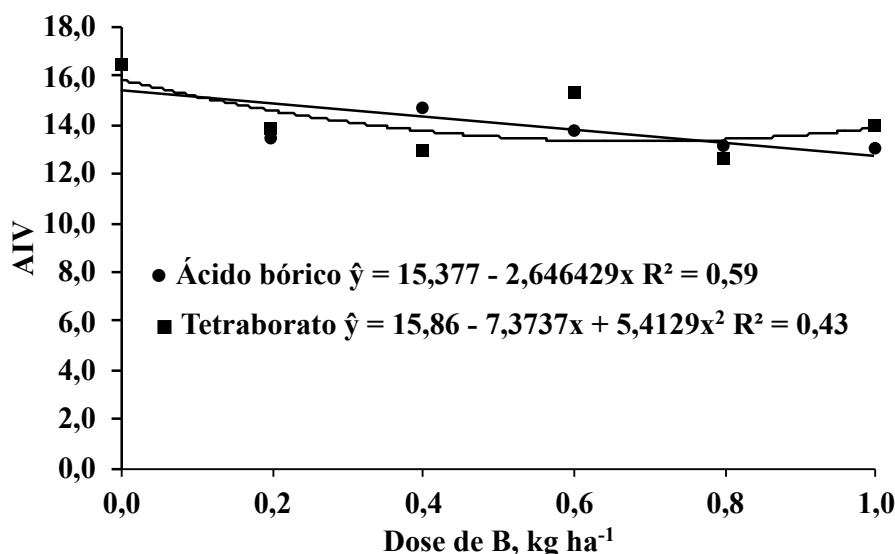
<sup>2</sup> NS, \* e \*\*, respectivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Em relação a fonte dentro de cada dose (Tabela 2) para o AIV, houve diferença significativa ( $p<0,05$ ) para as doses de 0,4 e 0,6 kg ha<sup>-1</sup> de B, no qual chamou atenção para 0,4



kg ha<sup>-1</sup> de B para a fonte tetraborato de sódio, com AIV de 12,90cm, mostrando que houve menor abortamento de vagem, pelo fato que o boro estar relacionado com a germinação do grão de pólen, no qual pode desencadear abortamento de flores e vagens (Souza & Roman, 2018).

E ainda, analisando a interação dose dentro de cada fonte (Figura 2), nota-se que o tetraborato de sódio respondeu até a dose de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B podendo estar relacionado com a baixa precipitação de água no início do ciclo da cultura provocando alterações fisiológicas na planta, causando a queda prematura de estruturas reprodutivas.



**Figura 2** - Resultados médios para o componente de rendimento altura de inserção da primeira vagem (AIV) em função da aplicação de fontes e doses de B aplicados em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR.

Esta variável torna-se uma importante característica agrônômica principalmente em relação a colheita mecanizada (Medina, 1994) em que segundo Queiroz et al., (1981) a altura mínima ideal é de 13 cm. De acordo com Silva (2018), que realizou um trabalho em diferentes épocas para aplicação de B via foliar (V3 e R5) e em diferentes doses (0, 100, 200 e 400 g ha<sup>-1</sup> de B), assim encontrou diferenças significativas para o AIV. Conforme Kappes et al., (2008), notou-se que tanto as épocas (V5, V9 e R5) como as doses (0, 100, 200, 300 e 400 g ha<sup>-1</sup> de B) utilizadas não influenciaram de maneira significativa a altura de inserção da primeira vagem.

Para o componente de rendimento NVP, no qual não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as fontes avaliadas (Tabela 1), foi possível verificar um pequeno aumento de vagens até a dose de 0,6 kg ha<sup>-1</sup> com a fonte de ácido bórico, e que ainda para as doses de 0,8 e 1 kg ha<sup>-1</sup>, o número de vagens começaram a diminuir, sendo que em 1 kg ha<sup>-1</sup>, observou números menores do que a testemunha.

**Tabela 2** - Resultados médios para os componentes de rendimento altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade em função da interação entre as fontes e doses de B aplicadas em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR

Dose de B (kg ha <sup>-1</sup> )	AIV		NVP		NGV		MMG		Produtividade	
	Ácido	Tetra	Ácido	Tetra	Ácido	Tetra	Ácido	Tetra	Ácido	Tetra
	cm				g				kg ha <sup>-1</sup>	
0,0	16,38 a	16,37 a	33,20 a	33,20 a	2,00 a	2,00 a	156,20 a	156,30 a	3.448 a	3,447 a
0,2	13,40 a	13,85 a	33,30 a	33,40 a	2,10 a	2,11 a	159,42 a	158,85	3.712 a	3.711 a
0,4	14,70 a	12,90 b	33,30 a	33,50 a	2,10 a	2,15 a	161,13 a	159,36 a	3.752 a	3.734 a
0,6	13,70 b	15,30 a	33,80 a	33,00 a	2,10 a	2,20 a	162,99 a	160,22 b	3.856 a	3.876 a
0,8	13,10 a	12,60 a	33,70 a	33,10 a	2,20 a	2,10 a	163,46 a	161,00 b	4.029 a	3.905 a
1,0	13,05 a	13,90 a	33,00 b	35,40 a	2,20 a	2,08 a	163,17 a	159,83 b	3.944 a	3.905 a
D.M.S.	1,21		1,76		0,22		1,88		387,98	

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Já quando utilizada a fonte do tetraborato de sódio, o NVP oscilou com valores altos e baixos conforme o aumento das doses de B, havendo aumento até atingir o maior número em 1 kg ha<sup>-1</sup> do micronutriente. Em trabalho realizado por Musskopf e Bier (2010), avaliaram os efeitos de diferentes doses de boro e cálcio (0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha<sup>-1</sup>) via foliar na soja, observaram maior NVP na dose de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante utilizado.

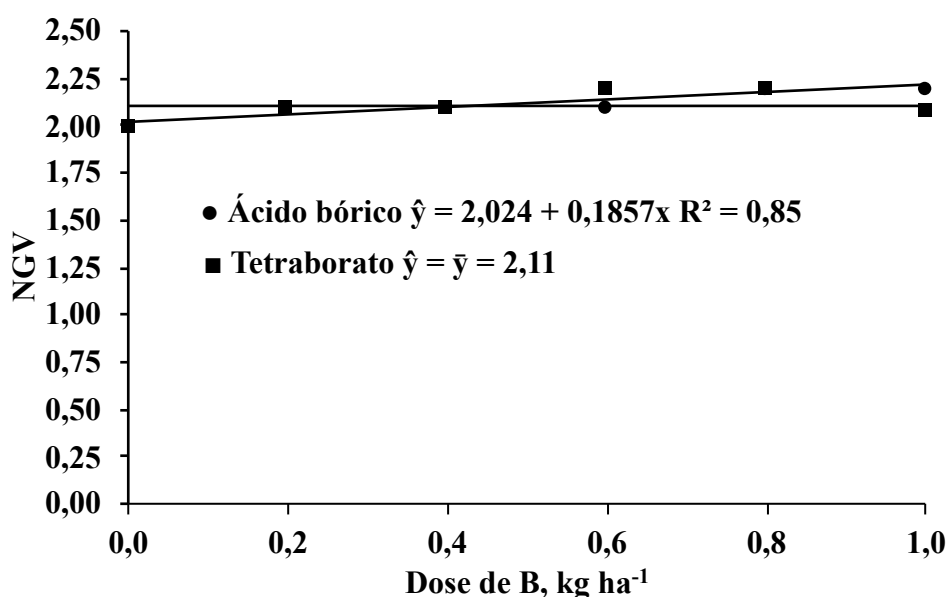
Quanto a interação fonte dentro de cada dose (Tabela 2) em relação a NVP, observa-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a dose de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de B, no qual, a fonte tetraborato de sódio proporcionou 2,40 vagens planta<sup>-1</sup> a mais do que a fonte ácido bórico. Porém, analisando o componente NGV para mesma dose, nota-se que o ácido bórico foi superior em 0,12 grãos vagem<sup>-1</sup> do que quando utilizado o tetraborato de sódio (Tabela 2).

O NGV não foi influenciado pelas fontes de B utilizadas (Tabela 1), porém houve aumento de 0,2 grãos vagem<sup>-1</sup> quando comparado com a testemunha, deixando evidente a importância da utilização desse nutriente na pré-semeadura pensando na formação de vagens e grãos. Rossoni et al. (2017), não encontraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para o NVP e NGV. Brighenti et al. (2006), constataram que a adição de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de B proporcionou aumentos consideráveis no NVP e NGV, bem como na produtividade da cultura da soja.

Comparando a interação dose dentro de cada fonte, o componente NGV apresentou uma resposta linear (Figura 3) para o ácido bórico, no qual também pode ser explicado por Prado, (2008) pois ele afirma que o boro influencia na retenção de vagens recém-formadas, além do transporte interno de açúcares, amido, nitrogênio e fósforo, auxiliando então, na maior formação de grãos por vagem. Bevilaqua et al., (2002) afirmam que o B aplicado na fase de florescimento e na floração, promoveram aumento no número de grãos por vagem. Spote (2016) verificou que a água pode lixiviar o B e resultar em menor eficiência da adubação. Mundstock; Thomas (2005), afirmam que o NGV é o componente de rendimento que sofre menor variação em diferentes tipos de manejos. Santos (2013) estudando o efeito da aplicação foliar de Ca e B em dois estádios fenológicos da soja (R1 e R3), não observou incrementos para os componentes de produção NVP e NGV para as doses e nem para as épocas de aplicação deste micronutriente.

A MMG, podemos ver que apresentou o melhor resultado foi 163,46 g (Tabela 2) tendo como fonte de boro o ácido bórico com 0,8 kg ha<sup>-1</sup> de B, devido ao fator desse ácido ser mais solúvel do que o tetraborato de sódio. Além disso, o boro auxiliar no transporte de açúcares para as regiões propagativas, e estar envolvido na formação do tubo polínico, germinação de pólen e auxílio na floração. E ainda, notou-se falta de chuva no início da cultura e chuvas tranquilas no meio do ciclo, tendo como resposta positiva do boro por ele não ter sido lixiviado.

Na interação fonte dentro de cada dose para esse componente, foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) a partir da dose de  $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de B (Tabela 2), com destaque para a dose de  $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$  de B com a fonte de ácido bórico, obtendo  $163,46 \text{ g}$ . O fato do ácido bórico estar sendo superior pode ser explicado pela sua maior solubilidade no solo, além de aumentar a relação fonte-dreno da planta, necessitando assim, suprir a maior demanda de açúcares para maiores quantidades de grãos, tendo grãos mais pesados (Malavolta et al., 2002).



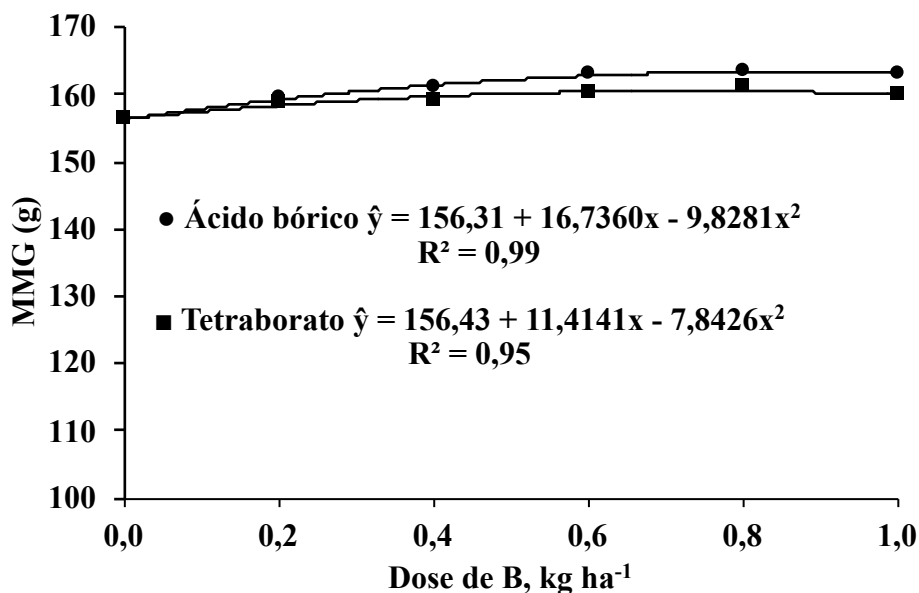
**Figura 3** - Resultados médios para o componente de rendimento número de grão por vagem (NGV) em função da aplicação de fontes e doses de B aplicados em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR.

O ácido bórico, na interação dose dentro de cada fonte, alcançou níveis maiores que o tetraborato de sódio, tendo seus pontos máximos de  $0,85$  e  $0,73 \text{ kg}$ , respectivamente (Figura 4). Isso pode ter ocorrido pela maior facilidade de a planta absorver o ácido bórico, e ainda pela falta de chuva no início da cultura, propiciou um desenvolvimento radicular maior e consequentemente aéreo, que futuramente resultou em maiores taxas fotossintéticas, aumento peso dos grãos.

No trabalho realizado por Calonego et.al., (2011), onde foram aplicadas diferentes doses de boro em diferentes estádios da cultura, porém não foram encontradas diferenças significativas, tendo média de aproximadamente  $128 \text{ g}$ , inferior ao encontrado neste trabalho. Rocha et. al., (2012), encontrou valores maiores que este trabalho para a massa de mil grãos, valores próximos a  $207 \text{ g}$ , porém sem diferenças significativas.

Para produtividade, que é o resultante de todo o processo de condução, manejo, condições climáticas, intervenção biótica e abiótica de um sistema de produção, não foram

encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as fontes avaliadas (Tabela 1). Porém, nota-se um acréscimo de produtividade até a dose de  $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$  para fonte ácido bórico. Chama a atenção que em  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  essa produtividade cai, mostrando que o B em excesso não é viável para planta, sendo importante uma análise de solo antes de sua aplicação.

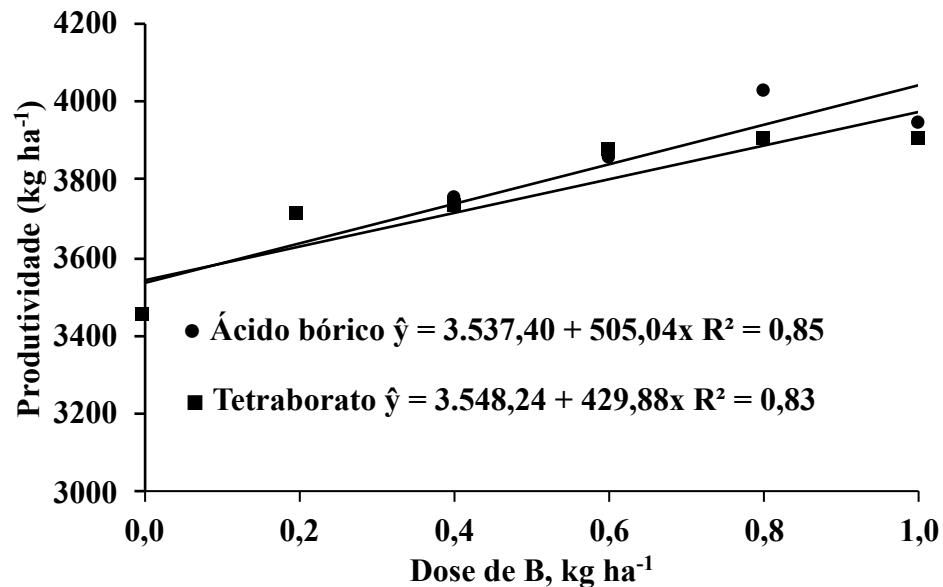


**Figura 4** - Resultados médios para o componente de rendimento massa de mil grãos (MMG) em função da aplicação de fontes e doses de B aplicados em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR.

Analisando interação dose dentro de cada fonte (Figura 5) nota-se um aumento de produtividade claro conforme foi aumentado a quantidade de B aplicado na pré-semeadura, tendo o ácido bórico uma curva mais acima alcançando o  $4000 \text{ kg ha}^{-1}$  de produtividade. Levando em consideração o ano agrícola da soja, sendo com variabilidade de precipitação, as doses contendo os teores mais altos de B, fizeram com que as plantas obtivessem um maior aproveitamento e distribuição de nutrientes, assim proporcionando maior produtividade. No entanto, este fato deve ser levado em consideração juntamente com as variáveis NGV e NVP, que são os principais componentes de rendimento da cultura. Kappes et al. (2008), em trabalho semelhante, observaram que as doses e modo de aplicação de B não influenciaram a produtividade da cultura da soja. Schon & Blevins (1990), observaram um aumento na produtividade de soja tratada com B foliar, tendo este aumento ocorrido em função da produção de maior número de ramos e de vagens nos ramos.

Conforme os dados meteorológicos coletados (Figura 1), o manejo de dessecação pré-semeadura se mostrou eficiente devido à falta de pluviosidade no início do ciclo da cultura. Sendo assim, as doses de B aplicadas não sofreram lixiviação associado ao B do produto estar

ligado a um complexo de proteínas que favorece sua adsorção, reduzindo desta forma sua lixiviação. Com a normalização das chuvas no meio do ciclo da soja, o B foi sendo disponibilizado para a planta conforme a água infiltrava no solo.



**Figura 5** - Resultados médios para os componentes de rendimento massa de mil grãos (MMG) e produtividade em função da aplicação de fontes e doses de B aplicados em pré-semeadura da cultura da soja na safra 2020/2021 em Tupãssi, PR.

Em trabalho realizado por Fujiyama (2019), a aplicação de B em Latossolo de textura argilosa com baixo teor de B disponível, aliviou os efeitos da restrição hídrica em soja nos estádios de florescimento e produção. O B aumentou a taxa fotossintética, o potencial hídrico das folhas, auxiliou no uso mais eficiente da água e promoveu aumento no crescimento e produtividade de soja cultivada no teor de água correspondente a 60% da umidade da capacidade de campo.

## CONCLUSÕES

As diferentes doses e fontes de B aplicado em pré-semeadura obtiveram valores significativos para massa de mil grãos, onde utilizando a fonte ácido bórico teve melhores rendimentos, sendo uma estratégia eficiente para suprir as exigências deste micronutriente para soja.

## REFERÊNCIAS

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.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; FERNANDES, P.B. **Aplicação simultânea de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e na nutrição mineral das culturas de soja e girassol**. Planta Daninha, Viçosa - Mg, v. 24, n. 4, p. 797-804, maio 2006.

CALONEGO, J. C.; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C. H. dos. **Adubação boratada foliar na cultura da soja**. Colloquium Agrariae. 2011. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/530>. Acesso em: 4 abril 2021.

CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. **Mistura em tanque de boro e herbicidas em semeadura convencional de girassol**. Embrapa Soja, Londrina - Pr, fev. 2002. CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

DUARTE, Giuliana Rayane Barbosa. **O MANUAL RÁPIDO DO MANEJO DE BORO NAS PLANTAS**. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/boro-nas-plantas/#:~:text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20boro%20pode,%2C60%20mg%2Fdm%C2%B3>). Acesso em: 6 abr. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. SIBCS.3. ed. Brasília, DF: Embrapa solos, 2013, p. 176. FIGUEIREDO, M. A.; PIO, R.; SILVA, T. C. & SILVA, K. N. **Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2013

FREITAS, M. de C. M. de; **A Cultura Da Soja No Brasil: O Crescimento Da Produção Brasileira E O Surgimento De Uma Nova Fronteira Agrícola**. Centro Científico Conhecer – Goiânia, 2011.

FUJIYAMA, B. S. **Boro melhora a fotossíntese, alivia os danos da restrição hídrica, promove o crescimento e produtividade em soja**. 2019. 68 f. tese (doutorado) - curso de agronomia, universidade federal rural da amazônia, belém - pa, 2019. disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/687/1/boro%20melhora%20a%20fotoss%C3%ADntese%20alivia%20os%20danos%20da%20restri%C3%A7%C3%A3o.pdf>.> acesso em: 6 abr. 2021.

HANSEL, F. D.; OLIVEIRA, M. L. de. **Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil**. International Plant Nutrition Institute (IPNI), 2016.

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

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

MEDINA, P.F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo.** Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1994.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, S. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre: Departamento de Palmas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MUSSKOPF, C.; BIER, V. A. **Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja.** Cultivando o saber. Cascavel, v. 3, n. 4, p. 83-91, 2010.

NAKAO, A. H.; COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; SOUZA, M. F. P.; DICKMANN, L.; CENTENO, D. C.; CATALANI, G. C. **Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco.** Revista de ciências agronômicas. Ilha Solteira - SP, 2018.

PEGORARO, R. F.; NETO, J. A. dos S.; SILVA, I. R. da; FONTES, R. L. F.; FARIA, A. F. de; MOREIRA, F. F. **Crescimento de soja em solos em resposta a doses de boro, calagem e textura do solo.** *Ciência e Agrotecnologia.* Lavras – MG, 2008.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas.** São Paulo: UNESP, 2008.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita mecânica.** In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil.** Campinas: ITAL, 1981. p.701-10

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude.** Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 1, p.154-162, 2012.

ROSSONI, E.; WENZEL, C. F.; WOTROVSKI, C.; STREFLING, M. A.; MARCHIORI, R. V. K.; RICHART, A. **Aplicação de boro em pré-semeadura na cultura da soja.** Disponível em: <<https://www.cicapucpr.com.br/arquivos/trabalhos/358/aplicacao-boro-em-presemeadura-na-cultura-soja.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2021.

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

SANTOS, E. A. D. **Influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós- floração sobre os componentes de produção e na produtividade da soja.** 2013.78 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Do Piauí, Teresina, 2013.

SCHON, M. K.; BLEVINS, D. G. **Foliar boron applications increase the final number of branches and pods on branches of field-grown soybean.** Plant Physiology, v. 92, p. 602-607, 1990.

SILVA, G, F, da. **Doses e épocas de aplicação de boro via foliar em soja.** Faculdade Evangélica de Goianésia. Goianésia-GO, 2018.

SOUZA, E. S. de; ROMAN, M. da S. **Adubação foliar com boro em diferentes estádios fenológicos da soja.** Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MT, 2018.

SOUZA, L. C. D. de; SÁ, M. E. de; CARVALHO, M. A. C. de; 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. Paraíba, 2008.

SPOTE, M. M.; **Aplicação de doses de boro no solo em pré-semeadura na cultura da soja.** 2016. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo - PR, 2016.