

Desempenho agronômico de soja associado à adubação complementar de base

Agronomic performance of soybean associated with complementary base fertilization

Desempeño agronómico de la soja asociada a fertilización base complementaria

Cristiano Vargas Klimaczewski

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: cristiano.klima@outlook.com

Diego Nicolau Follmann

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: diego.follmann@ufsm.br

Alencar Junior Zanon

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: alencarzanon@hotmail.com

Emilso Damm dos Santos

Mestre em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: emilsoeds@gmail.com

Guilherme Bergeijer da Rosa

Mestre em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: eng.guilhermerosa@gmail.com

Anderson Crestani Pereira

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: acrestanipereira@gmail.com

Onássis Deivis Schlösser

Mestre em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: onassisdeivis@gmail.com

Julia Charão Ferreira

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: jcharaoferreira@gmail.com

Tainá Mueller dos Santos

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: taina.mueller.s@gmail.com

Eduarda Müller

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: eduarda.muller@acad.ufsm.br

RESUMO

A soja é uma cultura de importância mundial que exige nutrição adequada para seu crescimento e desenvolvimento. A adubação de base com fertilizantes contendo boro, cálcio, magnésio, enxofre e extratos marinhos podem promover respostas significativas no desenvolvimento da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cultura da soja à aplicação da adubação complementar de base com Ca, S, B e Mg em solo de textura arenosa na região da campanha do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O experimento foi conduzido a campo no município de Rosário do Sul - RS no delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram: Tratamento 1 – testemunha (sem adubo complementar); Tratamento 2 – CaltiMare®; Tratamento 3 – Calti Mag+SB®; e Tratamento 4 – Caltim+SB®, todos incorporados ao solo no momento da semeadura após a adubação de base com nitrogênio, fósforo e potássio realizada alguns dias antes em área do total do experimento. Portanto, os resultados evidenciam respostas significativas aos fertilizantes complementares CaltiMare® e Caltim+SB® quando incorporados ao solo no momento da semeadura para as variáveis massa de mil grãos e produtividade de grãos de soja.

Palavras-chave: cálcio, enxofre, magnésio, nutrição de plantas, produtividade de grão, *Glycine max*.

ABSTRACT

Soybean is a crop of global importance that requires adequate nutrition for its growth and development. Base fertilization with fertilizers containing boron, calcium, magnesium, sulfur and marine extracts can promote significant responses in crop development. This study aimed to

evaluate the response of soybean crops to the application of complementary base fertilization with Ca, S, B and Mg in sandy soil in the Campanha region of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The experiment was conducted in Rosário do Sul - RS, the field and the experimental design adopted was randomized blocks, with 4 treatments and 6 replications, totaling 24 experimental units. The treatments were: Treatment 1 – control (without supplementary fertilizer); Treatment 2 – CaltiMare®; Treatment 3 – Calti Mag+SB®; and Treatment 4 – Caltim+SB®, all incorporated into the soil at the time of sowing after base fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium, for all treatments. Therefore, the results show significant responses to the complementary fertilizers CaltiMare® and Caltin+SB® when incorporated into the soil at the time of sowing for the variables thousand-grain mass and soybean grain productivity.

Keywords: calcium, sulfur, magnesium, plant nutrition, grain yield, *Glycine max*.

RESUMEN

La soja es un cultivo de importancia mundial que requiere una nutrición adecuada para su crecimiento y desarrollo. La fertilización base con fertilizantes que contienen boro, calcio, magnesio, azufre y extractos marinos puede promover respuestas significativas en el desarrollo de los cultivos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de soja a la aplicación de fertilización de base complementaria con Ca, S, B y Mg en suelo arenoso en la región de Campanha del estado de Rio Grande do Sul, Brasil. El diseño experimental adoptado fue de bloques al azar, con 4 tratamientos y 6 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: Tratamiento 1 – testigo (sin fertilizante adicional); Tratamiento 2 – CaltiMare®; Tratamiento 3 – Calti Mag+SB®; y Tratamiento 4 – Caltim+SB®, todos incorporados al suelo al momento de la siembra previa fertilización básica con nitrógeno, fósforo y potasio, para todos los tratamientos. Por tanto, los resultados muestran respuestas significativas a los fertilizantes complementarios CaltiMare® y Caltin+SB® al incorporarlos al suelo al momento de la siembra para las variables masa de mil granos y productividad del grano de soja.

Palabras clave: calcio, azufre, magnesio, nutrición vegetal, productividad de granos, *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) no Brasil apresenta grande importância entre as culturas semeadas, sendo a oleaginosa que apresenta maior área de produção, posicionando o país como grande produtor e exportador mundial (Conab, 2024). O potencial de produtividade deste grão vem crescendo consideravelmente ao longo dos anos, sendo este fenômeno associado aos avanços científicos em função do melhoramento genético das cultivares, à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo e às condições de fertilidade do solo (Bertolin *et al*, 2010).

Em função do aumento de áreas cultivadas, bem como a necessidade de aumento do rendimento nas lavouras de soja do Brasil, os estudos têm se ampliado extensivamente a fim de buscar formas para melhorar os níveis de produtividade de grãos e reduzir custos de produção, como a seleção dos cultivares, densidade adequada de plantas, controle das plantas daninhas e pragas, além de alternativas como o uso de fertilizantes (Balbinot Junior *et al.*, 2017). O fornecimento de macro e micronutrientes, por meio da fertilização, é uma técnica que tem como finalidade alterar os processos fisiológicos, como por exemplo, promover o aumento da taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes de soja (Veiga *et al.*, 2010), bem como aumentar o comprimento de plântula e potencial de armazenamento, com a finalidade de incrementar a produção agrícola (Vieira, 2001).

Os teores de nutrientes nos solos brasileiros, de modo geral, não são elevados, situando-se geralmente na faixa de baixo a médio (Santos *et al.*, 2018.). Neste sentido, muitos estudos relatam sobre a importância da adubação com os nutrientes Boro (B), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) na cultura da soja (Nakao, 2018; Musskopf; Bier, 2010; Sfredo; Borkert, 2004). Ao passo que B é um micronutriente essencial ao crescimento e desenvolvimento da soja e na produção de sementes e grãos (Tomicioli; Leal; Coelho, 2020), o Ca desempenha um importante papel na síntese da parede celular, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, sendo um nutriente imprescindível para a formação de legumes (Furlani *et al.*, 2001). Já o Mg está envolvido no processo de fotossíntese, sendo o átomo central da molécula de clorofila, e promove a ativação de várias enzimas (Do Nascimento, 2009), enquanto S faz parte da composição de alguns aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina) e, devido a isso está presente em todas as proteínas vegetais (Broch *et al.*, 2011).

Além dos minerais, os biofertilizantes marinhos têm apontado resultados promissores, tanto em relação ao aumento do rendimento quanto à qualidade dos cultivos, e cuja eficácia atribui-se à presença de macro e micronutrientes, aminoácidos, entre outros compostos biologicamente ativos, que em concentrações variadas atuam de forma sinérgica no desenvolvimento vegetal de vários tipos de culturas (Khan *et al.*, 2009; Craigie, 2011). Além disso, extratos de algas são constituídos por citocininas e outros compostos que possuem atividade similar à de alguns hormônios vegetais, e que também podem estimular o aumento da produção nas plantas (Khan *et al.*, 2009; Rayorath *et al.*, 2008). Neste contexto, a escolha de fontes para o fornecimento de nutrientes é de grande importância. O ideal é que seja composto

de uma ampla diversidade de substâncias a fim de contribuir para o aumento da produtividade dos cultivos de forma economicamente sustentável. Como exemplo temos os fertilizantes minerais tradicionalmente com nitrogênio, fósforo e potássio e outros disponíveis para a adubação complementar com altas concentrações de Ca, S e Mg.

Estudos com a adubação complementar de base são limitados na literatura brasileira. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cultura de soja à aplicação da adubação complementar de base com Ca, S, B e Mg em solo de textura arenosa na região da campanha do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado em Rosário do Sul (24° 17' S e 55° 02' W), em solo de tipo areno, típico da região da campanha do estado do Rio Grande do Sul, em local com altitude de 132 m, no ano agrícola de 2024. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical úmido com verões quentes (Cfa) (Kuinchtner; Buriol, 2016), e a área experimental possui solo classificado como Argisolo Amarelo Distrófico (Santos *et al.*, 2018). Para o melhor desenvolvimento da cultura, foram realizadas a análise e a correção do solo com calagem entre os dois cultivos de verão. O estudo foi conduzido a campo, com utilização da cultivar BMX FIBRA, com semeadura realizada em dezembro de 2023 e colheita em maio de 2024. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais, cada uma composta por 10 m de comprimento e 3,7 m de largura perfazendo 37 m².

Os resultados da análise química do solo antes da semeadura, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, mostraram as características químicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo antes da semeadura, no local de condução do experimento.

Profundidade (cm)	pH em água (1:1)	Ca	Mg	Al	CTC	Saturação (%)		SMP Índice	MO (%)	P Mehlich (mg dm ⁻³)	K
						Al	Base				
0 a 10	5,7	6,5	2,8	0,0	9,7	0,0	75,4	4,5	2,8	14,9	132,0
10 a 20	4,8	4,0	1,2	0,2	5,6	4,5	46,1	5,7	1,7	4,7	40,0

Características químicas do solo antes da semeadura: profundidade da camada avaliada (cm), pH, níveis de Ca, Mg, Al, CTC (capacidade de troca de cátion), saturação de bases (%), índice SMP (correção de acidez do solo), MO (matéria orgânica), P e K.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base na interpretação da análise de solos, foi obtida a indicação dos valores necessários via adubação de base de 80 kg de P₂O₅ e 80 kg de K₂O, considerando uma perspectiva de produção de 4.000 kg ha⁻¹. Todos os tratamentos receberam adubação de base 400 kg ha⁻¹ de adubo comercial NPK (05-20-20) antes da semeadura do experimento, fornecendo 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 80 kg de K₂O. No momento da semeadura, foram aplicado os tratamentos de adubação complementar com os adubos Caltimare[®], Caltin + SB[®] e Calti Mag +SB[®], foi realizada a adubação sólida granulada na dosagem de 400 kg ha⁻¹. Os tratamentos foram conduzidos da seguinte forma: Tratamento 1 – testemunha (sem adubação complementar); Tratamento 2 – CaltiMare[®]; Tratamento 3 – Calti Mag+SB[®]; e Tratamento 4 – Caltim+SB[®], todos incorporados ao solo no momento da semeadura. A composição dos fertilizantes consistiu em CaltiMare[®]: 18,5% Ca (25% CaO), 6,6% Mg (11% MgO), 5% S (12,5% SO₃) e 0,15% B, Calti Mag +SB[®]: 18,5% Ca (25% CaO); 6,6% Mg (11% MgO); 5% S (12,5% SO₃); 0,15% B e Caltin +SB[®]: 25,8% Ca (36% CaO); 5% S (12,5% SO₃); 0,15% B. A colheita foi realizada de forma manual após a maturação fisiológica. Os demais tratos culturais seguiram a recomendação técnica para a cultura da soja.

Foram avaliadas as variáveis número de ramificações laterais (NR), número de legumes (NL), massa de mil grãos (MMG), altura da planta (AP) e produtividade de grãos (PROD). Onde para a determinação das variáveis NR, NL, MMG e AP, foram coletadas 5 plantas por unidade experimental. E para a PROD foi realizado a colheita de 3 m², e correção de umidade dos grãos, para a umidade de 13% a fim de determinar a produtividade de grãos. Foram realizadas avaliações dos pressupostos de normalidade dos erros e de homoscedasticidade das variâncias. Onde foram efetuadas a aferição dos pressupostos de normalidade através da aplicação do teste de Shapiro Wilk, e de homoscedasticidade das variâncias pelo teste de Bartlett. E realizada a análise de variância (ANOVA) a fim de verificar a existência de diferenças entre os tratamentos. As médias

das variáveis foram submetidas ao teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro, utilizando o software Graph Pad Prism.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos fertilizantes aos quais a cultura da soja foi submetida, onde as variáveis MMG e PROD, demonstraram diferença entre os tratamentos que compõem o estudo (Tabela 2). A precisão experimental foi classificada como média através da análise de variância (Gomes, 1990). De forma abrangente, observa-se maior coeficiente de variação para as variáveis qualitativas dos tratamentos, que podem ser explicadas em decorrência da semeadura tardia. Além disso, é possível verificar que não houve diferenças significativas no NR, NL e AP, da cultura da soja testada com os fertilizantes Caltimare[®], Caltin + SB[®] e Calti Mag +SB[®].

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância (ANOVA) das variáveis analisadas em função de diferentes adubações na cultura da soja. Rosário do Sul, RS, Brasil, 2024.

FV	GL	AP	NL	NR	MMG	PROD
Trat	6	63,41ns	34,77ns	0,49ns	1251,25*	359392,71
Blocos	3	36,51ns	11,52ns	0,29ns	103,98ns	65506,69ns
Erro	15	32,16	28,07	0,45	247,71	74605,50
Média	-	90,38	41,83	4,60	127,10	2427,39
CV (%)	-	6,27	12,66	14,60	12,38	11,25

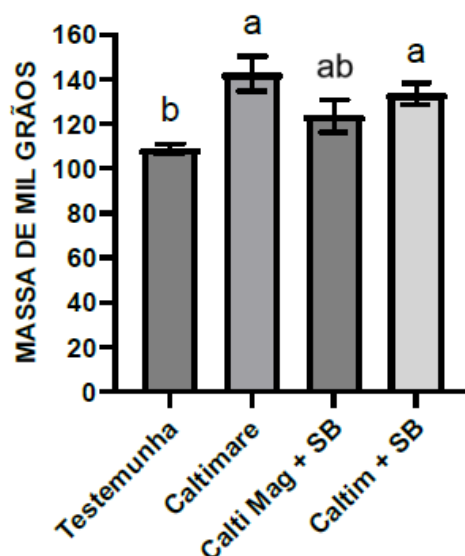
FV: Fontes de variação; Trat: Tratamentos; GL: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação experimental (%); AP: altura de planta (cm); NL: número de legumes por planta; NR: número de ramificações laterais por planta; MMG: massa de mil grãos (g); PROD: produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ns – não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os fertilizantes Caltimare[®] e Caltin + SB[®] atingiram a média de 142,5 g com intervalo de confiança de $\pm 18,9$ e $133,4 \pm 8,86$ respectivamente, para a variável massa de mil grãos (Figura 1), sendo superiores a testemunha, onde foi obtido média de 108,8, com intervalo de confiança de $\pm 5,44$, proporcionando aumento significativo na MMG para os tratamentos com os fertilizantes CaltiMare[®] e Caltin + SB[®], sendo superiores estatisticamente aos demais tratamentos.

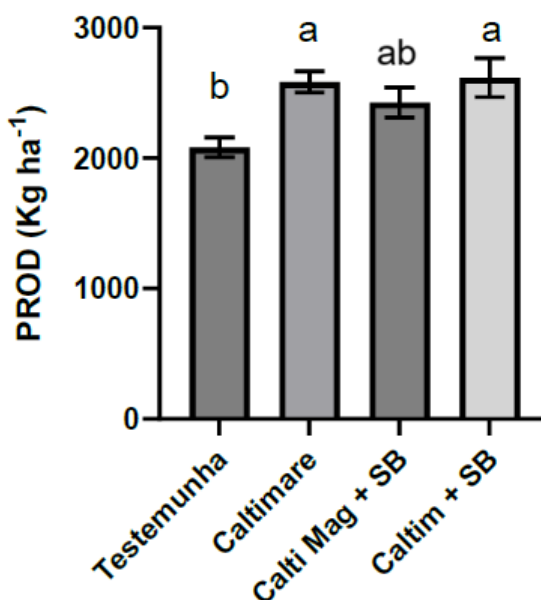
Figura 1. Massa de Mil Grãos (MMG em g) de soja associado ao uso de adubação complementar de base (Tratamento 1 – testemunha (sem adubação complementar); Tratamento 2 – Caltimare®; Tratamento 3 – Calti Mag+SB®; e Tratamento 4 – Caltim+SB®), Rosário do Sul - RS, 2024.



*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a variável PROD (Figura 2), o tratamento Caltimare® produziu $2.579,7 \pm 199,52 \text{ kg ha}^{-1}$ e Caltin + SB® $2.426,11 \pm 366,48 \text{ kg ha}^{-1}$, apresentaram produtividades de grãos de soja superiores do ponto de vista estatístico em relação ao tratamento testemunha que obteve produtividade de grãos de $1.811,23 \pm 185,23 \text{ kg ha}^{-1}$. E em contraponto temos o tratamento Calti Mag + SB® que obteve produtividade de grãos de $2.295,64 \pm 284,41 \text{ kg ha}^{-1}$, não diferendo do tratamento testemunha ou dos demais tratamentos com fertilização de micronutrientes na base.

Figura 2. Produtividade de grãos de soja associado ao uso de adubação complementar de base (Tratamento 1 – testemunha (sem adubação complementar); Tratamento 2 – Caltimare®; Tratamento 3 – Calti Mag+SB®; e Tratamento 4 – Caltin+SB®), Rosário do Sul - RS, 2024.



*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Em relação a variável MMG, que apresenta relação direta com a produtividade de grãos na cultura da soja e é um dos componentes de produtividade de grãos, podendo ser associado à determinação antecipada do potencial de produtividade de grãos de uma lavoura comercial (Dalchiavon; Carvalho, 2012; Pies, 2019). Neste sentido, os resultados de MMG e PROD corroboram com Dalchiavon e Carvalho (2012), indicando que MMG refletiu o aumento da PROD induzida por Caltin + SB® e Caltimare®. Em contrapartida, os parâmetros NR, NL e AP não apresentaram resultado significativo. Entretanto, sabe-se que dentre a grande variabilidade de cultivares, componentes como número de legumes por planta, número de grãos por legumes e massa de grãos podem apresentar ampla variação de valores médios (Dalchiavon; Carvalho, 2012). Sendo assim, podemos inferir que para a cultivar BMX FIBRA o efeito dos fertilizantes Caltin + SB® e Caltimare® na PROD ocorreu também em função do aumento de valores da MMG.

Segundo Arteca (1996), fertilizantes podem atuar isoladamente ou em combinação na promoção do desenvolvimento das plantas. Neste sentido, o Caltimare® e os fertilizantes químicos Calti Mag +SB® e Caltin + SB®, trazem em comum a associação dos nutrientes Ca, S, B. O cálcio se apresenta como um elemento estrutural das plantas e imprescindível para a

formação de legumes (Fernandes; Souza; Santos, 2018). De forma que podemos verificar através do relatado por Turkiewicz (1976) e Souza *et al.* (2008), que independente da fonte o Ca^{2+} aumentou a produção de grãos e de pesos de sementes de soja. Já observando o micronutriente enxofre, é destacado por Malavolta *et al.* (2006), a importância deste elemento devido à presença na composição de todas as proteínas vegetais. Onde Vitti *et al.* (2007) demonstraram que a aplicação de S no solo aumenta a produção de grãos em soja, de forma semelhante ao que ocorre com a aplicação de S via foliar.

Com relação ao B, estudos indicam que a aplicação via foliar deste elemento é uma das principais formas de fornecimento deste micronutriente (Cerutti, *et al.*, 2019; Nakao, *et al.*, 2018), obtendo bons rendimentos nos parâmetros de produtividade em diferentes períodos vegetativos e reprodutivos da soja. Dessa maneira foi verificado por Raimundi, Moreira e Turri (2013), aumento dos valores dos componentes de produtividade da soja no tratamento com Boro no sulco de semeadura e no início do florescimento. Sendo assim, é possível sugerir que as alterações fisiológicas induzidas por estes nutrientes influenciam no aumento da densidade dos grãos no interior do legume, que resultou na diferença de PROD e MMG entre os tratamentos testados com relação a testemunha.

Para o tratamento com Caltimare[®], o uso deste fertilizante a base de extrato de algas demonstrou ganhos produtivos significativos para a cultura da soja. Esse efeito se justifica, além do efeito dos macros e micronutrientes, devido ao extrato de algas ser uma fonte aminoácidos e de citocininas (Reiber; Nueman, 1999), cujas suas propriedades promovem a divisão celular, produzindo efeito sobre a expansão foliar (Musgrave, 1994). Embora não tenha sido observada diferença significativa das ramificações laterais e altura da planta, é possível inferir que o fornecimento de aminoácidos e de citocinina via semente, possivelmente contribuiu para um maior desenvolvimento do sistema radicular destas plantas, condicionando a uma maior absorção de nutrientes e água, aumentando desta forma a massa de mil grãos e a produtividade em kg ha^{-1} . CaltiMare[®], Calti Mag + SB[®] também possuem Mg, um mineral importante para o processo de fotossíntese. No solo onde foi desenvolvido o experimento, observou-se uma concentração alta de Mg. Nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm de profundidade, encontramos a concentração de 2,8 (cmolc dm^{-3}) e 1,2 (cmolc dm^{-3}), respectivamente, fator que explica a baixa efetividade no uso deste mineral, visto que já estava presente em quantidades satisfatórias (SBCS, 2016). Neste sentido, é possível verificar que o Mg teve limitada contribuição no aumento para PROD nos

experimentos onde foram adicionados CaltiMare[®] e Calti Mag + SB[®], possivelmente em função da quantidade já observada por meio da análise de solo do local do experimento.

A adubação complementar de base com CaltiMare[®] e Caltin+SB[®] proporcionou resultados estatisticamente superiores em termos de massa de mil grãos e produtividade de grãos, em comparação ao tratamento testemunha, possivelmente devido a uma ação sinérgica dos vários componentes contidos em ambos os fertilizantes, que fornecem os nutrientes essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e dos grãos. Sugere-se novos estudos, com variação de épocas de cultivo, locais de cultivo (com diferentes tipos de solos), associado a um maior número de cultivares, para uma melhor avaliação da tecnologia de adubação complementar em um sentido amplo.

4 CONCLUSÃO

Portanto, para o cultivo de soja em solo de textura arenosa na região da campanha do estado Rio Grande do Sul para a variável produtividade de grãos, foram observadas respostas significativas para a adubação complementar com a presença de Ca, S e B na ordem de 29,78% e 25,35% para os tratamentos com a presença CaltiMare[®] e Caltin+SB[®], respectivamente em relação à testemunha (sem adubação complementar).

Para a variável massa de mil grãos, os tratamentos com a presença de Ca, S e B (CaltiMare[®] e Caltin+SB[®]) foram superiores estatisticamente ao tratamento testemunha (sem adubação complementar).

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico (CNPq) e bolsa FIPE.

REFERÊNCIAS

- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. Springer Science & Business Media, 1996.
- BALBINOT JUNIOR, A. A., et al. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016)**, Londrina: Embrapa, 2017.
- BERTOLIN, D. C. et al. **Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes**. Bragantia, v. 69, p. 339-347, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000200011>.
- BROCH, D. L. et al. **Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre**. Revista Ciência Agronômica, v. 42, p. 791-796, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300027>.
- CERUTTI, P. H. et al. **Adubação foliar com boro em sistema de plantio direto na cultura da soja**. Revista Científica Rural, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra brasileira 2023/2024. Safra de Grãos, 5º Levantamento**. CONAB, 2024.
- CRAIGIE, J.S. **Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture**. Journal of Applied Phycology, v. 23, p. 371-393, 2011.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. **Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja**. Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p541>
- DO NASCIMENTO, R. et al. **Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio**. Revista Ceres, v. 56, n. 3, p. 364-369, 2009.
- FERNANDES, Manlio. S.; SOUZA, Sonia R.; SANTOS, Leandro A. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa: SBCS, 2018.
- FURLANI, A. M. C. et al. **Exigência a boro em cultivares de soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, p. 929-937, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000400016>.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba. Nobel, 1990.
- KHAN, W. et al. **Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development**. Journal of Plant Growth Regulation, New York, v. 28, p. 386-399, 2009. DOI 10.1007/s00344-009-9103-x.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. **Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite**. *Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas*, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

MALAVOLTA, E. et al. **Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar Natal**. *Revista Brasileira de fruticultura*, v. 28, p. 506-511, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300036>.

MUSGRAVE, M. E. **Citocininas e processos oxidativos**. In: *Citocininas*. CRC Press, p. 167-178, 2019.

MUSSKOPF, C., BIER, V. A. **Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (Glycine Max)**. *Revista Cultivando o Saber*, v. 3, n. 4, p. 83-91, 2010.

NAKAO, A. H. et al. **Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco**. *Revista Cultura Agronômica*, v. 27, n. 3, p. 312-327, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n3p312-327>.

PIES, E. S. **Massa de mil grãos de soja em diferentes manejos de ferrugem asiática**. *SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS*, v. 9, 2019.

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

RAYORATH, P. et al. **Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.** *Journal of Applied Phycology*, Dordrecht, v. 20, p. 423-429, 2008. DOI 10.1007/s10811-007-9280-6.

REIBER, J. M.; NUEMAN, D. S. **Hybrid weakness in *Phaseolus vulgaris* disruption of development and hormonal allocation**. *Plant Growth Regulators*, v. 24, p. 101-106, 1999.

SFREDO, G. J., BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. *Revista Cultura Agronômica*, v. 27, n. 3, p. 312-327, 2004.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina/ sociedade brasileira de ciência do solo – Núcleo Regional Sul**. Comissão de química e Fertilidade do solo- RS/SC, 2016.

SOUZA, L. C. D. et al. **Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro**. *Revista de biologia e ciências da terra*, v. 8, n. 2, p. 37-44, 2008.

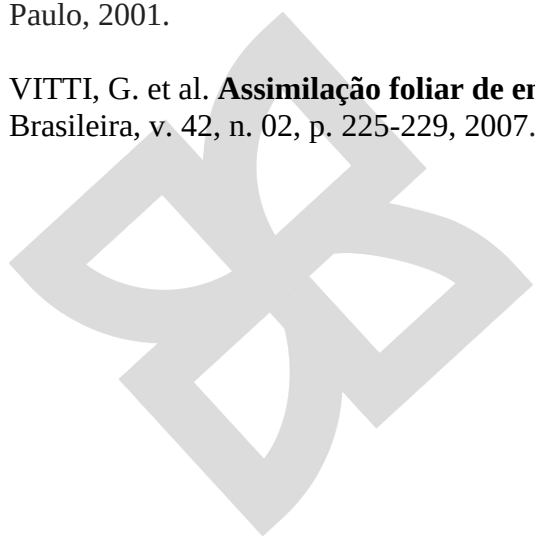
TOMICIOLI, R. M., LEAL, F. T., COELHO, A. P. **Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café.** South American Sciences, Brasil, v. 2, n. 1, p. e21100, 2020. DOI: 10.17648/sas.v2i1.100. DOI: <https://doi.org/10.17648/sas.v2i1.100>

TURKIEWICZ, L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1976.

VEIGA, A. D. et al. **Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja.** Ciência e Agrotecnologia, v. 34, p. 953-960, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400022>

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (Glycine max (L.) Merrill), feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) e arroz (Oryza sativa L.).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2001.

VITTI, G. et al. **Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 02, p. 225-229, 2007.

REVISTA
DELOS