

## Efeito da aplicação de aminoácidos e fertilizantes foliares na cultura da soja

Gustavo Rogerio de Freitas, Curso de Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Sandro Fabiano dos Santos, Curso de Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Antônio Krenski, docente do curso de Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil [antonio.krenski@grupointegrado.br](mailto:antonio.krenski@grupointegrado.br)

**Resumo:** A cultura da soja (*Glycine max*) tem se destacado ao longo dos anos como uma das principais commodities agrícolas do Brasil, sendo ela essencial para a economia e para o abastecimento mundial de alimentos e insumos industriais. Dentre as várias ferramentas utilizadas para o aumento de produtividade, destaca-se o uso de fertilizantes foliares, cuja aplicação visa suprir deficiências nutricionais, devido às condições de deficiência nutricional dos solos de cada região produtora de soja. Com isso, o presente estudo teve como objetivo demonstrar os efeitos da aplicação foliar de nutrientes e aminoácidos na cultura da soja. Para a condução da experimentação, utilizou-se a cultivar Lança IPRO Brasmax, aplicando-a uma adubação de base de superfosfato simples (supersimples), a fim de visualizar o potencial de incremento de produtividade dos produtos utilizados. A análise individual dos tratamentos foliares foi conduzida em um delineamento em blocos casualizados, contendo cinco tratamentos distintos, cada tratamento com cinco repetições. Entretanto, os resultados não demonstraram incrementos significativos na produtividade em comparação à testemunha, a qual apresentou maior rendimento médio. Com base nisso, conclui-se que o uso de fertilizantes foliares deve ser feito de forma estratégica e baseada em diagnóstico técnico, considerando as condições específicas de cada área. A simples adoção dessa ferramenta, sem o devido cuidado aos demais fatores que influenciam o desempenho da cultura, pode não resultar em retorno econômico viável. Portanto, o manejo nutricional via foliar deve ser integrado a um sistema de produção bem estruturado, visando à sustentabilidade e à maximização dos resultados agronômicos.

**Palavras-chave:** Adubação, estádios fisiológicos, blocos casualizados, *Glycine max*

**Abstract:** Abstract: The soybean crop (*Glycine max*) has stood out over the years as one of Brazil's main agricultural commodities, being essential for the economy and for the global supply of food and industrial inputs. Among the various tools used to increase productivity, foliar fertilizers are notable, as their application aims to supply nutritional deficiencies resulting from the nutrient limitations commonly found in the soils of each soybean-producing region. Thus, the present study aimed to demonstrate the effects of foliar application of nutrients and amino acids on soybean crops. For the experiment, the cultivar Lança IPRO Brasmax was used, and a base fertilization of single superphosphate was applied in order to assess the yield-enhancing potential of the tested products. The individual analysis of the foliar treatments was carried out in a randomized block design, consisting of five distinct treatments, each with five replications. However, the results did not show significant increases in productivity compared to the control, which presented the highest average yield. Based on this, it is concluded that the use of foliar fertilizers must be carried out strategically and grounded in technical diagnosis, considering the specific conditions of each area. The simple

adoption of this tool, without proper attention to other factors influencing crop performance, may not result in an economically viable return. Therefore, foliar nutritional management should be integrated into a well-structured production system, aiming at sustainability and the maximization of agronomic results.

**Keywords:** Fertilization, physiological stages, randomized blocks, Glycine max

## INTRODUÇÃO

A busca de novas alternativas para aumento de produtividade na cultura da soja tem sido um constante objetivo de produtores e pesquisadores, neste contexto, a eficiência da adubação foliar está diretamente relacionada à adequação das condições edafoclimáticas, como a fertilidade do solo, a disponibilidade de água, a temperatura ambiente e a sanidade da lavoura. Quando esses elementos se apresentam em desequilíbrio ou são negligenciados, a resposta da planta aos foliares tende a ser limitada ou até mesmo inexistente, como enfatizado por Mallarino e Ul-Haq (1998). Por exemplo, em solos com elevada acidez, deficiência de macro e micronutrientes ou compactação, o potencial produtivo da soja já se encontra comprometido, tornando a aplicação de foliares um investimento de retorno duvidoso (BEUTLER; CENTURION, 2004). Da mesma forma, o estresse hídrico, comumente enfrentado em determinadas fases do ciclo da soja, reduz a absorção e a translocação dos nutrientes aplicados via folha, comprometendo a eficácia do manejo (SETÚBAL et al., 2023).

Além disso, o controle de doenças é outro pilar essencial para o bom desempenho da cultura. A presença de pragas e doenças pode interferir diretamente na fisiologia da planta, afetando sua capacidade de responder positivamente a qualquer estímulo nutricional. Aplicar foliares em uma lavoura acometida por patógenos ou infestada por pragas pode não apresentar resultados positivos, caso essas adversidades não estejam previamente controladas. A temperatura e a umidade relativa do ar no momento da aplicação também são variáveis determinantes, pois influenciam diretamente na absorção dos produtos foliares.

A cultura da soja (*Glycine max*), desempenha um papel fundamental na economia agrícola do Brasil, sendo uma das principais commodities exportadas pelo país. Por se tratar de uma cultura bastante importante, buscamos cada vez mais aumentar nossas produções, para que obtenhamos produtividades cada vez maiores e para que consigamos suprir a necessidade da população, que aumenta a cada ano que se passa.

Uma das barreiras para grandes produções são os altos níveis nutricionais exigidos pela planta, tudo isso para que ela possa expressar altos níveis de produção. Nesse contexto, a aplicação de nutrientes via foliar torna-se uma opção complementar viável economicamente falando, para suprir a deficiência de nutrientes que a planta possui, que ocorre devido ao manejo inadequado, muitas vezes ocasionado pelo alto custo de manutenção do solo, que pode variar entre 20% a 30% ao custo total da produção (MALLARINO; UL-HAQ, 1998).

Sabe-se que atualmente persistem grandes problemas com solos mal estruturados e longos períodos de estiagem, tudo isso somado à alta pressão de pragas, possui tendência a cada vez mais diminuir a produção de nossas áreas agricultáveis. Afinal, se faz extremamente necessário uma estruturação de solo, no que se refere à composição de matéria orgânica, nutrientes e microbiota ativa. Entretanto, essa estrutura leva algum tempo para ser realizada e deve ser acompanhada de boas práticas e orientações a campo (BEUTLER; CENTURION, 2004).

É importante salientar que com esse trabalho, não possuímos a intenção de substituir a adubação de base pela nutrição via foliar, mas sim comprovar uma opção para suprir deficiências nutricionais com a utilização de nutrientes e aminoácidos pela absorção via foliar. Enquanto não alcançamos esse solo estruturado, a utilização de foliares, consorciado com boas práticas de estruturação de solo, pode ser uma opção atrativa para o agricultor (MALLARINO; UL-HAQ, 1998). Dessa forma, esse trabalho pretende demonstrar resultados obtidos com a aplicação de aminoácidos e nutrientes foliares como uma alternativa de aumento na produtividade, levando em consideração a deficiência de nutrientes encontrada nos solos em nossa região.

## MÉTODOS

O trabalho de experimentação foi realizado em uma propriedade de Campo Mourão-PR, com Latitude  $-23^{\circ}59'24''S$  e Longitude  $-52^{\circ}21'36''O$ , com altitude média de 560 m em relação ao nível do mar, possuindo índices pluviométricos entre 1400 mm e 1500 mm anuais, em solo com textura Latossolo Vermelho Distroférrico.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizada a cultivar Lança IPRO Brasmax, Intacta RR2 PRO que possui um ciclo médio com um grupo de maturação 5.8 (116 dias) e um PMG de 177 gramas, tendo sido semeada no dia 08/10/2024, seguindo a recomendação do obtentor da cultivar a semeadura foi realizada com 16 sementes por metro, para a adubação de base foi utilizado 124 kg/ha de super-simples, em espaçamento de 0,45 cm. Também foi realizada a inoculação via sulco de plantio, com (*Bradyrhizobium japonicum*), com dose de 5 ml para 3 kg de sementes.

O delineamento utilizado, foi em blocos casualizados, contendo cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por três diferentes adubos foliares, Tork, Orggam e Promolt, contendo 25 parcelas com 11,25m<sup>2</sup> cada parcela, totalizando 281,25m<sup>2</sup> de experimentação. No momento da colheita, foram avaliadas as variáveis de altura de plantas, número de vagens por planta, distância de entrenós, quantidade de nós por planta, massa de 1000 grãos, produtividade kg ha<sup>-1</sup>, percentual de umidade do grão.

Para a avaliação das variáveis foram separadas 10 plantas de maneira aleatória de cada parcela. Para a coleta da variável altura de plantas foi utilizada uma trena simples com unidade de medida padrão em centímetros e milímetros, na coleta da variável número de vagens foram retiradas e contadas todas as vagens das dez plantas de cada parcela, durante a análise da variável, distância de entrenós, foi

utilizado um paquímetro com escala em centímetros e milímetros, já para a determinação da variável número de nós por planta, foi realizada a contagem da quantidade de nós nas dez plantas de cada parcela, para a variável massa de mil grãos, foi seguido o método da regra de análise de sementes, que estabelece que para a determinação da massa de mil grãos, deve ser contadas 8 repetições de 100 grãos cada repetição, realizada a pesagem de cada amostra de 100 grãos em balança de precisão com três casas decimais, tarefa realizada no laboratório de sementes do centro universitário Integrado, após a pesagem das oito amostras, foi realizada a média de peso entre as amostras, e multiplicada por dez, obtendo o valor da massa de mil grãos, esta operação foi realizada para cada uma das 25 amostras. Para a determinação do rendimento em kg ha<sup>-1</sup>, foi realizada a colheita da cultura, descartando 0,5 metros em cada extremidade da parcela e utilizando apenas as duas linhas centrais da parcela, eliminando o máximo possível de qualquer influência de aplicação da parcela vizinha, a pesagem da produtividade foi realizada também no laboratório de sementes do centro universitário Integrado, com o auxílio de uma balança de precisão de três casas decimais, para a determinação do percentual de umidade dos grãos foi utilizado um determinador de umidade da marca Motomco, modelo Esi 999, com aferição pelo inmetro para padrão exportação, aparelho pertencente a uma propriedade rural situada no município de Campina da Lagoa.

Em relação aos tratos culturais durante o desenvolvimento do experimento, foi realizado o controle de plantas daninhas com o herbicida glifosato 720 WG, na dosagem de 1,5 quilos por hectare, aplicado com a utilização de um pulverizador de CO<sub>2</sub>, em vazão constante de 138,10 litros por hectare, com ponta de pulverização do tipo cone vazio, em velocidade média de 4,5 km/h.

No experimento também foi realizado o controle de pragas e doenças com fungicidas e inseticidas em área total, de modo que pudessem ser avaliados apenas os resultados obtidos em função dos nutrientes aplicados via foliar. Foram realizadas três aplicações de fungicidas ao longo do ciclo da cultura: a primeira no dia 23/11/2024 (estádio fenológico V6 e V7), a segunda no dia 05/12/2024 (estádio fenológico R1) e a última no dia 17/01/2025 (estádio reprodutivo R6).

Tabela 1. Valores médios de doses, e princípios ativos, do protocolo de herbicidas utilizados durante a experimentação, Campo Mourão- Pr, 2025.

Aplicação	Herbicidas	Princípio ativo	Dose
Primeira	Select 240 EC	Cletodim	300 ml/ ha
Segunda	Glifosato 720 WG	Glifosato	1,5 kg/ha

Tabela 2. Valores médios de doses, e princípios ativos, do protocolo de fungicida realizado durante a experimentação Campo Mourão- Pr, 2025.

Aplicação	Fungicidas	Princípio ativo	Dose
Primeira	Score Flexi	Propiconazol; Difenoconazol	300 ml/ ha
Segunda	Fox Xpro	Bixafem Proticonazol Trifloxistrobina	500 ml/ha
Terceira	Vessária	Picoxistrobina; Benzovindiflupir	200 ml/ha

Tabela 3. Valores médios de doses, e princípios ativos, do protocolo de inseticida realizado durante a experimentação, Campo Mourão- Pr, 2025.

Aplicação	Inseticidas	Princípio ativo	Dose
Primeira	Engeo pleno S	Tiametoxam, Lambda Cialotrina	300 ml/ ha
Segunda	Curbox	Etiprole	750 ml/ha

Tabela 4. Valores médios de dose, garantia de teores totais solúveis em água, recomendação, volume de água utilizados nos tratamentos aplicados e vazão Campo Mourão-PR, 2025.

Variável	Orggam+	Orggam	Promolt	Test	Tork
DS	$\Sigma$ (T2, T3 e T4)	18,83	6,09	00	3,61
GTTSA	$\Sigma$ (T2, T3 e T4)	B,0,5%; Ca: 1%; Cu:0,2%; Fe:0,1%; K2O:8%; Mg:0,5%; Mn:0,5; Mo:0,1% N:15%; P2O5:8%; Zn:1%	K2O: 25% S:25%	00	N: 5,5% P2O5:2%
RC	$\Sigma$ (T2, T3 e T4)	2,500	840	00	250
AG	06	02	02	00	02
VZ	138,10	138,10	138,10	00	138,10

\*DS: Dose, GTTSA: Garantia de teores totais solúveis em água, RC: Recomendação, AG: Água e VZ: Vazão; \*

Os dados experimentais obtidos no estudo foram submetidos à análise estatística por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o objetivo de comparar as médias dos tratamentos e identificar diferenças significativas entre eles. Esse procedimento permitiu uma interpretação mais precisa dos resultados, garantindo maior confiabilidade às conclusões e possibilitando avaliar com rigor o desempenho de cada tratamento dentro das condições experimentais avaliadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os elementos minerais essenciais são divididos em macro e micronutrientes, de acordo com as quantidades relativas presentes nos tecidos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2013). Dessa forma, cada nutriente exerce uma função específica no metabolismo das plantas, sendo relevante destacar que a manifestação dos sintomas de deficiência ou de excesso está relacionada à mobilidade desses elementos no floema, característica que varia conforme o comportamento individual de cada nutriente. A presença de quantidades adequadas em todas as partes da planta, seja por meio da solução do solo ou pela aplicação foliar, é indispensável. Assim, compreender os mecanismos de absorção e transporte dos nutrientes essenciais torna-se fundamental quando analisados em conjunto com o metabolismo vegetal.

Segundo Borkert (1987), aplicação de nutrientes diretamente nas folhas das plantas, com o objetivo de melhorar as exigências de nutrientes pelas plantas, não é uma opção recente, sendo conhecida há mais de um século, no entanto apenas recentemente passou a ser estudada de forma mais aprofundada em comparação a outros métodos de fertilização.

Conforme Rosolém (1984), mesmo com todos os conhecimentos, e algumas vantagens sobre a aplicação de nutrientes via foliar, este tipo de aplicação possui várias limitações, a aplicação de sais solúveis, somente deve ser realizada em baixa concentração, por isso deve ser feita em várias aplicações para suprir as necessidades da planta, caso não seja tomado os devidos cuidados, em relação a concentração, pode haver queima das folhas pelo excesso de nutrientes.

Apesar da marcha de absorção de nutrientes ocorrer em maior volume durante o florescimento e enchimento de grãos, para a maioria dos nutrientes, as maiores quantidades são absorvidas depois do florescimento, este fato está ligado à elevada taxa de movimentação de nutrientes observada na planta durante este período, Rosolém & Boaretto (1989).

As evidências científicas que defendem esse método de adubação, são baseadas no fato de que, desde o início do estágio reprodutivo até a maturação, isto é, da floração em diante, a atividade das raízes e a absorção de nutrientes diminuem. Ao mesmo tempo, ocorre uma intensa redistribuição de nutrientes das folhas para os grãos em pleno enchimento. A oferta desses nutrientes por meio da adubação foliar poderia prolongar a taxa de fotossíntese, o que, provavelmente, resultaria em um aumento na produtividade da soja, Borkert (1987).

### **Quantificação de produtividade por meio da colheita e avaliação do peso de cada parcela.**

O aumento contínuo da produtividade da cultura da soja está diretamente ligado, a escolha da área, da cultivar, do espaçamento entre linhas e da profundidade e velocidade de semeadura adequados, com o objetivo de alcançar o máximo potencial produtivo da cultura, Mauad (2010).

De acordo com Zuffo et al. (2018), a obtenção dos rendimentos pode ser mais bem explicada com base nos elementos produtivos, quantidade de plantas por hectare, quantidade de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos.

O rendimento dos grãos é o resultado da interação entre fatores bióticos e abióticos, os quais influenciam na quantidade de área foliar, a densidade populacional de plantas, da eficiência fotossintética das plantas, entre outros aspectos, justificando assim as variações observadas, Tekrony e Egli, (1991).

Segundo Kuss et al. (2008) há um aumento no peso dos grãos em função de uma maior população de plantas. O aumento do peso de mil grãos, devido ao aumento da população pode ser atribuído ao efeito de plasticidade que a cultura da soja possui quando exposta a diferentes densidades populacionais. Os resultados obtidos indicam que, embora exista um efeito compensatório da densidade populacional na cultura da soja, a semeadura é realizada de modo que proporciona uma distribuição correta em toda a área.

Vaz Bisneta et al. (2015) relatam que medidas voltadas para o incremento do número de vagens também elevam a quantidade de grãos por planta, no entanto não possuem relação direta com o aumento do peso de mil grãos.

Tabela 5. Valores médios para produtividade (Prod kg ha<sup>-1</sup>), altura de plantas (AP cm), número de vagens (NV cm) e distância de entrenós (DE cm), Campo Mourão-PR 2025.

Tratamentos	Prod	AP	NV	DE
1	1307,75 ab	57,52 a	41,44 a	5,20 a
2	1371,75 ab	55,99 a	42,06 a	5,06 a
3	1397,00 ab	57,32 a	42,82 a	5,27 a
4	1269,26 b	60,26 a	49,42 a	5,23 a
5	1605,32 a	58,55 a	41,78 a	5,26 a
CV (%)	12,15	8,52	12,70	8,22
DMS (5%)	327,37	7,59	10,71	0,83

\*Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\*

Tabela 6. Valores médios para Quantidade de nós (QN n°), massa de 1000 grãos (MMG g) e umidade (U%), Campo Mourão- PR 2025.

Tratamentos	QN	MMG	U%
1	10,96 a	162,04 a	11,18 a
2	11,10 a	169,58 a	11,42 a
3	11,04 a	165,97 a	11,10 a

4	11,03 a	163,23 a	11,36 a
5	11,08 a	167,40 a	11,20 a
CV (%)	7,41	4,64	4,53
DMS (5%)	1,59	14,90	0,98

\*Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;\*\*

A tabela 5 e a tabela 6, demonstram os resultados obtidos através da experimentação, informando todas as variáveis consumadas, durante o experimento, foram analisadas ao total, sete variáveis no momento da colheita, cada variável foi analisada de forma individual. Diante dos resultados apenas a variável, produtividade apresentou diferença significativa de resultado, entre os tratamento 4 e 5, sendo 1605,32 kg/ha para o tratamento 5 contra 1269,26 kg/ha para o tratamento 4, com os resultados dos tratamentos estatísticos ao qual os dados coletados foram expostos, é possível levantar o questionamento sobre a viabilidade econômica sobre a decisão do uso de tais nutrientes via foliar, comprovando o que tem sido objetivo de estudo a muitos anos pela humanidade, sobre a maneira correta de fornecer macronutrientes para as plantas de forma e quantidades corretas, tendo em vista que o tratamento que apresentou uma maior produtividade, e também uma melhor viabilidade econômica, se trata do tratamento testemunha, tratamento o qual não foi realizada a aplicação de adubação foliar.

### **Avaliação da viabilidade da aplicação de nutrientes via foliar como alternativa para suprir deficiências nutricionais na soja.**

A nutrição adequada da soja é essencial para garantir seu crescimento, desenvolvimento e produtividade. A aplicação via foliar de nutrientes tem sido amplamente estudada como uma alternativa complementar à adubação via solo, principalmente em situações onde ocorrem limitações na absorção radicular (MALAVOLTA, 2006). Essa estratégia pode influenciar diversos processos fisiológicos, incluindo a fotossíntese, a absorção e translocação de nutrientes, e a síntese de compostos essenciais para o metabolismo vegetal (TAIZ et al., 2017).

Segundo Nachtigall e Nava (2010), a adubação foliar é um método utilizado para suprir as necessidades nutricionais das plantas por meio da absorção de nutrientes pelas folhas. No entanto, é importante salientar que essa técnica não substitui a adubação convencional via solo, uma vez que a absorção radicular continua sendo a principal via de aquisição de nutrientes pelas plantas. Isso ocorre porque a quantidade de nutrientes exigida para o desenvolvimento e produção de uma cultura é significativamente maior do que a quantidade que pode ser assimilada pelas folhas (NACHTIGALL; NAVA, 2010).

A eficácia da adubação foliar também depende de fatores como estágio fenológico da cultura, condições climáticas e tipo de nutriente aplicado. Estudos demonstram que a aplicação foliar de micronutrientes, como zinco (Zn) e boro (B), pode melhorar a atividade enzimática e o metabolismo do nitrogênio, resultando em maior acúmulo de biomassa e rendimento de grãos (PRADO, 2008). No entanto, a absorção

desses nutrientes via folhas pode ser limitada por barreiras fisiológicas, como a espessura da cutícula e a presença de ceras epicuticulares (FERREIRA et al., 2015).

Contudo, a aplicação foliar apresenta alguns pontos de atenção, tais como a possibilidade de fitotoxicidade quando as doses aplicadas são elevadas, sobreposição durante a aplicação ou quando ocorre acúmulo de sais na superfície foliar, reduzindo a eficiência fotossintética e podendo levar à necrose celular (CASTRO; OLIVEIRA, 2016). Assim, a escolha adequada dos produtos e das concentrações a serem utilizadas deve ser baseada em estudos que considerem a fisiologia da cultura e as condições ambientais.

O boro por exemplo, quando aplicado em excesso via foliar, pode causar necrose nas folhas, afetando negativamente a fotossíntese e o metabolismo da planta. Os principais sintomas incluem clorose marginal seguida de necrose, especialmente em folhas mais velhas devido à sua mobilidade limitada no floema (SOUZA; MARTINS; SILVA, 2020).

### **Comparação da nutrição via foliar por meio de comparação com a testemunha, somente com a adubação de base.**

A pesquisa conduzida por Machado (2015) teve como principal propósito avaliar os efeitos da aplicação de fertilizantes foliares na produtividade da cultura da soja, analisando diferentes formulações e momentos de aplicação. O estudo foi realizado em três propriedades diferentes, adotando um delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 9 x 2 e três repetições por tratamento, garantindo rigor metodológico na obtenção dos resultados.

A pesquisa foi baseada em dois fatores principais. O primeiro envolveu a aplicação de nove diferentes fertilizantes foliares, enquanto o segundo fator considerou dois momentos distintos de aplicação: o primeiro no estágio fenológico R2, correspondente ao pleno florescimento da cultura, e o segundo em R5, fase de enchimento de grãos. A avaliação foi dividida em dois estudos. O primeiro para analisar os efeitos dos fertilizantes sobre diversas variáveis agrônômicas, como o teor de nutrientes nas folhas, altura das plantas e componentes de rendimento, incluindo número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade final. Além disso, foi realizada uma análise econômica para determinar a viabilidade da adoção dessa tecnologia no manejo da cultura. O segundo estudo, por sua vez, focou na qualidade fisiológica das sementes, examinando parâmetros como taxa de germinação, emergência em campo, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, além da biomassa seca das plântulas.

Os resultados mostraram que, embora a aplicação dos fertilizantes foliares tenha promovido o aumento dos teores foliares de alguns nutrientes, não houve um incremento significativo na produtividade da soja. Esse fato pode estar associado à disponibilidade adequada de nutrientes no solo, aliada à adubação de base utilizada, que já atendia plenamente às exigências nutricionais da cultura, o que

torna a suplementação foliar desnecessária. Da mesma forma, não foram observadas melhorias na qualidade fisiológica das sementes em função da aplicação dos fertilizantes nos períodos avaliados. Esses achados estão alinhados com estudos anteriores, como os realizados pela Embrapa (2018), que demonstram a importância do diagnóstico nutricional do solo antes da adoção de fertilizantes foliares, consequentemente evitando custos desnecessários e promovendo maior eficiência no manejo agrícola.

Conforme apontado por Malavolta (2006), a resposta à adubação foliar está diretamente relacionada a fatores como a disponibilidade de nutrientes no solo, o estágio fenológico da planta e a formulação do fertilizante. Dessa forma, recomenda-se que a adoção dessa prática seja precedida por uma análise criteriosa, incluindo testes de solo e de tecido foliar, além da consideração de aspectos econômicos, garantindo a viabilidade técnica e financeira da aplicação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, busca avaliar os resultados dos tratamentos foliares aplicados na cultura da soja, observa-se uma variação significativa tanto na produtividade média (KG/HA) quanto no peso médio de grãos (PMG) e na conversão final em sacas por hectare. O tratamento Testemunha (TE), curiosamente, apresentou a maior produtividade dentre todos os tratamentos, com uma média de 49,54 sacas/ha. Esse resultado é particularmente relevante, uma vez que este tratamento não recebeu aplicação de nenhum produto foliar, sendo, portanto, o de menor custo. Este dado sugere que, nas condições específicas do experimento, o uso dos produtos não garantiu incrementos produtivos superiores à ausência de aplicações, levantando questionamentos importantes sobre o custo-benefício das tecnologias empregadas.

De forma diversa dos resultados apresentados por este trabalho, não verificaram diferença estatística para o número total de grãos por planta em razão do uso de bioestimulante. Garcia et al. (2009) ressaltam que, durante o desenvolvimento vegetativo ocorrem a interferência de diversas variáveis que não podem ser controladas, tais como: condições climáticas, precipitação e fotoperíodo, e que alterações no comportamento de cultivares podem ocorrer, devido a modificações bruscas destas variáveis climáticas.

Quando analisamos o desempenho do tratamento considerado mais caro economicamente, o ORGGAM+, percebe-se uma produtividade de 40,36 sacas/ha. Este foi, de fato, o segundo pior resultado entre os tratamentos avaliados, superando apenas o tratamento com ORGGAM, que obteve uma produtividade média de 39,17 sacas/ha. Este desempenho abaixo do esperado para ambos os tratamentos levanta uma reflexão sobre sua viabilidade econômica, sobretudo considerando seu custo elevado.

Por outro lado, os tratamentos com PROMOLT e TORC apresentaram desempenhos intermediários, com produtividades médias de 32 sacas/ha e 43,11 sacas/ha, respectivamente.

Em termos gerais, os dados apresentados demonstram que a utilização de produtos foliares, nas condições específicas deste ensaio, não resultou em incrementos produtivos capazes de superar o desempenho da Testemunha, que não recebeu nenhum tipo de aditivo foliar. Este fato evidencia a importância da avaliação criteriosa da relação custo-benefício antes da adoção dessas tecnologias na lavoura. Além disso, os resultados reforçam a necessidade de considerar fatores como condições climáticas, características do solo e manejo geral da cultura, que podem influenciar diretamente a eficácia dos produtos.

Um ponto a ser levado em consideração é que a composição dos produtos pode ter apresentado incompatibilidade com as necessidades nutricionais específicas da soja naquele momento fenológico, limitando a sua eficiência. De acordo com Rosolém (1984), a utilização de sais solúveis de NPK via adubação foliar deve ser realizada em baixas concentrações, sendo necessárias várias aplicações para que a quantidade de nutrientes aplicada atinja níveis capazes de promover efeitos significativos na produtividade. Contudo, quando se busca elevar a concentração para suprir a demanda nutricional em uma única aplicação, há riscos elevados de causar fitotoxicidade, como a queima das folhas. O autor ainda destaca que, na prática, os resultados da adubação foliar são bastante inconsistentes, justamente por conta dessas limitações, além da necessidade de estudos mais aprofundados para garantir sua eficiência e segurança em larga escala (ROSOLÉM, 1984). Embora na execução deste trabalho não tenha sido registrada nenhuma perda por fitotoxidez, afinal, todas as aplicações foram realizadas com base em receituário agrônomo gerado pelos comercializadores dos produtos, seguindo dosagem e época de aplicação.

As análises do estudo foram interpretadas à luz da literatura científica, de forma a estabelecer relações entre a dinâmica de absorção de nutrientes, o comportamento fisiológico das plantas e a eficiência dos produtos testados. Assim, a discussão dos resultados busca compreender não apenas os valores numéricos observados, mas também os mecanismos fisiológicos e agrônômicos que os explicam.

## REFERÊNCIAS

BORKERT, C. M. Adubação foliar: uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 12, p. 129-139, 1987.

BRAGANTIA. Efeito de bioestimulante na cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

GARCIA, F. O.; CIAMPITTI, I. A.; BAIGORRI, H. E. **Manual de manejo del cultivo de soja**. 1. ed. Buenos Aires: International Plant Nutrition Institute, 2009. 180 p.

ROSOLÉM, C. A. **Efeitos da adubação foliar na produtividade de culturas agrícolas**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 8, n. 2, p. 147-153, 1984.

ZUFFO, A. M. et al. **Componentes de rendimento da soja em função da disponibilidade hídrica e densidade de plantas**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 48, n. 4, p. 413-423, 2018

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. **Relationship of seed vigor to crop yield: a review**. *Crop Science*, v. 31, n. 3, p. 816-822, 1991.

KUSS, R. C.; LHAMBY, J. C. B.; BIANCHINI, D.; MARTIN, T. N. **Densidade de plantas de soja e componentes do rendimento**. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 14, n. 3, p. 265-270, 2008.

VAZ BISNETA, M. et al. **Comportamento produtivo da soja em diferentes arranjos espaciais de plantas**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 38, n. 2, p. 276-285, 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. **Eficiência da adubação foliar em culturas anuais e perenes**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 1-11, 2010.

SOUZA, P. A.; MARTINS, M. C.; SILVA, J. R. **Efeito fitotóxico do boro em culturas agrícolas: sintomas e impactos fisiológicos**. *Revista Brasileira de Nutrição Vegetal*, v. 12, n. 2, p. 145-158, 2020.

SILVA, T. R. B.; CASTRO, C.; SILVEIRA, P. M.; OLIVEIRA, F. A. **Aminoácidos e micronutrientes aplicados via foliar em soja e seus efeitos na produtividade**. *Revista Ceres*, v. 68, n. 4, p. 306-313, 2021.

MACHADO, F. R. **Componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja relacionado à aplicação de fertilizantes foliares.** 2015. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

BEUTLER, A. N. CENTURION, J. F. **Compactação do solo e adubação na produtividade da soja.** Scientia Agricola, v. 61, n. 6, p. 626-631, 2004.

MALLARINO, A. P.; UL-HAQ, M. **Adubação foliar em soja.** Iowa State University, Departamento de Agronomia, 1998.

SETÚBAL, I. S. et al. **Acúmulo e partição de macro e micronutrientes em soja sob diferentes regimes hídricos e oferta de nitrogênio.** 2023.