

## RESPOSTA DA SOJA À APLICAÇÃO FOLIAR DE POTÁSSIO NO ESTÁDIO R3 EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Arthur Almenara Rosendo<sup>1</sup>, Murilo Fuentes Pelloso<sup>2</sup>, Raphael Felipin Azevedo<sup>3</sup>, Valvenarg Pereira da Silva<sup>4</sup>, Joari Costa de Arruda<sup>5</sup>

### RESUMO:

O uso de fertilizantes foliares à base de potássio tem sido adotado como estratégia complementar de manejo nutricional na soja, embora a resposta da cultura varie conforme as condições de cultivo e a dose aplicada. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de um fertilizante foliar à base de potássio, aplicado no estágio R3, sobre a massa seca da parte aérea e o peso de mil sementes da soja cultivar 75HO111 CI IPRO (APORÉ), em condições de campo. O experimento foi conduzido no município de Campo Verde, MT, no período de setembro de 2021 a janeiro de 2022, em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. As doses avaliadas foram 0,0; 16,2; 24,3 e 32,4 g ha<sup>-1</sup> do produto, equivalentes a 0,000; 0,081; 0,122 e 0,162 g L<sup>-1</sup> da calda, considerando volume de pulverização de 200 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi realizada aos 47 dias após a emergência, no estágio R3. Avaliaram-se a massa seca da parte aérea, entre os estádios R5.5 e R6, e o peso de mil sementes na colheita. Os dados foram submetidos à análise de variância e, na ausência de efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação foliar não promoveu efeito significativo sobre as variáveis analisadas. O peso de mil sementes variou de 175,75 a 184,50 g, enquanto a massa seca da parte aérea oscilou de 1.470,70 a 1.634,72 g entre os tratamentos. Conclui-se que, nas condições edafoclimáticas do experimento, a aplicação foliar do fertilizante potássico no estágio R3 não alterou a massa seca da parte aérea nem o peso de mil sementes da soja.

**Palavras-chave:** Adubação foliar; *Glycine max* (L.) Merrill; massa seca; nutrição vegetal.

## SOYBEAN RESPONSE TO FOLIAR APPLICATION OF POTASSIUM AT THE R3 STAGE UNDER FIELD CONDITIONS

### ABSTRACT:

The use of potassium-based foliar fertilizers has been adopted as a complementary nutritional management strategy in soybean, although crop response varies according to growing conditions and the applied dose. This study aimed to evaluate the effect of different doses of a potassium-based foliar fertilizer applied at the R3 stage on shoot dry matter and thousand-seed weight of soybean cultivar 75HO111 CI IPRO (APORÉ) under field conditions. The experiment was conducted in Campo Verde, Mato Grosso, Brazil, from September 2021 to January 2022, in a randomized complete block design, with four treatments and five replications. The evaluated doses were 0.0; 16.2; 24.3; and 32.4 g ha<sup>-1</sup> of the product, equivalent to 0.000, 0.081, 0.122, and 0.162 g L<sup>-1</sup> of spray solution, considering a spray volume of 200 L ha<sup>-1</sup>. The application was performed at 47 days after emergence, at the R3 stage. Shoot dry matter was evaluated between stages R5.5 and R6, and thousand-seed weight was determined at harvest. Data were subjected to analysis of variance and, in the absence of significant effects, means were compared by Tukey's test at the 5% probability level. Foliar

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, arthurarosendo@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-8990-0578>. <sup>2</sup> Doutor em Agronomia. Professor Adjunto na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mundo Novo-MS; murilo.pelloso@uems.br, <https://orcid.org/0000-0001-5627-8886>. <sup>3</sup> Doutor em Genética e Melhoramento. University of California, Davis. Tissue Culture Manager, D43 Dubai Group; rfelipinazevedo@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4490-0823>. <sup>4</sup>Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia. Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT). Cáceres-MT; silvabiologo@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8450-3016>. <sup>5</sup>Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia. Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT). Cáceres-MT; arrudajcbio@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8813-983X>.

application did not promote a significant effect on the analyzed variables. Thousand-seed weight ranged from 175.75 to 184.50 g, while shoot dry matter ranged from 1,470.70 to 1,634.72 g among treatments. It was concluded that, under the edaphoclimatic conditions of the experiment, foliar application of the potassium fertilizer at the R3 stage did not alter shoot dry matter or thousand-seed weight of soybean.

**Keywords:** Foliar fertilization; *Glycine max* (L.) Merrill; dry matter; plant nutrition.

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, e seu elevado potencial produtivo depende, entre outros fatores, do manejo adequado da fertilidade do solo e da nutrição mineral. Nesse contexto, o potássio (K) assume papel central, por participar de processos fisiológicos fundamentais, como osmorregulação, manutenção do turgor celular, controle estomático, ativação enzimática, fotossíntese e transporte de assimilados, além de contribuir para o enchimento de estruturas reprodutivas e para a tolerância a estresses abióticos (Oliveira Junior et al., 2020; Mostofa et al., 2022; Britto e Kronzucker, 2021).

Na cultura da soja, a importância do K também está relacionada ao alto requerimento da planta e à expressiva exportação do nutriente pelos grãos. Para condições de Cerrado, recomenda-se que a adubação de manutenção considere a reposição de aproximadamente 20 a 23 kg de K<sub>2</sub>O para cada 1.000 kg de grãos esperados, enquanto estudos com cultivares modernas indicam remoção média de 20,6 kg de K por Mg de grão, com variações conforme ambiente, genética e nível de produtividade (Oliveira Junior et al., 2020; Esper Neto et al., 2021; Salvagiotti et al., 2021). Esses resultados reforçam que o manejo do potássio deve ser ajustado ao contexto de produção, especialmente em sistemas de alto rendimento.

Embora a absorção de nutrientes ocorra predominantemente via sistema radicular, a adubação foliar pode ser utilizada como estratégia complementar em momentos específicos do ciclo, principalmente quando se busca suplementação nutricional rápida ou mitigação de limitações temporárias da absorção pelas raízes. Entretanto, a eficiência dessa prática depende de múltiplos fatores, como formulação do fertilizante, estágio fenológico, molhabilidade da folha, retenção da calda, propriedades da cutícula e condições ambientais no momento e após a aplicação. Assim, a resposta agrônômica da adubação foliar tende a ser variável em condições de campo (Niu et al., 2021; Barlas et al., 2023).

Para nutrientes demandados em maiores quantidades, como o K, essa variabilidade pode ser ainda mais pronunciada. A resposta à aplicação foliar depende do estado nutricional prévio da planta, da disponibilidade do nutriente no solo, do ambiente de cultivo e da eficiência de absorção via folha. Em soja,

estudos têm demonstrado que aplicações foliares contendo K podem resultar em respostas inconsistentes, com efeitos dependentes do local, das condições de cultivo e do momento de aplicação. Em determinadas situações, observam-se incrementos em variáveis agrônômicas; em outras, não há resposta significativa, o que evidencia a necessidade de avaliações específicas em campo (Domingos et al., 2019; Negrea et al., 2022).

Nesse sentido, a avaliação de fertilizantes foliares à base de potássio em estádios reprodutivos torna-se relevante, uma vez que essa fase coincide com elevada demanda por assimilados e nutrientes para formação e enchimento das vagens e sementes. Além disso, a inconsistência dos resultados relatados na literatura para aplicações foliares de potássio em soja evidencia que a eficiência dessa prática depende fortemente das condições edafoclimáticas, do estado nutricional das plantas e do manejo adotado, reforçando a necessidade de validação regional dessa tecnologia.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de um fertilizante foliar à base de potássio, aplicado no estágio R3 da soja cultivar 75HO111 CI IPRO (APORÉ), quantificando seus efeitos sobre a matéria seca da parte aérea e o peso de mil sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em uma área comercial de soja, no município de Campo Verde, Estado de Mato Grosso, no período de setembro de 2021 a janeiro de 2022 (“Safrade Verão”). O município localiza-se na porção sudeste do estado, com coordenadas municipais aproximadas de 15°33'12" S e 55°10'03" W e altitude em torno de 735 m. Para a região, o clima é classificado como Aw, segundo Köppen, ou seja, tropical com estação seca no inverno e chuvosa no verão.

Em Campo Verde (MT), a distribuição pluviométrica é marcadamente sazonal, com concentração das chuvas entre outubro e maio e estiagem entre junho e setembro; a precipitação média anual situa-se em torno de 1.750 mm, com temperaturas médias anuais próximas de 22°C e máximas mensais mais elevadas durante o período chuvoso. Dados meteorológicos locais também indicam maiores volumes médios de precipitação nos meses de janeiro, fevereiro e março, e baixos acumulados em julho.

As condições meteorológicas observadas durante o período experimental, compreendido entre 15 de setembro de 2021 e 25 de janeiro de 2022, foram obtidas na estação meteorológica automática de Campo Verde (MT) (A912), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Nesse intervalo, a temperatura média do ar foi de 24,18°C, com variação mensal entre 23,48 e 27,26°C, enquanto a temperatura máxima registrada foi de 37,5°C e a mínima de 16,8°C. Embora não tenham sido encontrados registros de precipitação no arquivo disponibilizado para o período avaliado, não foram observados sinais aparentes de estresse hídrico nas plantas ao longo do ciclo da cultura, indicando ausência de deficiência hídrica acentuada sob as condições em que o experimento foi conduzido (INMET, 2026).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Foi utilizada a cultivar de soja 75HO111 CI IPRO (APORÉ), submetida a quatro doses do fertilizante foliar classificado, quanto à natureza física, como sal formulado solúvel, contendo 12% de nitrogênio (N), 39% de potássio (K<sub>2</sub>O), 1,8% de magnésio (Mg) e 2,8% de enxofre (S) (YaraVita FOLICARE®, Yara Brasil). As doses avaliadas foram 0 (testemunha), 16,2, 24,3 e 32,4 g ha<sup>-1</sup>, correspondendo, respectivamente, às concentrações de 0,000; 0,081; 0,122 e 0,162 g L<sup>-1</sup> da calda, considerando o volume de pulverização de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A unidade experimental foi constituída por parcelas de 81 m<sup>2</sup>, com 18 linhas de plantas de 10 m de comprimento e 8,1 m de largura. A semeadura foi realizada na densidade de 16 sementes por metro, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, em cultivo conduzido sob sistema de sequeiro. Foram

consideradas como área útil as 10 linhas centrais de cada unidade experimental.

A adubação da cultura foi definida de acordo com as necessidades nutricionais da soja (Sfredo, 2008; Oliveira et al., 2007) e na análise química e física do solo da área experimental (Tabela 1). Assim, na implantação da lavoura, foi realizada adubação de base com fosfato monoamônico (MAP), na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, visando ao suprimento inicial de fósforo e nitrogênio para a cultura.

Durante a condução do experimento, os manejos agronômicos e fitossanitários necessários ao estabelecimento e ao desenvolvimento da soja, incluindo o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados de maneira uniforme em toda a área experimental, conforme a demanda da lavoura.

As sementes da cultivar 75HO111 CI IPRO (APORÉ) foram tratadas previamente com inseticidas, 100 mL de fipronil e 200 mL de tiametoxam para cada 100 kg de sementes de soja, além de fungicida contendo 100 mL de fludioxonil, 100 mL de metalaxil-M e 100 mL de thiabendazole para cada 100 kg de sementes.

A aplicação do fertilizante foliar potássico foi realizada aos 47 dias após a emergência, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico R3, correspondente ao início da formação de vagens. O produto foi previamente diluído em água e aplicado com pulverizador costal pressurizado, munido de barra com seis pontas de pulverização, calibrado para volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Considerando-se a necessidade de boa cobertura foliar e maior penetração da calda no dossel da soja em estágio reprodutivo, foram utilizadas pontas do tipo cone vazio. Procurou-se trabalhar com pressão próxima de 500 kPa (5 bar).

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos do solo da área experimental antes da instalação do experimento.

Amostra	Química (macronutrientes)											Física			
	pH H <sub>2</sub> O	pH CaCl <sub>2</sub>	P mg dm <sup>-3</sup>	K K	K K	Ca+Mg Ca	Ca Ca	Mg Mg	Al Al	H H	H+Al H+Al	M.O. g dm <sup>-3</sup>	Areia g kg <sup>-1</sup>	Silte g kg <sup>-1</sup>	Argila g kg <sup>-1</sup>
S/I	6,10	5,65	48,98	121,5	0,33	5,27	3,82	1,15	0,00	2,41	2,52	21,19	414,8	72,55	513
Resultados Complementares (Calculados)															
Amostra	SB	CTC pH 7	V	Saturação por Elemento (%)				Al (C.ef) m		Relação					
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	%	K	Ca	Mg	H	Al	%	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K		
S/I	5,3	7,82	67,8	3,67	52,46	15	31,31	0,00	0,00	3,32	18,68	3,47	27,40		
Micronutrientes e Enxofre															
Amostra	Zn		Cu		Fe		Mn		B		S				
	mg dm <sup>-3</sup>														
S/I	3,4		2,8		142,45		11,52		0,34		15,21				

Fonte: Laboratório Agropecuário Plante Certo - Várzea Grande-MT, 2021.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação foliar do fertilizante potássico no estágio R3 não promoveu efeito significativo ( $p > 0,05$ ) sobre o peso de mil sementes e a massa seca da

parte aérea da soja, conforme apresentado na Tabela 2. Considerando que o fator doses não apresentou efeito significativo, não se procedeu ao ajuste de equações de regressão para ambas as variáveis.

**Tabela 2.** Médias de peso de mil sementes e massa seca da parte aérea de plantas de soja submetidas à aplicação de diferentes doses de fertilizante foliar à base de potássio, Campo Verde-MT, safra 2021/2022.

Doses (g ha <sup>-1</sup> )	Peso de mil sementes (g)	Massa seca da parte aérea (g)
0	181,97 a	1.470,70 a
16,2	175,75 a	1.634,72 a
24,3	184,50 a	1.629,16 a
32,4	183,52 a	1.615,46 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O peso de mil sementes variou de 175,75 a 184,50 g entre os tratamentos, enquanto a massa seca da parte aérea oscilou de 1.470,70 a 1.634,72 g, sem tendência consistente de incremento em função do aumento das doses aplicadas. Esses resultados indicam que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a suplementação foliar com o produto não resultou em resposta agrônômica mensurável para as variáveis avaliadas.

A ausência de resposta pode estar relacionada, em parte, às condições químicas do solo da área experimental antes da instalação do ensaio. De acordo com a Tabela 1, o solo apresentava pH 6,10, teor de K de 121,5 mg dm<sup>-3</sup>, ausência de alumínio trocável, Ca+Mg de 5,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, saturação por bases de 67,8% e textura argilosa, com 513 g kg<sup>-1</sup> de argila. De forma geral, esses atributos indicam condição edáfica favorável ao desenvolvimento da cultura, o que pode ter reduzido a probabilidade de resposta à aplicação foliar complementar de potássio, especialmente em variáveis como massa seca da parte aérea e peso de mil sementes.

Esse comportamento é coerente com a literatura, segundo a qual a resposta da soja à adubação foliar, especialmente com nutrientes requeridos em maiores quantidades, tende a ser variável e dependente do estado nutricional prévio da planta, das características do ambiente, da formulação do produto, da eficiência de absorção via folha e do estágio fenológico de aplicação (Niu et al., 2021; Barlas et al., 2023; Domingos et al., 2019; Negrea et al., 2022).

Além disso, o potássio exerce funções fisiológicas essenciais no metabolismo vegetal, incluindo regulação osmótica, controle estomático, ativação enzimática e transporte de assimilados,

sendo fundamental para a adaptação das plantas a condições de estresse e para o adequado funcionamento fisiológico da cultura (Mostofa et al., 2022; Britto e Kronzucker, 2021). Entretanto, sua aplicação via folha nem sempre resulta em incrementos consistentes nas características agrônômicas avaliadas em campo, uma vez que a eficiência dessa prática depende de fatores relacionados à absorção foliar e às condições de aplicação (Niu et al., 2021; Barlas et al., 2023).

Resultados semelhantes de resposta inconsistente também têm sido relatados em estudos com soja. Bourns e Flaten (2022) verificaram baixa responsividade da cultura à adubação potássica em determinadas condições de solo, enquanto Negrea et al. (2022) destacaram que os efeitos da fertilização foliar dependem fortemente do ambiente de cultivo. Da mesma forma, Domingos et al. (2019) observaram que aplicações foliares em estágio reprodutivo podem apresentar respostas variáveis entre locais, reforçando que a eficiência dessa prática deve ser interpretada de forma contextualizada.

Assim, os resultados obtidos neste estudo indicam que a aplicação do fertilizante foliar em R3, nas doses avaliadas, não foi suficiente para alterar significativamente a massa seca da parte aérea e o peso de mil sementes da cultivar 75HO111 CI IPRO nas condições edafoclimáticas do experimento. Embora fatores ambientais e operacionais possam influenciar a eficiência da adubação foliar, sua participação específica não pode ser confirmada no presente estudo na ausência de registros detalhados dessas condições no momento da aplicação.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que, nas condições deste experimento, a aplicação do fertilizante foliar à base de potássio no estágio R3 da soja cultivar 75HO111 CI IPRO não alterou a massa seca da parte aérea nem o peso de mil sementes. Assim, nas doses avaliadas, o produto não apresentou resposta agrônômica para as variáveis analisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barlas, N. T.; Bahamonde, H. A.; Pimentel, C.; Domínguez-Huidobro, P.; Pina, C. M. & Fernández, V. (2023). Evaluating leaf wettability and salt hygroscopicity as drivers for foliar absorption. *Plants* 12(12): 2357. <https://doi.org/10.3390/plants12122357>
- Bourns, M. A. & Flaten, D. N. (2022). Soybean is relatively nonresponsive to K fertilizer rate or placement in Manitoba soils. *Canadian Journal of Plant Science* 102(4): 835-847. <https://doi.org/10.1139/cjps-2021-0254>
- Britto, D. T. & Kronzucker, H. J. (2021). Potassium physiology from Archean to Holocene: A higher-plant perspective. *Journal of Plant Physiology* 260: 153385. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153385>
- Canteri, M. G.; Althaus, R. A.; Virgens Filho, J. S. das; Giglioti, E. A. & Godoy, C. V. (2001). SASM-Agri - Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação* 1(2): 18-24. Disponível em: [alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/512901](http://alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/512901)
- Domingos, C. da S.; Esper Neto, M.; Besen, M. R.; Zampar, É. J. de O.; Batista, M. A.; Scapim, C. A.; Inoue, T. T. & Braccini, A. L. (2019). Foliar applications of phosphorus, calcium, boron and potassium and their impacts on the seed yield and physiological and nutritional qualities of soybean. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 31(8): 626-634. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i8.1995>
- Esper Neto, M.; Crusciol, C. A. C.; Soratto, R. P.; Costa, C. H. M. da; Ferrari Neto, J. & Bossolani, J. W. (2021). Nutrient removal by grain in modern soybean varieties. *Frontiers in Plant Science* 12: 615019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.615019>
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados meteorológicos da estação Campo Verde A912**. Acesso em: 16 abr. 2026.
- Mostofa, M. G.; Rahman, M. M.; Ghosh, T. K.; Kabir, A. H.; Abdelrahman, M.; Khan, M. A. R.; Mochida, K. & Tran, L.-S. P. (2022). Potassium in plant physiological adaptation to abiotic stresses. *Plant Physiology and Biochemistry* 186: 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.07.011>
- Negrea, A.; Rezi, R.; Urdă, C.; Păcurar, L. & Rusu, T. (2022). Soybean yield and quality response to foliar fertilization. *AgroLife Scientific Journal* 11(1): 139-144. Disponível em: <https://agrolifejournal.usamv.ro/index.php/agrolife/article/view/640>
- Niu, J.; Liu, C.; Huang, M.; Liu, K. & Yan, D. (2021). Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 21(1): 104-118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>
- Oliveira Junior, A. de; Castro, C. de; Oliveira, F. A. de & Klepker, D. (2020). Fertilidade do solo e avaliação do estado nutricional da soja. In: Seixas, C. D. S.; Neumaier, N.; Balbinot Junior, A. A.; Krzyzanowski, F. C. & Leite, R. M. V. B. de C. (eds.). *Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja. p. 133-184. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1128401>
- Oliveira, F. A. de; Sfredo, G. J.; Castro, C. de; Klepker, D. **Fertilidade do solo e nutrição da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 50).
- Salvagiotti, F.; Magnano, L.; Ortez, O.; Enrico, J. M.; Barraco, M.; Barbagelata, P.; Condori, A.; Di Mauro, G.; Manlla, A.; Rotundo, J. L. & García, F. O. (2021). Estimating nitrogen, phosphorus, potassium, and sulfur uptake and requirement in soybean. *European Journal of Agronomy* 127: 126289. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126289>

Sfredo, G. J. **Calagem e adubação da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 61).

YARA BRASIL. **Fertilizante foliar: entenda o que é e como funciona**. 13 dez. 2023. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/yaravita-folicare/>. Acesso em: 13 mar. 2026