

A importância química do molibdênio na produtividade da cultura de soja

DOI: 10.5281/zenodo.17009816

Anthony Monteiro Lima ^{a*}

The soy cultivation is extremely important nationally and internationally. This grain is present in a variety of animals' diets, including the humans' one. This article is meant to revise a work of importance demonstration and benefits on using molybdenum as a fertilizer in the reproductive fase of the soy culture, increasing its productivity and decreasing production expenses.

A cultura de soja é de extrema importância nacional e internacional. Este grão está presente na dieta de diversos animais, incluindo os seres humanos. Este artigo tem a pretensão de revisar um trabalho de demonstração da importância e benefício na utilização de molibdênio como fertilizante na fase reprodutiva da soja, aumentando sua produtividade e diminuindo gastos para o produtor agrícola.

^aUniversidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: anthonymonteiro2877@gmail.com

Palavras-chave: Molibdênio; soja; produtividade.

Recebido em 16 de julho de 2025,

Aprovado em 15 de agosto de 2025,

Publicado em 31 de agosto de 2025.

Introdução

O molibdênio é um elemento de transição com ampla aplicação em diversas áreas científicas contemporâneas. Suas propriedades físico-químicas, como a boa condutividade térmica e elétrica, baixo coeficiente de expansão térmica e alta resistência à corrosão¹ permitem sua utilização variada em catálises², ciência dos materiais³ e química bioinorgânica⁴; em especial, na adubação e produção de sementes.⁵

A soja é uma das sementes em que se tem uma considerável quantidade de trabalhos publicados envolvendo a experimentação do molibdênio como forma de adubo ou de modificação química.⁵ De acordo com dados da Associação Brasileira de Produtores de Soja (APROSOJA), a movimentação econômica da cadeia produtiva de soja movimenta cerca de 100 bilhões de dólares, comprovando sua importância nacional.⁶ Porém, essa importância não se restringe só ao financeiro: seu valor nutricional, semelhante ao das proteínas de origem animal por conter todos os aminoácidos essenciais, faz com que a soja apresente grandes benefícios tanto na alimentação humana quanto na de animais.⁷

Devido aos fatores econômicos e biológicos, há uma grande motivação em implementar o molibdênio no cultivo da soja. O molibdênio é muito útil na fixação de nitrogênio, etapa essencial para a síntese de proteínas presentes na soja. Foi

constatado que o molibdênio compõe a enzima nitrogenase de bactérias que estabelecem simbiose com a planta da soja, sendo assim, a aplicação dele tornaria a fixação do nitrogênio mais eficiente. Contudo, em solos de pH alto, ocorre a adsorção de íons de molibdênio por parte dos óxidos de ferro e alumínio, diminuindo a disponibilidade para a planta. A solução para tal se tornou a pulverização foliar com molibdênio e, após análises das sementes obtidas após esse procedimento, percebeu-se um maior teor do elemento.⁵

É possível que a composição química de sementes seja alterada através do fornecimento de nutrientes em períodos específicos da plantação. A aplicação do molibdênio durante o período reprodutivo da soja gera sementes ricas em molibdênio, que possuem uma maior capacidade de fixação de nitrogênio enquanto planta, além de maior rendimento.⁵ Desta forma, a proposta deste artigo⁵ é revisar o trabalho de Oliveira e colaboradores na produção e análise de viabilidade econômica da soja a partir de sementes previamente enriquecidas com molibdênio, focando nas descobertas químicas demonstradas pelo estudo.

Metodologia

Oliveira e colaboradores⁵ implantaram o ensaio numa área experimental a 335 m de altitude em relação ao nível do mar, que já era cultivada com soja e milho anteriormente. A

área foi preparada com dessecação e posteriormente teve os restos de cultura retirados por máquinas agrícolas. Foram plantadas 16 sementes por sulco, adubadas com material orgânico básico e previamente tratadas com fungicida carboxin e thiram na concentração de 250 mL/100 kg de sementes. Além disso, foram inoculadas com inoculante líquido.⁵

Os pesquisadores delimitaram quatro blocos diferentes na plantação, sendo um definido como o “branco” e os outros três com concentrações distintas de molibdênio, de acordo com a tabela:⁵

Tabela 1. Épocas de aplicação e total aplicado, via foliar, de molibdênio em cada bloco amostral. Extraído da referência 5.

| Blocos amostrais (tratamentos) | Aplicação em R ₃ (desenvolvimento das vagens) ⁸ | Aplicação em R _{4,5} (desenvolvimento pleno das vagens e enchimento de grãos) ⁸ | Total aplicado |
|--------------------------------|---|---|----------------|
| T0 | 0 g/ha | 0 g/ha | 0 g/ha |
| T1 | 100 g/ha | 100 g/ha | 200 g/ha |
| T2 | 200 g/ha | 200 g/ha | 400 g/ha |
| T3 | 400 g/ha | 400 g/ha | 800 g/ha |

A aplicação foliar é a forma mais proveitosa para a planta, permitindo melhor absorção do micronutriente.⁹ A solução 15% de molibdênio aplicada possuía concentração de 1,32 g/L. Para a aplicação, foi utilizado um pulverizador de barras de 12 m acoplado a um trator. Vale ressaltar, para fins de comparação, que o teor comum de molibdênio nas sementes de soja é em torno de 1 a 2 µg/g.¹⁰ Durante um período de 85 dias espaçados de diversas maneiras, também foram aplicados diversos outros produtos químicos, como lactofen, glifosato, azoxistrobina, ciproconazol, cipermetrina e entre outros, para agirem como herbicidas, fungicidas e inseticidas, garantindo o crescimento saudável da plantação. Houve um período de 14 dias entre as aplicações de molibdênio.⁵

A produtividade das plantas foi calculada com base na coleta de toda a área útil. As plantas foram identificadas, secadas ao sol e suas sementes trilhadas mecanicamente para pesagem, onde pode-se calcular a produtividade de semente por hectare. Determinou-se a umidade das sementes para se aplicar uma correção de erro na pesagem, obtendo-se 13%.⁵

Resultados e discussão

Foi constatado que a produtividade aumentou de acordo com o aumento das doses de aplicação da solução de molibdênio, com uma diferença de 680 kg/ha de sementes produzidas entre o bloco amostral testemunha (T0) e o bloco amostral de maior dosagem aplicada (T3), de acordo com a Tabela 2:⁵

Tabela 2. Produtividade de sementes em função da aplicação de fertilizante via foliar. Extraído da referência 5.

| Blocos amostrais (tratamentos) | Dosagem de Mo | Produtividade |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| T0 | 0 g/ha | 3070 kg/ha |
| T1 | 200 g/ha | 3530 kg/ha |
| T2 | 400 g/ha | 3580 kg/ha |
| T3 | 800 g/ha | 3750 kg/ha |

Com o teste F, aplicado em ocasiões em que se compara variações de amostras, da regressão linear dos resultados, obteve-se um p-valor de 0,002 e um R² de 0,78. Comprova-se, assim, o aumento da produtividade em relação à dosagem de molibdênio aplicado nas culturas. Foi possível determinar, também, a concentração de molibdênio nas sementes colhidas. As sementes de T1 apresentaram um teor de 34,84 mg/kg de molibdênio, enquanto as de T3 possuíam um teor de 58,05 mg/kg de molibdênio, um aumento de 66,57% em relação a T1, ou seja, um acréscimo significativo no teor de molibdênio. É possível perceber, então, que a aplicação de molibdênio durante a fase reprodutiva da soja aumenta o teor deste micronutriente nas sementes produzidas por ela.^{5, 11}

Sendo assim, este método de plantio permite a continuação da cultura sem maiores aplicações de fertilizante à base de molibdênio, pois as sementes produzidas já irão possuir o teor suficiente para sua sobrevivência mesmo em solos pobres deste elemento. Além disso, a produtividade aumentará pela maior capacidade de fixar nitrogênio adquirida pelas sementes obtidas.^{5, 11}

Os custos operacionais foram calculados com base nas operações mecanizadas, operações manuais e materiais utilizados no procedimento. Comparou-se os custos operacionais com a produtividade e receita bruta de cada bloco amostral e, por fim, calculou-se o lucro operacional e o índice de lucratividade respectivo dos blocos. A Tabela 3 demonstra

as vantagens financeiras da operação de adição de molibdênio à soja.⁵

Tabela 3. Lucros operacionais e índice de lucratividade por bloco amostral. Extraído da referência 5.

| Blocos amostrais (tratamentos) | Lucros operacionais | Índice de lucratividade |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| T0 | R\$ 5.894,42 | 76,80 % |
| T1 | R\$ 6.961,68 | 78,89% |
| T2 | R\$ 7.071,98 | 79,02% |
| T3 | R\$ 7.467,58 | 79,65% |

Conclusões

Oliveira e colaboradores obtiveram resultados positivos em sua pesquisa, aumentando a produção e diminuindo custos relacionados a re-fertilização de novas culturas, assim levando ao maior lucro para o produtor.⁵ Portanto, demonstra-se à comunidade agrícola os benefícios do fertilizante de molibdênio no plantio de soja, relacionados tanto à produtividade quanto ao rendimento econômico. A aplicação da solução de molibdênio se mostrou eficaz quanto maior sua quantidade, permitindo um aumento de 22,15% na produtividade de sementes (em relação ao bloco amostral testemunha), além de que as sementes estarão agora suficientemente enriquecidas com molibdênio para se desenvolver em solos pobres e se manter por algumas gerações sem maiores adicionais de fertilizante, gerando um menor gasto por parte do produtor. Carina comprovou que este menor gasto, aliado a produtividade obtida, gera também um lucro de 26,69% (também em relação ao bloco amostral testemunha).⁵ A utilização do molibdênio como fertilizante em culturas de soja é, portanto, um grande aliado da produção agrícola.^{5, 11}

Contribuições por Autor

O artigo, a revisão de referências e a inclusão de algumas observações e cálculos percentuais são de Anthony Monteiro Lima.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Ao Grupo PET-Química/IQ/UnB/MEC, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) pelo apoio. Ao

Programa de Educação Tutorial pela bolsa concedida. Ao Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ/UnB) pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências

- 1 Molybdenum - Element information, properties and uses | Periodic Table, <https://periodic-table.rsc.org/element/42/Molybdenum>, (acessado em 7 de julho de 2025).
- 2 M. D. Porosoff, X. Yang, J. A. Boscoboinik and J. G. Chen, Molybdenum Carbide as Alternative Catalysts to Precious Metals for Highly Selective Reduction of CO₂ to CO, *Angew Chem Int Ed*, 2014, **53**, 6705–6709.
- 3 A. S. Sethulekshmi, J. S. Jayan, S. Appukuttan and K. Joseph, MoS₂: Advanced nanofiller for reinforcing polymer matrix, *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 2021, **132**, 114716.
- 4 A. Majumdar and S. Sarkar, Bioinorganic chemistry of molybdenum and tungsten enzymes: A structural–functional modeling approach, *Coordination Chemistry Reviews*, 2011, **255**, 1039–1054.
- 5 C. O. E. Oliveira, E. Lazarini, M. A. A. Tarsitano, C. C. Pinto and M. E. D. Sá, Custo e lucratividade da produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio, *Pesqui. Agropecu. Trop.*, 2015, **45**, 82–88.
- 6 Economia – Aprosoja Brasil, <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/economia>, (acessado em 7 de julho de 2025).
- 7 Soja na Alimentação - Portal Embrapa, <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pos-producao/soja-na-alimentacao>, (acessado em 7 de julho de 2025).
- 8 Conhecendo a escala fenológica da cultura da soja, <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2021/06/29>, (acessado em 7 de julho de 2025).

- 9 A. A. Ascoli, R. P. Soratto and W. I. Maruyama, Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado, *Bragantia*, 2008, **67**, 377–384.
- 10 G. L. Milani, J. A. Oliveira, L.H.C. e Silva, E.V.R. von Pinho and R. M. Guimarães, Nodulação e desenvolvimento de plantas oriundas de sementes de soja teores de molibdênio, *Revista Brasileira de Sementes*, 2008, **30**, 2.
- 11 G. N. Camelo, I. Leite Da Silva, T. Souto Silva, T. Thiago Geiel Vieira Azevedo and A. De Oliveira Vieira, Molibdênio e cobalto associado ao glifosato em soja geneticamente modificada, *Recital*, 2023, **4**, 124–136.