



MICRONUTRIENTE, MACROIMPACTO: COMO O NÍQUEL TRANSFORMA A NUTRIÇÃO DAS LEGUMINOSAS

Everton Jarom Simões dos Santos^{1*}, Carlos Eduardo Viana Soares², João Francisco Camargos Nascimento de Andrade² e Saulo Saturnino de Sousa³.

¹ Discente no Curso de Agronomia – Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH – Belo Horizonte/MG – Brasil – *Contato: evertonjarom@hotmail.com

² Discentes no Curso de Agronomia – Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH – Belo Horizonte/MG – Brasil

³ Docente no Curso de Agronomia – Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH – Belo Horizonte/MG – Brasil

INTRODUÇÃO

As leguminosas, com destaque para a soja, representam um pilar fundamental da agricultura brasileira, sendo culturas de alta relevância econômica e nutricional. O alicerce para sua alta produtividade está intimamente ligado à sua complexa nutrição nitrogenada, que depende tanto da absorção do solo quanto da simbiose para fixação biológica de nitrogênio (FBN)^{2,6}.

Por muito tempo, o manejo da fertilidade focou nos macronutrientes, enquanto o papel de elementos exigidos em quantidades mínimas era pouco compreendido. O níquel (Ni) é um exemplo emblemático dessa mudança de paradigma, que apenas recentemente foi reconhecido como um micronutriente essencial para as plantas^{1,2,5}.

Este colóquio propõe, portanto, uma análise de como o níquel, um micronutriente, gera um macroimpacto nas leguminosas, destacando seu papel central na ativação das enzimas urease e hidrogenase, fundamentais para a nutrição e produtividade da cultura.

MATERIAL

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica, com o objetivo principal de compreender e estruturar o conhecimento sobre o papel do níquel (Ni) na agricultura, especificamente como este micronutriente transforma a nutrição das leguminosas. A busca pelos materiais foi conduzida principalmente na plataforma Google Acadêmico, utilizando palavras-chave como: "níquel na agricultura", "níquel em leguminosas", "níquel na soja", "funções do níquel nas plantas", "urease e níquel" e "fixação biológica de nitrogênio e níquel". A intenção foi reunir informações que abordassem desde a sua essencialidade e dinâmica no sistema solo-planta até suas funções bioquímicas vitais, como a ativação da urease e da hidrogenase, e seu consequente macroimpacto na produtividade.

RESUMO DE TEMA

O primeiro passo para entender o macroimpacto do níquel (Ni) é analisar seu comportamento no solo, o que define sua fertilidade. O ponto crucial é que a simples presença de níquel no solo, que varia conforme o material de origem, não garante sua absorção pela planta. O que realmente importa é a sua disponibilidade na solução do solo, que é a fração que a planta consegue de fato absorver^{1,2,7}.

Essa disponibilidade é fortemente controlada por diversos fatores, sendo o pH o mais determinante de todos. A relação é clara: solos mais ácidos (pH < 5,5) o mantêm mais solúvel. Em contrapartida, solos com pH elevado (acima de 6,5), muitas vezes por excesso de calagem, "travam" o nutriente e podem induzir sua deficiência^{2,7,6}.

Além do pH, fatores como o teor de matéria orgânica, a textura do solo e a capacidade de troca de cátions (CTC) também regulam o processo. Com isso, o níquel no solo existe em diferentes frações: ele pode estar retido nos minerais, ligado à matéria orgânica (formando quelatos estáveis) ou solúvel na água do solo. A planta absorve apenas dessa fração solúvel (a disponível), preferencialmente na forma do íon Ni²⁺, que é então considerado móvel na planta, deslocando-se pelo xilema floema para sua distribuição^{1,2,6,7}.

Ao alcançar as células, o níquel assume seu papel mais fundamental na nutrição: atuar como constituinte metálico da enzima urease. Esta enzima, presente em todas as plantas, é responsável por hidrolisar (quebrar) a ureia — um produto do metabolismo do nitrogênio — em amônia e dióxido de carbono, permitindo que a planta recicle e utilize esse nitrogênio^{2,3,4}.

A deficiência de níquel, portanto, reduz ou desativa a atividade da urease. Isso provoca o acúmulo de ureia em níveis tóxicos nos tecidos, especialmente nas folhas, causando o sintoma mais característico da deficiência: o surgimento de lesões necróticas (morte do tecido) nas pontas

dos folíolos (Fig. 1). Outros sinais de deficiência incluem a redução do tamanho da folha, abortamento da ponta das folhas (dando a aparência de "orelha de rato" em casos severos) e a antecipação da senescência. Em culturas como a soja, esse efeito é intensificado na aplicação foliar de ureia em plantas com baixo suprimento de Ni, reforçando a importância do micronutriente para o aproveitamento do nitrogênio^{1,2,4,8}.



Figura 1: Esquerda: danos necróticos nas pontas da folha de soja (*Glycine max*). Direita: danos necróticos nas bordas das folhas de alface (*Lactuca sativa*). Ambos com deficiência de níquel (Fonte: Fabiano, 2019 - Unicamp).

O verdadeiro macroimpacto do níquel nas leguminosas está em sua ajuda direta à Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Enquanto a urease atua na planta, o níquel também é fundamental para as bactérias que vivem em simbiose nas raízes das leguminosas^{1,2}.

Essas bactérias precisam de níquel para ativar uma enzima específica, a hidrogenase. O processo de fixar nitrogênio do ar gasta uma quantidade imensa de energia e, no processo, a bactéria acaba "desperdiçando" parte dessa energia na forma de gás hidrogênio (H₂). A função da hidrogenase é "limpar" esse desperdício: ela recupera esse hidrogênio e o transforma em mais energia para a bactéria continuar fixando nitrogênio^{1,2,6}.

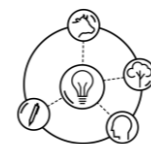
Assim sendo, com níquel, a bactéria tem mais "combustível" e otimiza a FBN. Sem níquel, ela se cansa mais rápido e a eficiência da fixação cai. Por isso, baixos teores de Ni no solo podem limitar a atividade dessas bactérias, comprometendo diretamente a nutrição nitrogenada e, consequentemente, diminuindo a produtividade da leguminosa^{1,2}.

A relevância do Níquel no sistema solo-planta pode ser comprovada em estudos controlados. Em um experimento conduzido com soja inoculada (*Bradyrhizobium japonicum*) em Nitossolo, os resultados demonstraram que a disponibilidade de Ni no solo dependia diretamente do pH e da dose aplicada, sendo as frações trocável e ligada a óxidos as mais relacionadas à absorção pela planta. Os achados mostraram que, embora a maior parte do Ni permaneça em formas pouco disponíveis, a atividade das enzimas urease e desidrogenase variou conforme as condições do solo e a cultura. Isso reforça que o níquel é essencial tanto para o metabolismo vegetal quanto para a atividade microbiana, validando a necessidade de definir níveis críticos do elemento em solos tropicais para garantir a eficiência do manejo¹.

Embora a urease e a hidrogenase sejam as funções mais estudadas, o níquel atua em uma gama mais ampla de rotas bioquímicas, muitas delas ainda pouco conhecidas. Destacam-se seus papéis na defesa da planta e na resposta a condições de estresse⁶.

O Ni aumenta a resistência das plantas a doenças, como a ferrugem asiática em soja, ao induzir a produção de fitoalexinas, compostos que protegem a planta contra patógenos. Além disso, a ativação da enzima glioxalase I pelo Ni auxilia a planta em condições de estresse abiótico, desintoxicando metabólitos prejudiciais^{2,4,6,8}.

XVI Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente



Por fim, é crucial considerar o excesso, pois a toxidez de níquel produz sintomas de clorose, geralmente semelhantes à deficiência de ferro ou manganês. Em dicotiledôneas, isso se manifesta como manchas cloróticas entre as nervuras (Figura 2), sendo um desafio de diagnóstico em campo ^{2,8}.



Figura 2: Sintomas da Toxidez de Ni em soja, caracterizada pela manchas cloróticas entre as nervuras. (Fonte: Costa, 2015 - Unipam).

Apesar da essencialidade do níquel e de seu comprovado papel na nutrição das leguminosas, os estudos sobre as melhores formas de aplicação ainda precisam ser mais bem explorados ⁶.

Atualmente, o tratamento de sementes é reconhecido como uma técnica de manejo muito vantajosa e eficaz para o fornecimento de níquel às culturas, principalmente na soja. Alternativamente, a aplicação via foliar pode ser benéfica, sendo realizada em conjunto com herbicidas ou defensivos agrícolas ^{6,7}.

As fontes de níquel para uso na agricultura variam, mas as principais disponibilizadas no mercado de fertilizantes são sais solúveis como o sulfato, cloreto e nitrato de níquel, além das formulações quelatizadas ⁶.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o níquel é um micronutriente que gera um macroimpacto indispensável na nutrição das leguminosas. Sua dupla função central é provada ao atuar na enzima urease (para o metabolismo do nitrogênio na planta) e na hidrogenase (para otimizar a Fixação Biológica de Nitrogênio - FBN) nas bactérias simbióticas. Embora sua disponibilidade no solo seja complexa, sendo altamente influenciada pelo pH, o conhecimento de suas funções vitais e os resultados de estudos de campo justificam sua importância no manejo da fertilidade. A garantia do suprimento adequado de níquel, por meio de estratégias como o tratamento de sementes, é, portanto, essencial para otimizar a produtividade e a sustentabilidade das leguminosas ^{1,2,3,6}.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MACEDO, F. G. DE. Disponibilidade de níquel no sistema solo-planta: efeito de doses e saturações por bases. 119 f.: il. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.64.2016.tde-20062016-154512>. Acesso em: 15 out. 2025.
2. SOBRAL, M. C. DE A.; SILVA, W. F. DA. Níquel na agricultura: uma revisão de literatura. *Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias*, Coromandel, v. 6. 2, p. 50-59, jul/dez. 2021. Disponível em: <https://revista.fcc.edu.br/index.php/agroveterinaria/article/view/106>. Acesso em: 15 out. 2025.
3. FRANCO, G. DE C. Tratamento de sementes de soja com níquel para o aumento da fixação biológica e atividade da urease. 62 p.: il. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.64.2015.tde-19052015-143424>. Acesso em: 15 out. 2025.
4. FABIANO, C. C. Urease na reciclagem de nitrogênio em plantas e o papel do níquel como micronutriente essencial. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, SP. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2019.1094070>. Acesso em: 15 out. 2025.
5. SANTOS, F. D. DOS.; FANTINEL, R. A.; WEILER, E. B.; CRUZ, J. C. Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes no solo. *Revista TECNO-LÓGICA*, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 2, p. 272-278, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v25i2.15552>. Acesso em: 22 out. 2025.
6. SANTOS NETO, J. V. Forma de aplicação de níquel, cobalto e molibdênio em sistema plantio direto na cultura da soja. 59 p.: il. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19841>. Acesso em: 22 out. 2025.
7. MOURA, M. J. A. DE. Métodos de aplicação de níquel e seus efeitos sobre as características agrônômicas e teor de proteína da soja. 43 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/21788>. Acesso em: 22 out. 2025.
8. COSTA, D. F.; MACHADO, V. J.; SOARES, L. H.; FAGAN, E. B.; REIS, M. R. DOS.; CABRAL, E. M. A. Utilização níquel na cultura da soja. Cerrado Agrociências. *Revista do Centro Universitário de Patos de Minas*. ISSN 2178-7662. Patos de Minas, UNIPAM, (6): 31-44, dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/cerradoagrociencias/article/view/4143>. Acesso em: 22 out. 2025.