Resposta do capim setária a doses crescentes de níquel

Laura Penido Mazzoco[1], Yara Beatriz Moreira[2], Julieta de Jesus da Silveira Castor[3], Antonio Vander Pereira[4], Juarez Campolina Machado[4] e Leônidas Paixão Passos[4]

[1]Estagiária, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. [2]Bolsista (Pibic/Fapemig), Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. [3]Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, [4]Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. e-mail: laurapmazzoco@hotmail.com

Resumo- O níquel é um micronutriente essencial para as plantas superiores, favorecendo o crescimento e processos fisiológicos, tais como a assimilação de nitrogênio, atividades enzimáticas e relações hídricas, além de agir no controle de doenças limitantes à produção. Visto que a maioria dos estudos tem abordado sua toxicidade, existem poucos relatos referentes à sua essencialidade, e, nesse contexto, seus efeitos sobre gramíneas forrageiras tropicais ainda não foram investigados. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a resposta do capim setária a doses crescentes de níquel adicionado à solução nutritiva (respectivamente, 0, 5, 10 e 15 mg $NiSO_4$/L). Após quatro meses de cultivo em ambiente controlado, não foram detectados efeitos sobre os pesos fresco e seco da parte aérea, teor foliar de clorofila e número de plantas. Considerando que a espécie é perene, novas abordagens são necessárias para a obtenção de resultados mais conclusivos, tais como retardamento da aplicação de níquel após a germinação, redução do número de plantas por parcela experimental, aumento da duração do experimento, possibilitando mais de uma colheita, e avaliação da composição mineralógica dos tecidos vegetais e do substrato de crescimento.

Termos para indexação: *Setaria sphacelata*, essencialidade, indicadores fisiológicos, nutrição mineral.

Response of setaria grass to increasing doses of nickel

Abstract- Nickel is an essential micronutrient for higher plants, favoring growth and physiological processes, such as nitrogen assimilation, enzymatic activities and water relations, in addition to acting in the control of diseases that limit production. Since most studies have addressed its toxicity, there are few reports regarding its essentiality, and, in this context, its effects on tropical forage grasses remain to be investigated. Thus, the objective of the present study was to verify the response of setaria grass to increasing doses of nickel added to the nutrient solution (respectively, 0, 5, 10 and 15 mg $NiSO_4$/L). After a four-month-long growing period under controlled environment, no effects were detected on fresh and dry weights of the aerial part, leaf chlorophyll content and number of plants. Considering that the species is perennial, new approaches are necessary to obtain more conclusive results, such as delaying the application of nickel after germination, reducing the number of plants per experimental plot, increasing the duration of the experiment allowing more than one harvest, and evaluating the mineralogical composition of the plant tissues and growth substrate.

Index terms: *Setaria sphacelata*, essentiality, mineral nutrition, physiological indicators.

Introdução

O níquel (Ni) é reconhecido como micronutriente essencial para as plantas superiores (Brown et al., 1987), contudo sendo requerido em concentrações infinitesimais. Sua ocorrência em níveis elevados não é incomum, causando toxidez na fauna e na flora, motivando numerosos estudos de biorremediação (Begum et al., 2022). Várias espécies de uso agronômico apresentam respostas positivas à fertilização com Ni, e sintomas de sua deficiência são raramente relatados (López; Magnitskiy, 2011). Além disso, de acordo com Wood e Reilly (2007), a melhoria na nutrição com Ni é um meio de proteger vários cultivos de determinadas doenças que limitam a produção. Nesse particular, o Ni tem sido utilizado em nanopartículas para o controle do crestamento e estria bacterianos da folha em arroz (Abdallah et al., 2023).

O Ni tem grande importância no crescimento vegetal, fazendo parte do metabolismo do nitrogênio e, dependendo de sua concentração e de condições ambientais, favorecendo outros processos, tais como atividade enzimática, respiração e balanço hídrico (Kamboj et al., 2018; Kastori et al., 2022). Há dados muito limitados sobre a absorção de Ni em plantas cultivadas, pois a maioria dos estudos tem sido conduzida focando o problema de sua toxicidade em vez de sua deficiência. As gramíneas forrageiras tropicais, dentre elas o capim setária, ainda não foram estudadas quanto à sua resposta ao Ni, e o preenchimento dessa lacuna pode impactar positivamente seu manejo e produtividade.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta do capim setária cultivado em vermiculita a doses crescentes de Ni na solução nutritiva.

As recomendações deste trabalho contribuem para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de números 2 e 8 (Fome Zero e Agricultura Sustentável; e Trabalho Decente e Crescimento Econômico), contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, com foco nas metas 2.3 (Produtividade de pequenos produtores) e 8.2 (Produtividade – Diversificação, modernização tecnológica e inovação), visto que a melhoria do balanço nutricional do capim setária permitirá ganhos em produtividade na produção forrageira, portanto com a perspectiva de contribuir para a sustentabilidade agrícola e para o crescimento econômico.

Material e métodos

O plantio foi realizado com semeadura do capim setária em recipientes plásticos de 250 mL contendo vermiculita. Decorridos 16 dias da germinação foi realizado um desbaste para ficarem 25 plantas por vaso, e em seguida foram aplicados os seguintes tratamentos: 0, 5, 10 ou 15 mg $NiSO_4$ $(H_2O)_6$/L de solução nutritiva de Hoagland em ½ força (Passos, 1996), fornecidos a cada duas semanas por irrigação na vermiculita. Cada miligrama de sulfato de níquel propiciou 223,3477 µg Ni^{2+}.

Após 121 dias de crescimento contínuo, o teor de clorofila foi medido em folhas intactas (Medidor SPAD-502, Konica-Minolta, NJ, EUA), o número de plantas sobreviventes por parcela foi anotado e, em seguida, a parte aérea das plantas foi colhida na altura de 10 cm e as amostras pesadas para obtenção dos pesos fresco e seco (balança analítica SHI-AUW-220D, TECNAL, Piracicaba, SP). Para a obtenção do peso seco, as amostras

foram secadas a 65 °C por 72h em forno THELCO 130DM (Precision Scientific, Chicago, IL, EUA). Em seguida as mesmas foram moídas (moinho analítico A11B, IKA, Wilmington, NC, EUA) para análises posteriores.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de sulfato de níquel hexahidratado), nove repetições e 25 plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância (Minitab, versão demo, State College, PA, EUA).

A Figura 1 apresenta os aspectos do experimento aos 121 dias de condução e após a colheita.

Foto: Laura Penido Mazzoco

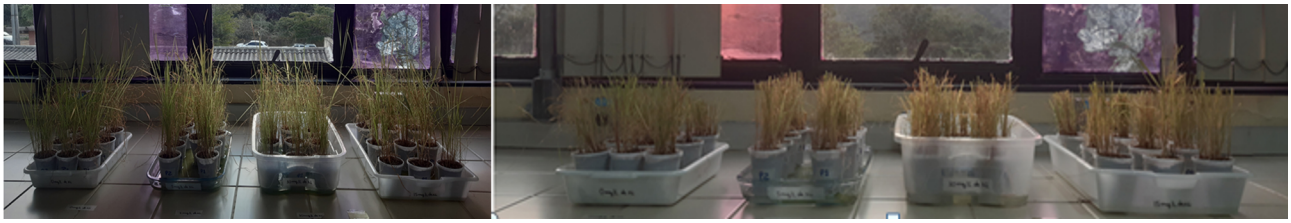

Figura 1. Aspecto do experimento antes e após a colheita.

Resultados e discussão

A análise estatística não revelou diferenças significativas entre tratamentos em todas as variáveis estudadas. A Figura 2 mostra os gráficos *boxplot* das respostas verificadas para pesos fresco e seco da parte aérea, teor foliar de clorofila e número de plantas. Apesar da dispersão relativamente expressiva dos dados, os intervalos de confiança situaram-se dentro do limite probabilístico e houve uma tendência de redução nos pesos fresco e seco com a aplicação de 10 mg de $NiSO_4$. Nas condições do presente experimento, não foi detectado qualquer favorecimento da aplicação de Ni no desenvolvimento do capim setária. Por outro lado, efeitos de toxicidade também não foram verificados.

O número de plantas sofreu redução em todos os tratamentos, indicando a necessidade de medidas adicionais de padronização no crescimento inicial, tais como a redução do número de plantas por parcela e aumento no período de equilíbrio pós-germinação, antes da aplicação dos tratamentos.

Os níveis de Ni estudados situam-se na amplitude relatada na literatura (Khan et al., 1999). Todavia, para estudos mais conclusivos, tendo em vista que a espécie é perene, são necessários maiores tempos de exposição contínua ao Ni, conforme conduzido por Brown et al. (1987).

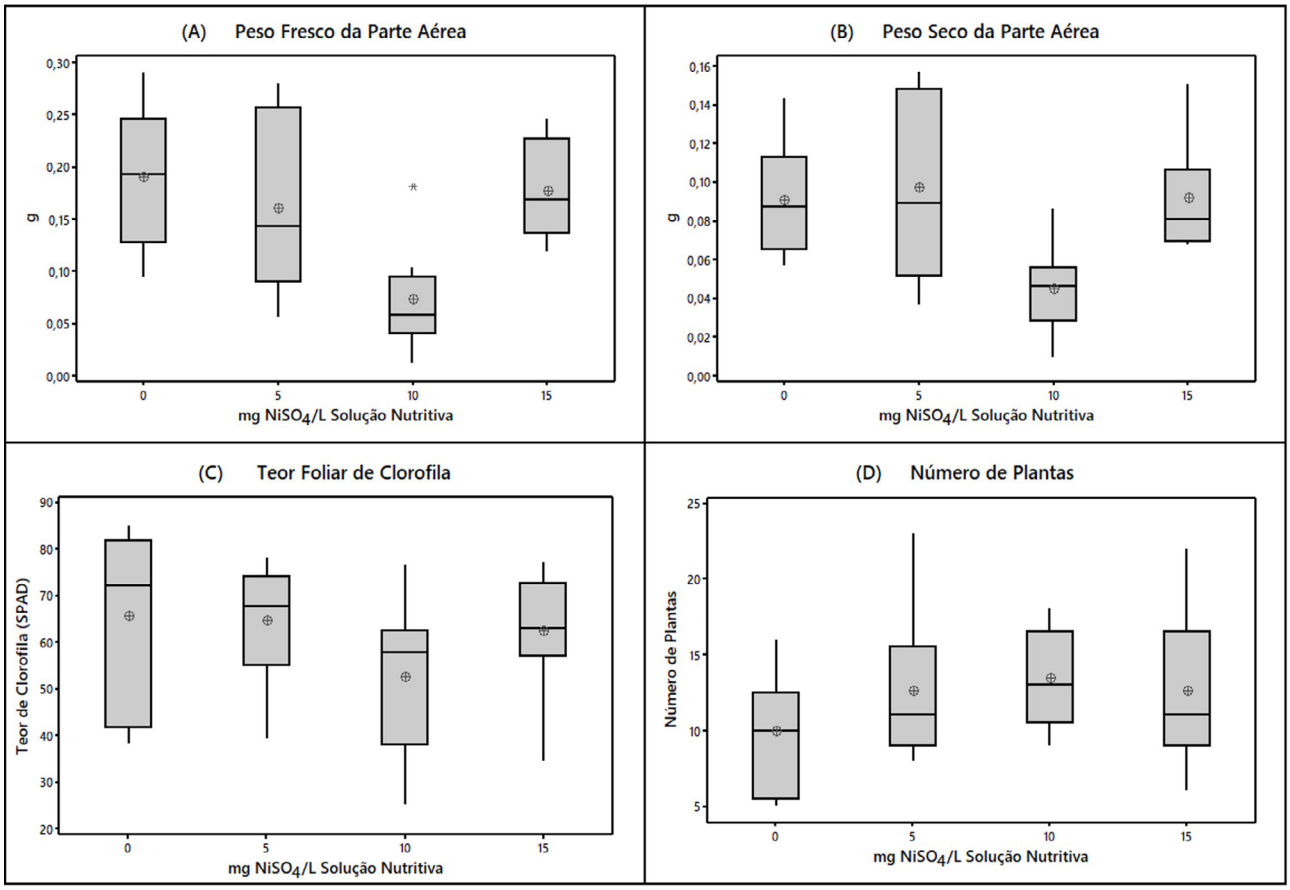

Figura 2. Gráficos *boxplot* da resposta do capim setéria a doses crescentes de Ni. (A) Peso fresco da parte aérea; (B) Peso seco da parte aérea; (C) Teor foliar de clorofila; (D) Número de plantas.

A ausência de efeitos dos níveis de Ni pode também estar associada a relações iônicas no conjunto de nutrientes essenciais. No cultivo em solução nutritiva, o Ni inibe a translocação de cobre (Cu) e ferro (Fe) em cevada (Rahman et al., 2005) e promove a absorção de zinco (Zn) em milho (Sabir et al., 2011). Portanto, a análise da composição mineral do capim setária exposto à presença de Ni deve ser incluída em avaliações futuras para a definição da relevância do Ni para a nutrição dessa espécie.

Conclusões

As doses de Ni não afetaram significativamente o desenvolvimento do capim setária nas condições do presente estudo. Ajustes metodológicos, tais como retardar a aplicação de Ni após a germinação e reduzir o número de plantas por parcela experimental poderão produzir diferentes resultados. Além disso, em vista da natureza perene da espécie, sugere-se avaliações por maior extensão de tempo e a determinação da composição mineral dos tecidos vegetais e do substrato de crescimento para buscar interações iônicas relevantes para a otimização da aplicação de Ni.

Agradecimentos

À Fapemig (RED-00056-23 e APQ-03630-23) e aos funcionários Sebastião Evaristo e Mario Baesso pelo apoio durante o período de estudos e treinamento.

Referências

ABDALLAH, Y.; NEHELA, Y.; OGUNYEMI, S. O.; IJAZ, M.; AHMED, T.; ELASHMONY, R.; ALKHALIFAH, D. H. M.; HOZZEIN, W. N.; XU, L.; YAN, C.; CHEN, J.; LI, B. Bio-functionalized nickel-silica nanoparticles suppress bacterial leaf blight disease in rice *(Oryza sativa* L.). **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 1216782, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1216782.

BEGUM, W.; RAI, S.; BANERJEE, S.; BHATTACHARJEE, S.; MONDAL, H. M.; BHATTARAI, A.; SAHA, B. A comprehensive review on the sources, essentiality and toxicological profile of nickel. **RSC Advances**, v. 12, n. 15, p. 9139-9153, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.1039/d2ra00378c.

BROWN, P. H.; WELCH, R. M.; CARY, E. E. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. **Plant Physiology**, v. 85, n. 3, p. 801-803, 1987. DOI: https://doi.org/10.1104/pp.85.3.801.

KAMBOJ, N.; MALIK, R. S.; DHANKER, P.; KUMAR, A. Importance of nickel in crops. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 3, p. 3470-3475, 2018.

KASTORI, R. R.; PUTNOK-DELIĆ, M. I.; MAKSIMOVIĆ, I. V. Functions of nickel in higher plants: a review. **Acta Agriculturae Serbica**, v. 27, n. 53, p. 89-101, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.5937/AASer2253089K.

KHAN, N. K.; WATANABE, M.; WATANABE, Y. Effect of different concentrations of urea with or without nickel addition on spinach *(Spinacia oleracea* E.) grown under hydroponic culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 45, n. 3, p. 569-575, 1999. DOI: https://doi.org/10.1080/00380768.1999.10415820.

LÓPEZ, M. A.; MAGNITSKIY, S. Nickel: the last of the essential micronutrients. **Agronomia Colombiana**, v. 29, n. 1, p. 49-56, 2011.

PASSOS, L. P. Solução nutritiva de Hoagland. In: PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1996. p. 101-105.

RAHMAN, H.; SABREEN, S.; ALAM, S.; KAWAI, S. Effects of nickel on growth and composition of metal micronutrients in barley plants grown in nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, n. 3, p. 393-404, 2005. DOI: https://doi.org/10.1081/PLN-200049149.

SABIR, M.; GHAFOOR, A.; REHMAN, M. Z. U.; AHAMAD, H. R.; AZIZ, T. Growth and metal ionic composition of *Zea may*s as affected by nickel supplementation in the nutrient solution. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 13, n. 2, p. 186-190, 2011.

WOOD, B.; REILLY, C. Interaction of nickel and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (ed.). **Mineral nutrition and plant disease**. Minneapolis: American Phytopathological Society Press, 2007. p. 217-247.