



PHYSIOTEK
CROP SCIENCE

PHYSIOTEK LETTERS

Efeito do níquel na nutrição mineral das plantas: respostas fisiológicas do metabolismo vegetal

Mateus Vendramini Rampazzo

E-mail: mat.vendra97@gmail.com

Graduando em Engenharia Agrônômica – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP)

Revisão: Prof. Dr. André Rodrigues dos Reis (E-mail: andre.reis@unesp.br)

Edição: Maria Gabriela Dantas B. Lanza (E-mail: maria.dantas@unesp.br)

A essencialidade do níquel (Ni) foi provada por Dixon et al. (1975) ao constatar que o metal é constituinte da metaloenzima urease (EC 3.5.1.5., ureia amidohidrolase), a qual catalisa a hidrólise da ureia em amônia (NH_4^+) e dióxido de carbono (CO_2) como ilustrado na Figura 1. Posteriormente Eskew et al. (1983) e Brow et al. (1987) confirmaram a essencialidade do Ni nas culturas de soja (*Glycine Max* L. Merrill) através de necroses nas extremidades das folhas devido ao acúmulo de ureia, por conta da baixa atividade da urease; feijão (*Vigna unguiculata* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) pela não germinação de sementes associada a ausência de Ni. Consequentemente, o Ni foi introduzido a lista de micronutrientes quando houve a constatação da deficiência de Ni em pomares de pecã no Estados Unidos (Wood et al., 2006).

O Ni é absorvido pelas plantas preferencialmente como cátion bivalente (Ni^{2+}), na forma de quelatos com compostos orgânicos e metalóforos. Seu mecanismo de contato ainda não foi compreendido. Após o contato com o sistema radicular da planta, o Ni é absorvido, principalmente, por processo ativo, bem como por difusão passiva (Yussuf et al., 2011). Logo em seguida a absorção, o Ni tem sua condução no xilema facilitada através da formação de quelatos com ácidos orgânicos (White, 2012), assim como aminoácidos (Kramer et al., 1996). Com isso, possui alta mobilidade dentro das plantas, se concentrando em órgãos em desenvolvimento, como também nas sementes (Malan e Ferrant, 1998).

Os teores adequados para o suprimento das plantas variam de 0,01 a 10 mg kg^{-1} (Gerendas et al., 1999; Brown et al., 1987), demonstrando uma elevada amplitude de variação se comparado aos demais nutrientes

essenciais. Essas variações se relacionam pelas diferenças na absorção, transporte e redistribuição (Rebafka et al., 1990).

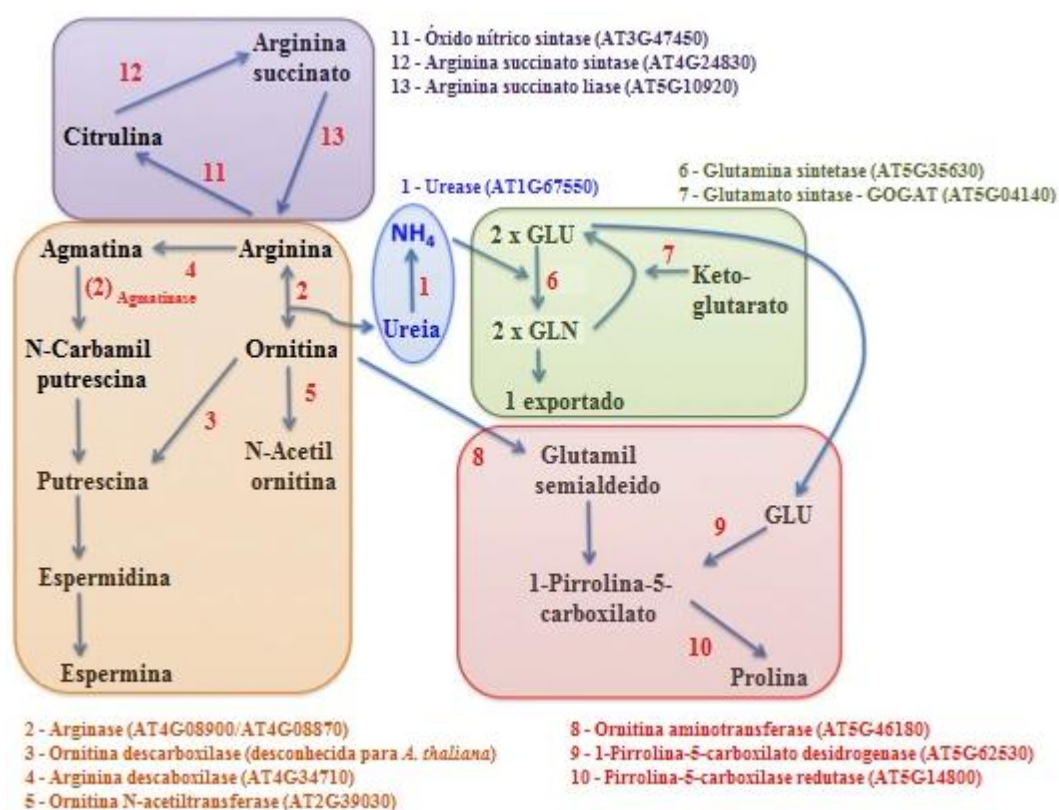


Figura 1. Ciclo da ornitina, poliaminas e rota da biossíntese de ureia na planta. Os números representam as enzimas responsáveis pela rota identificada em *Arabidopsis thaliana*. Fonte: Adaptado de Polacco et al. (2013).

O Ni participa ativamente no metabolismo do nitrogênio (N) (Reis et al., 2014). Por ser um catalizador da urease, ele permite que as plantas utilizem a ureia gerada interna ou externamente, como fonte de N (Mobley e Hausinger, 1989; Mobley et al., 1995; Andrews et al., 1984; Tezotto et al., 2012). Quando a atividade da urease é baixa, devido a insuficiência de Ni, a ureia pode se acumular e alterar as concentrações de compostos intermediários do ciclo da ornitina, (Gerendas e Sattelmacher, 1997). Foi relatado ainda pelos autores que, com o aumento significativo de Ni, aumentou-se a atividade da urease em diversas espécies e sua deficiência afetou o metabolismo dos aminoácidos em feijão-caupi (Walker et al., 1985), diminuiu a atividade da urease, fomentou a deficiência do metabolismo do N e afetou os aminoácidos (glicina, asparagina, arginina, ornitina e citrulina) em diversas espécies (Gerendas e Sattelmacher, 1997).

Ensaios realizados sobre os efeitos do Ni no metabolismo das plantas, constataram que o micronutriente promove à produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Foyer et al., 1997). As EROs induzem a peroxidação lipídica de membranas celulares (Deuner et al., 2011). A destruição eficiente das EROs requer ação de várias enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase, catalase, ascorbato, peroxidase, glutathione redutase e guaiacol peroxidase (Gratão et al., 2005).

Para González et al., (2015), baixas doses de Ni pulverizada nas folhas das plantas, culminaram numa maior tolerância ao estresse biótico e abiótico, uma vez que esse micronutriente gera respostas de defesa no metabolismo antioxidante, pois ele aumenta a atividade de enzimas do ciclo ascorbato-glutationa, como por exemplo, a catalase (CAT), peroxidase (POD) e superóxido dismutase (SOD), que protegem as células vegetais contra as EROs (Scalabrin et al., 2016).

Efeitos fisiológicos semelhantes são encontrados em função da aplicação de Ni nas culturas, como aumento no conteúdo de clorofila (Kutman et al., 2012), aumento da taxa fotossintética (Rodak, 2014), alteração na atividade da enzima redutase do nitrato (Reis et al., 2014), atraso da senescência e inibição da produção de etileno (Smith & Woodburn, 1984), alteração da atividade da enzima ACC oxidase (Zheng et al., 2006). O Ni também exerce interferência no metabolismo de aminoácidos e de ácidos orgânicos (Walker et al., 1985; Brown et al., 1990; Bai et al., 2006).

Uma quantidade significativa do fluxo do N se dá através da ureia, o qual é reciclado somente pela ação da enzima urease (Polacco & Holland, 1993), o que justifica sua influência no aumento da produtividade, taxas de crescimento, e na produção de massa seca das culturas (Reis et al., 2014).

No Brasil ainda são escassos os trabalhos de aplicação de fontes e doses de Ni em diversas culturas. Futuras pesquisas são necessárias para avaliar o desempenho agrônomo de diferentes espécies vegetais de interesse agrícola em respostas a fontes, formas de aplicação de doses de Ni visando aumento de produtividade.

Referências

- Andrews, R.K., Blakeley, R.L., Zerner, B. 1984. Urea and urease. *Advances in Inorganic Biochemistry* 6: 245-283.
- Bai, C., Reilly, C.C., Wood, B.W. 2006. Nickel deficiency disrupts metabolism of ureides, amino acids, and organic acids of young pecan foliage. *Plant physiology* 140(2): 433-443.
- Brown, P.H., Welch, R.M., Cary, E.E. 1987. Nickel: a micronutrient essential for higher plants. *Plant Physiology* 85(3): 801-803.
- Brown, P.H., Welch, R.M., Madison, J.T. 1990. Effect of nickel deficiency on soluble anion, amino acid, and nitrogen levels in barley. *Plant and Soil* 125(1): 19-27.
- Deuner, S., Alves, J.D., Zanadrea, I., Goulart, P.F.P., Silveira, N.M., Henrique, P.C., Mesquita, A.C. 2011. Stomatal behavior and components of the antioxidative system in coffee plants under water stress. *Scientia Agricola* 68(1): 77-85.
- Dixon, N.E., Gazzola, C., Blakeley, R.L., Zerner, B. 1975. Jack bean urease (EC 3.5.1.5) a metalloenzyme: simple biological role for nickel. *Journal of the American Chemical Society* 97(14): 4131-4133.
- Eskew, D.L., Welch, R.M., Cary, E.E. 1983. Nickel: an essential micronutrient for legumes and possibly all higher-plants. *Science* 222(4624): 621-623.

- Foyer, C.H., Lopez-Delgado, H., Dat, J.F., Scott, I.M. 1997. Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanism of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiologia Plantarum* 100: 241-254.
- Gerendas, J., Sattelmacher, B. 1997. Significance of Ni supply for growth, urease activity and the concentrations of urea, amino acids and mineral nutrients of urea-grown plants. *Plant and Soil* 190: 153-162.
- Gonzalez, C.I., Maine, M.A., Cazenave, J., Hadad, H.R., Benavides, M.P. 2015. Ni accumulation and its effects on physiological and biochemical parameters of *Eichhornia crassipes*. *Environmental and Experimental Botany* 117(1): 20-27.
- Gratão, P.L., Polle, A., Lea, P.J., Azevedo, R.A. 2005. Making the life of heavy metal stressed plants a little easier. *Functional Plant Biology* 32: 481-494.
- Kramer, U., Cotter-Howells, J.D., Charnock, J.M., Baker, A.J.M., Smith, A.C. 1996. Free histidine as a metal chelator in plants that accumulate nickel. *Lett. Nature* 379: 635-638.
- Kutman, B.Y., Kutman, U.B., Cakmak, I. 2012. Nickel-enriched seed and externally supplied nickel improve growth and alleviate foliar urea damage in soybean. *Plant and Soil* 1007: 1-15.
- Malan, H.L., Farrant, J.M., 1998. Effects of the metal pollutants cadmium and nickel on soybean seed development. *Seed Science Research* 8: 445-453.
- Mobley, H.L.T., Hausinger, R.P. 1989. Microbial ureases: significance, regulation, and molecular characterization. *Microbiological Reviews* 53(1): 85-108.
- Mobley, H.L.T., Island, M.D., Hausinger, R.P. 1995. Molecular biology of microbial ureases. *Microbiological Reviews* 59(3): 451-480.
- Polacco, J.C., Holland, M.A. 1993. Roles of urease in plant cells. *International Review of Cytology* 145: 65-103.
- Rebafka, F.P., Schulz, R., Marschner, H. 1990. Erhebungsuntersuchungen zur pflanzenverfügbarkeit von nickel auf böden mit hohen geogenen nickelgehalten. *Angewandte Botanik* 64: 317-328.
- Reis, A.R., Rodak, B.W., Putti, F.F., Moraes, M.F. 2014. Papel fisiológico do níquel: essencialidade e toxidez em plantas. *Informações Agronômicas* 147: 10-24.
- Rodak, B.W. Níquel em solos e na cultura de soja. 2014. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- Scalabrin, E., Radaelli, M., Capodaglio, G. 2016. Simultaneous determination of shikimic acid, salicylic acid and jasmonic acid in wild and transgenic *Nicotiana glauca* plants exposed to abiotic stresses. *Plant Physiology and Biochemistry* 103(1): 53-60.
- Smith, N.G., Woodburn, J. 1984. Nickel and ethylene involvement in the senescence of leaves and flowers. *Naturwissenschaften* 71(4):210-211.
- Tezotto, T., Favarin, J.L., Azevedo, R.A., Alleoni, L.R.F., Mazzafera, P. 2012. Coffee is highly tolerant to cadmium, nickel and zinc: plant and soil nutritional status, metal distribution and bean yield. *Field Crops Research*, v. 125, p. 24-34, 2012.
- Walker, C.D., Graham, R.D., Madison, J.T., Cary, E.E., Welch, R.M. 1985. Effects of Ni deficiency on some nitrogen metabolites in cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Plant Physiology* 79: 474-479.

White, P.J. 2012. Long-distance transport in the xylem and phloem. In: Marschner, P. (Ed.). Mineral nutrition of higher plants. 3. ed. United States of America: Elsevier, 2012. p. 49-70.

Wood, B.W., Reilly, C.C., Nyczepir, A.P. 2006. Field deficiency of nickel in trees: symptoms and causes. *Acta Horticulturae* 721: 83–98.

Yusuf, M., Fariduddin, Q., Hayat, S., Ahmad, A. 2011. Nickel: an overview of uptake, essentiality and toxicity in plants. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 86: 1-17.

Zheng, Q.L., Nakatsuka, A., Matsumoto, T., Itamura, H. 2006. Pre-harvest nickel application to the calyx of ‘Saijo’ persimmon fruit prolongs postharvest shelf-life. *Postharvest Biology and Technology* 42:v98-103.

Citação: Rampazzo, M.V. Efeito do níquel na nutrição mineral das plantas: respostas fisiológicas do metabolismo vegetal. *Physiotek Letters* volume 1, p. 39-43, 2021.