



Fixação biológica do nitrogênio na soja: importância da quimiotaxia entre planta e *Rhizobium*

Marco Antonio Bosse

E-mail: marcoantoniobosse@gmail.com

Engenheiro Agrônomo – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PB)

Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/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)

O nitrogênio (N) ocupa cerca de 78 % da composição atmosférica e é essencial no metabolismo das plantas. O N atmosférico é indisponível para os vegetais, porém, utilizável por determinadas espécies de microrganismos procarióticos denominados diazotróficos. Esses microrganismos reduzem o N₂ para a forma de amônia, cujos mecanismos possibilitam a assimilação e incorporação de N no crescimento celular e atuação nos processos fisiológicos, comumente chamado de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Zehr *et al.*, 2003; Mantilla-Paredes *et al.*, 2009).

Estudos demonstram que para a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.], são necessários aproximadamente 80 kg de N para produzir 1,000 kg de grãos (Hungria & Mendes, 2015). Grande parte desse N requerido pela cultura é obtido através do estabelecimento de uma relação simbiótica com bactérias fixadoras de N, como *Rhizobium* spp. e *Bradyrhizobium* spp., que tem como resultado final a formação de nódulos no sistema radicular das plantas (Kumar *et al.*, 2020).

Essa interação se dá através da quimiotaxia, onde as bactérias reagem a um gradiente químico formado pela exsudação de compostos moleculares pelas raízes, como por exemplo ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, os quais são essenciais para iniciar o processo de nodulação (Mierziak *et al.*, 2014; Singla & Garg, 2017).

Os flavonoides também são compostos exsudados pela planta hospedeira, e são responsáveis por promoverem a expressão de genes conhecidos como *Nod* nos rizóbios, que iniciam a síntese a exsudação de

moléculas chamadas de fatores Nod. Essas moléculas são oligossacarídeos que induzem uma série de mudanças fisiológicas nas células da raiz, propiciando a colonização destas células pelos rizóbios e a organogênese do nódulo (Liu & Murray, 2016; Panche *et al.*, 2016).

Os principais isoflavonóides exsudados pelas raízes de soja são a daidzeína e a genisteína, que além de promoverem a expressão de genes *Nod*, também modulam o transporte de auxina, um importante hormônio vegetal que regula o desenvolvimento de raízes e dos nódulos, estimulando a divisão celular (Mathesius, 2008; Sugiyama *et al.*, 2017). Esses compostos atuam na microbiota da rizosfera, sendo um importante mecanismo usado pelas plantas para modificar a comunidade de microrganismos no solo para evitar não somente patógenos, mas aprimorar a nutrição e a saúde das plantas (Kwak *et al.*, 2018). Além disso, alguns estudos demonstraram que uma enzima chamada urease também pode influenciar no processo de quimiotaxia em plantas de soja (Medeiros-Silva *et al.*, 2014).

A urease é uma enzima que está presente nos tecidos vegetais e é responsável pela hidrólise da uréia em amônia, sendo muito importante no metabolismo do N. Além disso, apresenta dois íons de níquel em seu centro ativo, tendo sua atividade reduzida sob condições de deficiência desse micronutriente (Dixon *et al.*, 1975; Polacco *et al.*, 2013).

Pesquisas recentes demonstraram os efeitos benéficos da aplicação do níquel em cultivares de soja, que resultaram em aumento da produtividade, a qual é atribuída a uma maior fixação biológica de N e número de nódulos ativos (Freitas *et al.*, 2019). Entretanto, ainda são escassos os estudos que investigam mais especificamente os efeitos do níquel nos mecanismos envolvidos na quimiotaxia.

Em função disso, diversas pesquisas vêm sendo realizadas pelo GEFA (Grupo de Estudos em Fisiologia Agrícola) na UNESP Campus de Tupã para investigar os efeitos da fertilização com níquel em soja, afim de investigar os avaliar seus efeitos na fixação biológica de N, que se inicia com o processo de quimiotaxia. Realizar práticas de manejo para tornar o processo de nodulação mais eficiente é a chave para a obtenção de altas produtividades com maior sustentabilidade.



Figura 1. Experimento em casa de vegetação com mutantes de soja para a enzima urease sob fertilização de níquel. Tupã, SP. **Foto:** Marco Antonio Bosse.

Referências

- Dixon, N.E., Gazzola, C., Blakeley, R.L., Zerner, B. 1975. Jack Bean Urease (EC 3.5.1.5). A Metalloenzyme. A Simple Biological Role for Nickel? *Journal of the American Chemical Society* 97: 4131–4133.
- Freitas, D.S., Rodak, B.W., Carneiro, M.A.C., Guilherme, L.R.G. 2019. How does Ni fertilization affect a responsive soybean genotype? A dose study. *Plant and Soil* 441: 567–586.
- Hungria, M., Mendes, I.C. 2015. Nitrogen fixation with soybean: The perfect symbiosis? *Biological Nitrogen Fixation* 2–2: 1009–1024.
- Kumar, N., Srivastava, P., Vishwakarma, K., Kumar, R., Kuppala, H., Maheshwari, S.K., Vats, S. 2020. The Rhizobium-plant symbiosis: state of the art. In: Varma A, Tripathi S, Prasad R, eds. *Plant Microbe Symbiosis*. Cham: Springer International Publishing, 1–20.
- Kwak, M.J., Kong, H.G., Choi, K., Kwon, S.K., Song, J.Y., Lee, J., Lee, P.A., Choi, S.Y., Seo, M., Lee, H.J., Jung, E.J., Park, H., Roy Z., Kim H., Lee, M.M., Rubin, E.M., Lee, S.W., Kim, J.F. 2018. Rhizosphere microbiome structure alters to enable wilt resistance in tomato. *Nature Biotechnology* 36: 1100–1116.
- Liu, C.W., Murray, J.D. 2016. The role of flavonoids in nodulation host-range specificity: An update. *Plants* 5: 4045–4053.
- Mantilla-Paredes, A.J., Cardona, G.I., Peña-Venegas, C.P., Murcia, U., Rodríguez, M., Zambrano, M.M. 2009. Distribución de bacterias potencialmente fijadoras de nitrógeno y su relación con parámetros fisicoquímicos en suelos con tres coberturas vegetales en el sur de la Amazonia colombiana. *Revista de Biología Tropical*: 915–927.
- Mathesius, U. 2008. Goldacre paper: Auxin: At the root of nodule development? *Functional Plant Biology* 35: 651–668.
- Medeiros-Silva, M., Franck, W.L., Borba, M.P., Pizzato, S.B., Strodtman, K.N., Emerich, D.W., Stacey, G., Polacco, J.C., Carlini, C.R. 2014. Soybean ureases, but not that of *bradyrhizobium japonicum*, are involved in the process of soybean root nodulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62: 3517–3524.
- Mierziak, J., Kostyn, K., Kulma, A. 2014. Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment. *Molecules* 19: 16240–16265.
- Panche, A.N., Diwan, A.D., Chandra, S.R. 2016. Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science* 5.
- Polacco, J.C., Mazzafera, P., Tezotto, T. 2013. Opinion - Nickel and urease in plants: Still many knowledge gaps. *Plant Science* 199–200: 79–90.
- Singla, P., Garg, N. 2017. Plant Flavonoids: Key players in signaling, establishment, and regulation of rhizobial and mycorrhizal endosymbioses. In: *Mycorrhiza - Function, Diversity, State of the Art: Fourth Edition*. Springer, Cham, 133–176.
- Sugiyama, A., Yamazaki, Y., Hamamoto, S., Takase, H., Yazaki, K. 2017. Synthesis and secretion of isoflavones by field-grown soybean. *Plant and Cell Physiology* 58: 1594–1600.

Zehr, J.P., Jenkins, B.D, Short, S.M., Steward, G.F. 2003. Nitrogenase gene diversity and microbial community structure: A cross-system comparison. *Environmental Microbiology* 5: 539–554.

Citação: Bosse, M.A. Fixação biológica do nitrogênio na soja: importância da quimiotaxia entre planta e *Rhizobium*. *Physiotek Letters*, volume 1, p. 31-34, 2021.