

Promoção de crescimento vegetal por rizóbios

Aleksander Westphal Muniz¹, João Américo Wordell Filho² e Enilson Luiz Saccol de Sá³

Introdução

Uma das mais importantes formas de promoção do crescimento de plantas induzido por bactérias, a fixação simbiótica de nitrogênio em leguminosas já é conhecida há muito tempo. No Brasil, atualmente, existem diversos produtos inoculantes contendo estirpes bacterianas que são recomendadas para a inoculação de leguminosas, como os inoculantes contendo rizóbios (*Rhizobium*, *Mesorhizobium* e *Bradyrhizobium*) específicos para cada espécie de leguminosa, e inoculantes contendo estirpes recomendadas para a inoculação de gramíneas, como os inoculantes contendo estirpes de *Azospirillum* para arroz, trigo e centeio.

No entanto, pouco se tem estudado sobre o potencial dos rizóbios para a promoção do crescimento de gramíneas, grupo de plantas no qual essas bactérias não realizam a fixação biológica de nitrogênio, mas podem estimular o crescimento vegetal por diversos outros mecanismos.

Os rizóbios são bactérias Gram-negativas pertencentes à divisão Proteobacteria. Essa divisão apresenta duas classes: alfa e beta. Os gêneros de rizóbios encontrados na classe alfa são: *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Devosia*, *Methylobacterium*, *Ochrobactrum* e *Phyllobacterium*. Os gêneros da classe beta são *Burkholderia* e *Cuproavidus*. Essas bactérias são bastante conhecidas por estabelecer simbiose com as raízes de espécies de leguminosas e, em consequência, promover o crescimento vegetal. No entanto, os rizóbios também podem promover o crescimento de outras espécies vegetais, como milho, trigo e arroz. A promoção do

crescimento vegetal em leguminosas ocorre por biofertilização devido ao fornecimento de nitrogênio para as plantas, enquanto nas outras espécies estão envolvidos também os processos de fitoestimulação e controle de certos patógenos de raiz.

A seguir são abordados os mecanismos de promoção de crescimento vegetal por rizóbios em espécies leguminosas e não leguminosas.

Promoção de crescimento vegetal por rizóbios em espécies leguminosas

O principal mecanismo de promoção do crescimento vegetal por rizóbios em leguminosas é a biofertilização, que consiste na atuação de microrganismos como fertilizante de forma a atender demandas nutricionais da planta hospedeira. O mecanismo de biofertilização utilizado por rizóbios em leguminosas denomina-se fixação biológica de nitrogênio (FBN).

A FBN é resultante da simbiose rizóbio-leguminosa, que ocorre pela invasão de tecidos radiculares pela bactéria por meio de mecanismos de infecção, resultando na formação de estruturas denominadas de nódulos (Figura 1). Os nódulos permitem que o rizóbio sobreviva dentro do hospedeiro sob a forma de bacterioides e fornece um ambiente anaeróbico necessário à ação da nitrogenase, enzima responsável pela redução do nitrogênio atmosférico (N_2) na forma amoniacal (NH_3). Assim, os bacterioides fixam nitrogênio sob a forma de amônia e é disponibilizado ao metabolismo da planta hospedeira, a qual, por sua vez, fornece vários nutrientes aos bacterioides. A FBN permitiu a diminuição drástica da adubação nitrogenada na cultura

da soja no Brasil, onde 90% da área cultivada utilizam inoculantes com rizóbios (Hungria et al., 2005).

Promoção de crescimento vegetal por rizóbios em espécies não leguminosas

A promoção de crescimento vegetal por rizóbios em espécies não leguminosas pode ocorrer de duas maneiras: fitoestimulação e controle biológico. A fitoestimulação consiste na produção de substâncias que induzem o crescimento vegetal na ausência de patógenos. O controle biológico consiste na supressão de patógenos vegetais pela presença de rizóbios na rizosfera das plantas.

A fitoestimulação pode ser observada na produção de ácido indolacético (AIA), um hormônio vegetal do tipo auxina. Na cultura de alface, a inoculação de rizóbios promoveu incrementos no vigor e na germinação das sementes (Schlindwein et al., 2008). A produção de AIA por rizóbios também proporcionou aumento no crescimento vegetativo na cultura do arroz (Chi et al., 2005). Na cultura do algodão a produção de AIA por rizóbios aumentou a absorção de nutrientes do solo (Hafeez et al., 2004). Outro exemplo de fitoestimulação é a produção de giberilina por rizóbios na cultura do arroz, onde ocorreu maior crescimento radicular e produção de grãos (Yanni et al., 2001).

O controle biológico por rizóbios foi eficiente na cultura do girassol, na qual a inoculação inibiu o crescimento dos patógenos *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* (Ehteshamul-Haque & Ghaffar, 1993). ▶

Recebido em 12/04/2011. Aceito para publicação em 30/05/2012.

¹Engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa Amazônia Ocidental, Rod. AM-10, Km 29, s/n, 69010-970 Manaus, AM, e-mail: aleksander.muniz@cpaa.embrapa.br.

²Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: wordell@epagri.sc.gov.br.

³Engenheiro-agrônomo, Dr., UFRGS / Laboratório de Microbiologia do Solo, e-mail: enilson.sa@ufrgs.br.



Figura 1. Nódulos em raiz de trevo-branco

Promoção de crescimento por rizóbios em leguminosas forrageiras e espécies não leguminosas no sul do Brasil

A pesquisa com rizóbios em leguminosas forrageiras no sul do Brasil concentrou-se em espécies exóticas como os trevos (*Trifolium*) e cornichões (*Lotus*). Nesses trabalhos foram selecionados isolados eficientes na promoção de crescimento vegetal em diferentes condições de solo. Nas seleções de rizóbios para trevo-branco foram observados a acidez e os teores de alumínio do solo (Brose, 1994). Em trevo-vermelho foram determinadas as melhores estirpes para crescimento vegetal e produção de inoculantes (Santillana et al., 1998). As espécies de cornichões foram selecionadas também para estresse salino.

A pesquisa com rizóbios em espécies nativas ainda é incipiente com trabalhos relacionados a espécies de *Adesmia* e *Desmodium*. Um dos poucos trabalhos realizados com *Adesmia latifolia* visava comparar a eficiência simbiótica com *Lotus corniculatus* (Scheffer-Basso et al., 2001). Outros trabalhos com *A. latifolia* foram destinados à seleção de estirpes eficientes na promoção do crescimento vegetal (Voss et al., 2001). Espécies do mesmo gênero, como *A. arujoii* e *A.*

tristis, também foram estudadas quanto à nodulação e seleção de isolados promotores de crescimento. O trabalho com *Desmodium* confirmou que os rizóbios autóctones apresentam baixa especificidade hospedeira.

A pesquisa com promoção de crescimento por rizóbios em não leguminosas encontra-se na fase inicial no sul do Brasil. Porém, foram realizados trabalhos de destaque com a cultura do arroz na avaliação da eficiência de isolados de

rizóbios de *Lotus* na promoção de seu crescimento (Osório Filho, 2010). Na Figura 2, pode-se observar a infecção de rizóbios em plantas de arroz irrigado.

Utilização atual e perspectivas futuras do uso de rizóbios como promotores de crescimento em leguminosas e não leguminosas

A inoculação de bactérias benéficas para promover o crescimento vegetal ocorre há séculos. No final do século 19, a inoculação de sementes tornou-se uma prática comum, e uma década depois a primeira patente (Nitragin) foi registrada para inoculação de leguminosas com rizóbio. Durante um século os inoculantes de rizóbio foram produzidos mundialmente por pequenas empresas. No Brasil, a cultura da soja utiliza apenas a inoculação com rizóbio e dispensa a fertilização nitrogenada (Hungria et al., 2005). Em todo o mundo, a utilização de rizóbios como promotores de crescimento concentra-se na biofertilização pela FBN.

O viés da pesquisa com rizóbios começou a mudar com trabalhos nas



Figura 2. Colonização de raízes de plantas de arroz por *Mesorhizobium amorphae*, estirpe UFRGS Lg111, marcadas com gene Gus. A formação de coloração azulada indica a presença da bactéria (Osório Filho, 2009)

culturas do arroz irrigado e do trigo, que fazem parte das culturas agrícolas denominadas de *commodities*. Assim, pesquisas realizadas com a indução de crescimento por fitoestimulação em arroz no Egito constatarem incremento na produtividade da cultura graças à inoculação de rizóbio (Yanni et al., 2001). Esse fato também foi comprovado na cultura do trigo (Hilali et al., 2001), o que permite a abertura de novas possibilidades de utilização de rizóbios como inoculantes em gramíneas. Além disso, tais bactérias são conhecidas por produzir fitormônios e podem, dessa forma, ser utilizadas em outras espécies vegetais.

Atualmente, existem vários rizóbios recomendados para utilização no cultivo de leguminosas no sul do Brasil. Entre esses rizóbios destacam-se os utilizados na inoculação de trevos e cornichões na formação das pastagens de inverno em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul.

A utilização de rizóbios na cultura de arroz está em fase de testes na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que tem realizado experimentação em campo nas áreas de pesquisa de sua própria estação experimental e no Instituto Rio-Grandense de Arroz. Além disso, resultados de pesquisas indicam que os rizóbios podem ser utilizados no enraizamento de fruteiras de clima temperado, como a macieira.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de continuidade da pesquisa científica com rizóbios tanto em leguminosas quanto em não leguminosas. Essa pesquisa permitirá a abertura de novas oportunidades de desenvolvimento de tecnologias para a agricultura brasileira. E essas novas tecnologias propiciarão incremento na competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional e aumentarão a rentabilidade do produtor.

Recomenda-se que os produtores rurais e técnicos procurem a Epagri/ Estação Experimental de Lages (EEL) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para informações de como utilizar os rizóbios. A EEL possui uma coleção de rizóbios recomendados para leguminosas forrageiras, adubos verdes e graníferas, como feijão e ervilha, enquanto a UFRGS possui

um banco de rizóbios para diversas forrageiras, com destaques para os trevos e cornichões. A Epagri e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul⁴ podem fornecer informações dos procedimentos para inoculação de sementes dessas leguminosas e dos benefícios proporcionados pela fixação biológica de nitrogênio. Também cabe destacar a importância da utilização da inoculação para a redução do custo de produção com adubos nitrogenados.

Literatura citada

1. BROSE, E. Seleção de rizóbio para trevo-branco em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.2, p.281-285, 1994.
2. CHI, F.; SHEN, S.-H.; CHENG, H.-P. et al. Ascending migration of endophytic rhizobia, from roots to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. **Applied and Environmental Microbiology**, v.71, n.11, p.7271-7278, 2005.
3. EHTESHAMUL-HAQUE, S.; GHAFAR, A. Use of rhizobia in the control of root rot diseases of sunflower, okra, soybean and mungbean. **Journal of Phytopathology**, v.138, n.2, p.157-163, 1993.
4. HAFEEZ, F.Y.; SAFDAR, M.E.; CHAUDHRY, A.U. et al. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, n.6, p.617-622, 2004.
5. HILALI, A.; PRÉVOST, D.; BROUGHTON, W. J. et al. Effets de l'inoculation avec des souches de *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolii* sur la croissance du blé dans deux sols du Maroc. **Canadian Journal of Microbiology**, v.47, n.6, p.590-593, 2001.
6. HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W.E. (Ed.). **Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecol-**

ogy, and the environment nitrogen fixation: origins, applications, and research progress. Dordrecht, Holanda: Springer, 2005. v.4, p.25-42.

7. OSÓRIO FILHO, B.D. **Rizóbios eficientes em lótus como promotores de crescimento em arroz irrigado**. 2009. 114f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
8. SCHLINDWEIN, G.; VARGAS, L.K.; LISBOA, B.B. et al. Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.658-664, 2008.
9. SANTILLANA, N.; FREIRE, J.R.J.; de SÁ, E.L.S. et al. Avaliação de estirpes de rizóbio para a produção de inoculantes para trevo-vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.2, p.231-237, 1998.
10. SCHEFFER-BASSO, S.M.; JACQUES, A.V.A.; DALL'AGNOL, M. et al. Disponibilidade e valor nutritivo de forragem de leguminosas nativas (*Adesmia* DC.) e exóticas (*Lotus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.975-982, 2001.
11. VOSS, M.; BROSE, E.; SCHEFFER-BASSO, S.M. et al. **Recomendação de estirpes de rizóbio para *Adesmia latifolia***. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 4p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 52.). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co52.htm>. Acesso em: 8 ago. 2011.
12. YANNI, Y.G.; RIZK, R.Y.; ABD EL-FATTAH, F.K. et al. The beneficial plant growth-promoting association of *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* with rice roots. **Functional Plant Biology**, v.28, n.9, p.845-870, 2001. ■

⁴ Epagri, pesquisador Murilo Dalla Costa, fone: (49) 3224-4400, e-mail: murilodc@epagri.sc.gov.br, e UFRGS, fone: (51) 3308-6026, email: enilson.sa@ufrgs.br.