



Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas

Oscar Emilio Ludtke Harthmann¹, Wilmar Cório da Luz²,
João Américo Wordell Filho³ e Edilberto Possamai⁴

As doenças de plantas são responsáveis por perdas substanciais na agricultura, e a utilização e o manejo de alguns microrganismos presentes nos solos têm mostrado bons resultados no controle de fitopatógenos, principalmente daqueles causadores de podridões de sementes, raízes e colo de plantas (Cruz et al., 2005).

O tratamento de sementes com microrganismos antagonísticos, denominado microbiolização de sementes (Luz, 1993), pode proporcionar o controle de patógenos habitantes da superfície das sementes e de patógenos presentes no solo. Estirpes não-patogênicas de bactérias colonizadoras da rizosfera são designadas como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) (Luz, 1996). Ou seja, são bactérias colonizadoras da região do solo sob influência das raízes que apresentam efeitos benéficos às plantas, promovendo seu crescimento.

As RPCPs têm sido usadas, inclusive comercialmente, para aumentar a produtividade de culturas e para o controle biológico de organismos causadores de certas enfermidades de plantas (Luz, 1996; Mariano & Romeiro, 2000). A utilização de RPCPs torna-se uma alternativa atraente a ser considerada em programas de manejo integrado para uma agricultura sustentável e pode substituir o controle químico na produção de alimentos.

Histórico

As pesquisas com rizobactérias não-simbióticas, utilizadas como tratamento de sementes, foram iniciadas no século 19 com o objetivo de aumentar o crescimento e o rendimento das plantas. Os países como Rússia, Ucrânia e Índia foram os primeiros que realizaram pesquisas e utilizaram microrganismos bacterianos na agricultura. O conceito de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas foi estabelecido em 1978 com a utilização de estirpes específicas de *Pseudomonas fluorescens* e de *Pseudomonas putida*. Após esses resultados, as RPCPs passaram a ser pesquisadas numa grande amplitude de espécies de plantas (Luz, 1996).

Na China, as RPCPs são conhecidas e comercializadas como bactérias que aumentam a produtividade, e em 1987 já eram aplicadas em larga escala em 48 diferentes culturas, atingindo 3,35 milhões de hectares (Mariano et al., 2004).

No Brasil o uso de rizobactérias é mais recente, e os primeiros trabalhos realizados ao final da década de 80 tinham o objetivo de aumentar o crescimento de plântulas de tomateiro e cafeeiro em condições de casa de vegetação (Mariano et al., 2004). Hoje existem vários trabalhos realizados com rizobactérias visando o controle de doenças e a promoção do cres-

cimento de plantas. Alguns deles estão citados na Tabela 1.

Mecanismos de ação das rizobactérias

A promoção de crescimento de plantas por RPCPs pode ser o resultado de diversos mecanismos diretos e indiretos. Os diretos incluem: produção de fitormônios (auxinas, giberelinas, citocininas e etileno), aumento da fixação de nitrogênio e disponibilidade de nitrato, solubilização de fósforo e oxidação de enxofre, bem como aumento de permeabilidade das raízes, estimulando a absorção de nutrientes, aumento de nodulação de leguminosas por rizóbios e aderência ao patógeno (Luz, 1996; Mariano & Romeiro, 2000). Os mecanismos de ação indireta incluem, por exemplo, a indução de resistência sistêmica nos vegetais, produção de sideróforos, diminuição de fatores de estresse como o etileno endógeno, produção de antibióticos, de ácido hidrociânico, de bacteriocinas e parasitismo (Luz, 1996).

Alguns microrganismos rizosféricos, principalmente as bactérias do grupo fluorescente do gênero *Pseudomonas*, são capazes de produzir sideróforos, que são pigmentos de cor verde fluorescente. Sideróforos são substâncias de baixa massa molecular, produzidas em situações de deficiência de ferro, capazes de

Aceito para publicação em 20/4/07.

¹Eng. agr., M.Sc., Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, C.P. 441, 89160-000 Rio do Sul, SC, fone: (47) 3531-3700, e-mail: oscarelh@brturbo.com.br.

²Eng. agr., Ph.D, Rua Saul Irineu Farina, 111, Bosque Lucas Araújo, 99070-280 Passo Fundo, RS, e-mail: wilmarluz@brturbo.com.br.

³Eng. agr., Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf –, C.P. 791, 88801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: wordell@epagri.sc.gov.br.

⁴Eng. agr., Dr., Universidade Federal do Paraná, C.P. 19.061, 81531-050 Curitiba, PR, e-mail: possamai@agrarias.ufpr.br.

Tabela 1. Efeito de rizobactérias em diferentes culturas e patógenos, principal mecanismo de ação e tecnologia de aplicação

Cultura	Patógenos	Rizobactérias	Aplicação	Mecanismo	Autores	Ano
Tomate	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	11 isolados da UFV	Microbiolização de sementes	Indução de resistência	Romeiro et al.	1997
Arroz, feijão, soja e trigo	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Pyricularia oryzae</i> , <i>Rhynchospodium sativum</i> , <i>Cercospora kikuchii</i> , <i>Phomopsis phaseoli</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Dreschlera oryzae</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>P. oryzae</i> e <i>Alternaria tenuis</i>	<i>Bacillus subtilis</i> e metabólitos	Microbiolização de sementes	Redução do nível de infecção de patógenos nas sementes	Lazzaretti & Bettiol	1997
Cebola	Queima bacteriana		Microbiolização de sementes	Promoção de crescimento	Neves	2001
Milho	Patógenos de sementes	<i>Paenibacillus macerans</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Flavimonas oryzae</i> , <i>Agrobacterium radiobacter</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	Microbiolização de sementes	Promoção de crescimento Redução do nível de infecção de patógenos nas sementes	Luz	2001a
Feijão	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	<i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas veronii</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Rhodococcus</i> sp.	Microbiolização de sementes	Indução de resistência Promoção de crescimento	Corrêa et al.	2005
Alface		70 isolados de <i>Pseudomonas</i> spp. fluorescentes	Inoculação	Promoção de crescimento	Donzeli	2006

quelar o íon férrico (Fe⁺³). Os microrganismos produtores de sideróforo desenvolveram mecanismos para retirada do ferro do interior do complexo quelato-Fe, sendo esse responsável por melhor nutrição mineral das plantas. Além disso, o sideróforo pode ser ainda uma substância capaz de inibir o crescimento de alguns patógenos, pois torna o ferro indisponível para eles (Donzeli, 2006).

Além do efeito antagônico direto sobre patógenos de solo, algumas estirpes de rizobactérias também são capazes de reduzir doenças na parte aérea por meio de um mecanismo chamado de resistência sistêmica induzida. A proteção contra esses patógenos é manifestada tipicamente na redução dos sintomas da doença e também na inibição do crescimento dos

mesmos (patógenos) (Pieterse et al., 2005).

Benefícios causados pelas rizobactérias

Os benefícios causados pelas rizobactérias promotoras do crescimento de plantas podem ser verificados em diversas culturas. Pesquisadores têm obtido resultados positivos na germinação de sementes, no crescimento de plantas e no rendimento de grãos de trigo e milho (Luz, 2001a; 2001b). Os aumentos de rendimento atribuídos à RPCPs variaram entre 18% e 28% para trigo e 8% e 16% para milho. O autor conclui que a microbiolização de sementes é uma boa alternativa de tratamento de sementes de milho no Brasil para o controle de vários patógenos e

também como promotora de germinação e crescimento de plantas.

Corrêa et al. (2005) avaliaram o efeito de seis isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, utilizados na microbiolização das sementes sobre a transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* para plântulas de feijoeiro. Os resultados permitiram concluir que os isolados DFs912, DFs842 e DFs093 apresentam potencial no controle da transmissão de *C. lindemuthianum* e os isolados DFs093, DFs843 mostraram potencialidade para promoção do crescimento de plantas de feijoeiro.

Neves (2001) selecionou *in vitro* e *in vivo* bactérias com potencial para o biocontrole da queima bacteriana da cebola, bem como avaliou o potencial para promoção

de crescimento das plantas pelas bactérias selecionadas. Ele utilizou sementes de cebola, cultivar Aurora, que foram microbiolizadas com suspensões de cada um dos antagonistas; alcançou 36,48% de redução no número de lesões e obteve incrementos de 22,44% na massa fresca, 131,13% na massa seca de bulbos e 219,55% na massa seca de raízes de cebola, aos 270 dias após a semeadura.

Considerações finais

As rizobactérias podem promover o crescimento de plantas, e diversos efeitos podem ser observados após a sua aplicação em sementes e mudas. Muito se tem avançado nos estudos sobre a sua utilização e os seus mecanismos de ação. Pesquisadores de diferentes instituições e regiões do País estão pesquisando os efeitos e os

benefícios da aplicação de rizobactérias em culturas como milho, trigo, tomate, pepino, essências florestais e outras espécies.

Na Epagri/Estação Experimental de Ituporanga, SC, está sendo avaliado o efeito de diferentes rizobactérias para a promoção de crescimento e o controle de doenças na cultura da cebola (Figuras 1 e 2). Já foram selecionadas e testadas, em condições de canteiro, algumas estirpes com resultados promissores. Características como emergência, número de mudas por metro quadrado, diâmetro de pseudocaule, pesos de raízes e folhas foram avaliadas, e os resultados preliminares têm mostrado que a utilização destas estirpes de rizobactérias pode interferir no crescimento de mudas de cebola.

Literatura citada

1. CORRÊA, B.O.; MOURA, A.B.; SCHÄFER, J.T. et al. Avaliação da transmissibilidade de *Colletotrichum lindemuthianum* associado às sementes de feijão microbiolizadas por bactérias biocontroladoras de *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, ENPÓS ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 7., 2005, Pelotas, RS. *Anais...* Pelotas RS: UFPel, 2005. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/xivcic/arquivos/conteudo_CA.html#01306. Acesso em 16 jun. 2006.
2. CRUZ, J.C.S.; ROCHA, M.M.; CAMPOS JUNIOR, O. Saúde ambiental: microrganismos de solo e o controle de fitopatógenos. *O mundo da saúde*, São Paulo, v.29, n.2, p.252-257, 2005.
3. DONZELI, V.P. *Biodiversidade funcional da microbiota e promoção de crescimento de alface por rizobactérias em substrato solarizado*. 2006. 109p. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2006.
4. LAZZARETTI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado à base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, SP, v.54, n.1/2, p.89-96, jan./ago. 1997.
5. LUZ, W.C. Microbiolização de sementes para o controle de doenças das plantas. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.C.;

PRESTES, A.M. et al. (Ed.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo: RAPP, 1993. p.33-77.

6. LUZ, W.C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M. et al. (Ed.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo: RAPP, 1996. p.1-49. v.4.
7. LUZ, W.C. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, v.26, p.16-20, 2001a.
8. LUZ, W.C. Evaluation of plant growth-promoting and bioprotecting rhizobacteria on wheat crop. *Fitopatologia Brasileira*, v.26, p.597-600, 2001b.
9. MARIANO, R.I.R.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência sistêmica mediada por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. In: MELLO, I.S de; AZEVEDO, J.L. de. (Ed.) *Controle biológico*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.305-324.
10. MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B.; ASSIS, S.M.P. et al. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma*, Recife, v.1, p.89-111, 2004.
11. NEVES, D.M.S. *Controle biológico de Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* e promoção de crescimento de cebola pela microbiolização de sementes. 2001. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). – Universidade federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2001. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/faem/ppgfs/teses_22.html. Acesso em 16 jun. 2006.
12. PIETERSE, C.M.J.; VAN PELT, J.A.; VAN WEES, S.C.M. et al. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias e comunicação na rota de sinalização para uma defesa refinada. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M. et al. (Ed.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo: RAPP, v.13, 2005. p.277-295.
13. ROMEIRO, R.S.; LEITE, R.S.V.; BRITO, R.P. et al. Experimental evidence of induced systemic resistance in tomato to *P. syringae* pv. *tomato* after seed microbialization with selected rhizobacteria. *Phytopathology*, v.87, p.183, 1997. (Abstract). ■



Figura 1. Mudas de cebola da cultivar Bola Precoce oriundas de sementes não tratadas (testemunha)



Figura 2. Mudas de cebola da cultivar Bola Precoce oriundas de sementes tratadas com rizobactérias