

# Métodos alternativos para o controle de fitopatógenos habitantes do solo: Parte II – controle biológico

Alexandre Visconti<sup>1</sup>, Fábio Martinho Zamboni<sup>1</sup>, Keny Henrique Mariguele<sup>1</sup> e Alessandro Borini Lone<sup>1</sup>

**Resumo** – As doenças causadas por fitopatógenos habitantes do solo são de difícil controle, pois seus agentes causadores apresentam, geralmente, mais de uma forma de sobrevivência. Além disso, os métodos químicos não dispõem de produtos registrados para a maioria das culturas e, quando disponíveis, não possuem equipamentos eficientes para sua aplicação, tornando baixa a efetividade de controle. O controle biológico pode ser considerado uma importante ferramenta contra doenças de solo, principalmente quando associado aos métodos físicos. A incorporação de formulados comerciais de agentes de biocontrole e a produção de biofertilizantes são métodos práticos e viáveis ao produtor rural para introdução de agentes de biocontrole na lavoura.

**Termos para indexação:** biofertilizantes, agentes de biocontrole, supressividade.

## Alternative methods for the control of soilborne plant pathogens. Part II - biological control

**Abstract** – The diseases caused by soil phytopathogens are difficult to control, because their causing agents, usually have more than one form of survival. Furthermore, the chemical methods have few registered products for most crops and few efficient available equipment for application which results in low control effectiveness. The biological control is an important tool against soilborne plant diseases especially when associated with physical methods. Commercial formulated biocontrol agents and biofertilizers are practical and viable methods to farmers for introducing biocontrol agents in the field.

**Index terms:** biofertilizers, biocontrol agents, suppressiveness.

## Introdução

O solo é considerado o ecossistema mais complexo e dinâmico do planeta, cuja heterogeneidade de micro e macro *habitats* abriga enorme biodiversidade que desempenha papel essencial para a continuidade dos processos da biosfera e para a existência da vida (MOREIRA et al., 2008), dentre eles a ciclagem de nutrientes, ocorrência de doenças do sistema radicular, controle biológico de patógenos e pragas, absorção de nutrientes via simbiose (LOBO JÚNIOR, 2016).

Neste contexto, os microrganismos antagonísticos desempenham importante papel no equilíbrio populacional de organismos patogênicos. O controle biológico busca explorar e manejar estes antagonistas para obter resultados de-

sejáveis no sistema agrícola (BEDENDO et al., 2011).

Define-se como controle biológico de doenças a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por meio de um ou mais organismos que não o homem (COOK & BAKER, 1983). Simplificadamente, Bettiol (1991) o define como o controle de um microrganismo através de outro microrganismo.

Especificamente, segundo Homechin (1991) a efetividade do controle biológico sobre os fitopatógenos habitantes de solo se dará pela ação de medidas que atuam destruindo as estruturas reprodutivas e propagativas ou pela exaustão das reservas do patógeno, principalmente através do parasitismo e da predação.

## Mecanismos de ação dos microrganismos antagonísticos a fitopatógenos

Os mecanismos das interações antagonísticas entre microrganismos presentes nos agentes de controle biológico são: **antibiose** – metabólitos produzidos por um microrganismo inibem ou interferem em outro (Figura 1); **competição** – por espaço, alimento e oxigênio no sítio de infecção do patógeno, impedindo o seu desenvolvimento; **parasitismo** – refere-se à ação direta de um microrganismo vivendo e alimentando-se de outro, denominado hiperparasita (Figura 2); **hipovirulência** – também chamada de premunização ou proteção cruzada, consiste na colonização antecipada da ►

Recebido em 29/3/2016. Aceito para publicação em 1/8/2017.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), C.P. 277, 88318-112 Itajaí, SC, e-mail: visconti@epagri.sc.gov.br, zamboni@epagri.sc.gov.br, kenymariguele@epagri.sc.gov.br, alessandrolone@epagri.sc.gov.br.

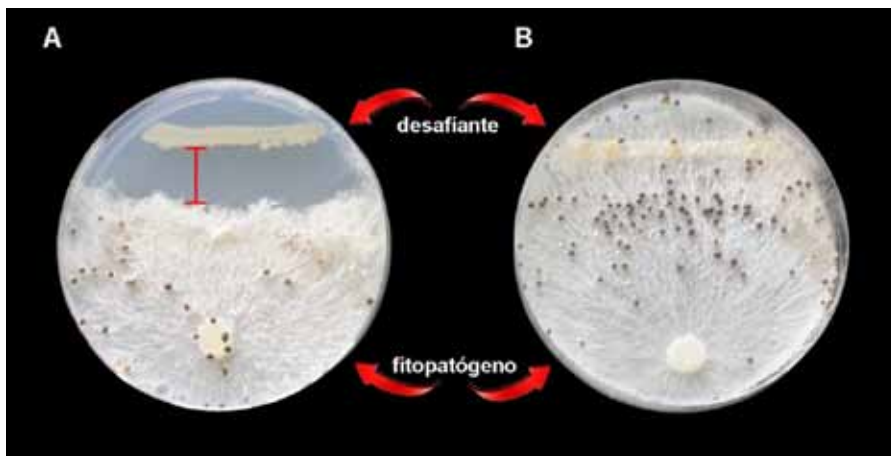


Figura 1. (A) Mecanismo de ação de antibiose *in vitro* de uma bactéria antagonista (deafiante) sobre o crescimento micelial do fungo *Sclerotium rolfsii* (fitopatogêno); (B) Microrganismo deafiante sem o efeito de antibiose sobre o fitopatogêno. I - região de antibiose

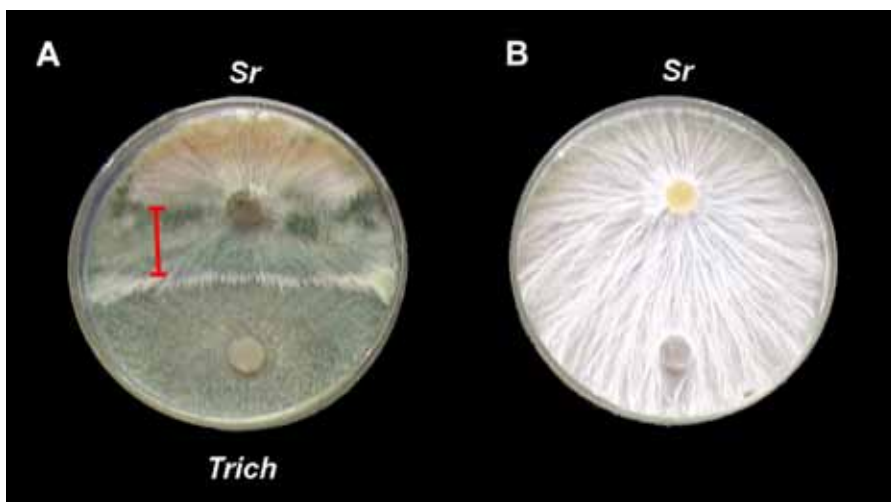


Figura 2. (A) Mecanismo de ação de hiperparasitismo *in vitro* do crescimento micelial do fungo antagonista *Trichoderma* sp. (*Trich*) sobre o crescimento micelial do fungo fitopatogênico *Sclerotium rolfsii* (*Sr*); (B) Crescimento micelial de *S. rolfsii* sem o antagonista. I - região parasitada

planta por uma linhagem do patógeno menos agressiva ou não patogênica; e a **indução de defesa do hospedeiro** – uma ação indireta de controle, pois se manifesta na planta, quando microrganismos ou metabólitos expressam genes latentes de resistência presentes no hospedeiro (BETTIOL, 1991; BEDENDO et al., 2011).

Um antagonista pode agir através de um ou mais mecanismos. Inclusive, uma característica adequada para um antagonista é apresentar mais de um mecanismo, pois as chances de sucesso do controle biológico serão aumentadas.

### A supressividade como mecanismo de controle de doenças de solo

A supressividade é a inospitabilidade do solo aos fitopatogênicos. Solos com essas características são denominados solos supressivos, o oposto de solos conducentes. A supressividade em solos pode ser uma característica natural ou não, induzida por fatores bióticos e abióticos (COOK & BAKER, 1983).

Dentre os fatores bióticos, são destacadas a promoção da microbiota anta-

gônica presente no solo e a introdução de antagonistas. Entre as características abióticas de um solo ou substrato, podem ser manejados, principalmente, a introdução de resíduos orgânicos, do pH, concentrações de macro e micronutrientes, condutividade elétrica, alterações nas condições de aeração, estrutura e textura dos solos (TEMORSHUIZEN et al., 2006).

A supressividade tem despertado crescente interesse, pois, em muitos casos, tem se tornado alternativa única, principalmente no controle de patógenos habitantes do solo em sistemas intensivos, devido à inexistência de produtos registrados ou à inviabilidade na aplicação dos agrotóxicos.

### O uso de biofertilizantes para a introdução de comunidades microbianas com atividade antagonista a fitopatogênicos habitantes do solo

Biofertilizantes são fermentações oriundas de digestão aeróbica ou anaeróbica de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal em meio líquido, contendo nutrientes, estimulantes e alta comunidade microbiana capazes de promover o desenvolvimento das plantas e auxiliar na sua proteção a fitopatogênicos (BETTIOL, 2003).

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material utilizado. O controle de doenças pode ser por meio dos metabólitos produzidos pelos microrganismos presentes no biofertilizante ou pela ação direta destes microrganismos sobre o patógeno ou sobre o hospedeiro. Ainda existe a ação direta ou indireta dos nutrientes presentes no biofertilizante sobre os patógenos (BETTIOL & GHINI, 2004).

As principais vantagens desta técnica são o custo, a disponibilidade do produto e a possibilidade de aplicação

por sistemas de irrigação. O custo é basicamente o relacionado ao preparo do material pelo próprio agricultor. Como existem relatos da eficiência de biofertilizantes produzidos com diferentes fontes de matéria orgânica, o agricultor não depende da compra deste material, mas apenas do aproveitamento de material disponível na propriedade.

Na Epagri/EEI tem-se desenvolvido trabalhos com o uso de biofertilizantes formulados com resíduos marinhos, casca de camarão ou farinha de peixe, com objetivo de estimular o processo de fermentação de comunidades microbianas com atividade quitinolítica, para o controle de fitopatógenos habitantes do solo, com resultados preliminares promissores.

### Unidade de produção de biofertilizantes da Epagri/EEI

Apesar de relativamente simples, a produção de biofertilizantes requer alguns cuidados. O produtor necessita, em primeiro caso, escolher o tipo de biofertilizante, aeróbico ou anaeróbico, para decidir o tipo de aparelho a ser utilizado. A produção de biofertilizante aeróbico requer a injeção de ar no meio líquido; para o anaeróbico o equipamento deve estar lacrado, evitando-se a oxigenação e desenvolvendo-se, em cada ambiente, comunidades microbianas específicas que atuarão na fermentação.

A elaboração correta de um biofertilizante prevê a utilização de matérias-primas balanceadas, o controle das variáveis de fermentação (tempo, temperatura e oxigenação) e o monitoramento da dinâmica populacional dos microrganismos no fermentado. Comumente encontram-se situações em que misturas de resíduos em água, geralmente cama de aves, em tanques ou recipientes, são deixadas em repouso por sete a 10 dias para aplicação na lavoura ou em pomares, associando isto a um biofertilizante. Nesta condição não



Figura 3. Biofermentadores na unidade didática de produção de biofertilizantes na Epagri/EEI: (A) fermentador aeróbico; (B) fermentador anaeróbico

há fermentação, mas putrefação, com a formação de componentes voláteis tóxicos e formas nitrogenadas indisponíveis para as plantas, tornando um produto impróprio para o uso na agricultura.

A Epagri, na Estação Experimental de Itajaí (EEI), através do Projeto Flora Catarinense, construiu a Unidade de Pesquisa e Didática de Fitossanidade, onde são demonstradas a produção de biofertilizantes através das fermentações aeróbica e anaeróbica, em estruturas de baixo custo de construção e manutenção, construídas com recipientes plásticos de 200 litros (Figura 3).

### Introdução de antagonistas

Os formulados microbianos são produzidos, principalmente, através de fermentação sólida em arroz autoclavado para fungos e fermentação líquida para bactérias, inoculados com a cepa selecionada do agente de biocontrole, seguido de incubação em ambiente controlado para a colonização. Na sequência, são processados e comercializados em formulações sólidas e líquidas.

Os agentes de controle biológico de doenças de plantas mais estudados e

comercializados no Brasil e na América do Sul são produtos à base de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp. Para o *Trichoderma*, as formulações disponíveis no mercado incluem: pó-molhável; grânulos dispersíveis; suspensão concentrada; óleo emulsionável; grãos colonizados e esporos secos. *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma stromaticum* e *Trichoderma viride* são as principais espécies do agente de biocontrole comercializadas para o controle de *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Botrytis* e *Crinipellis* (MORANDI & BETTIOL, 2009). Para *Bacillus* as formulações incluem as espécies *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus pumilus* para o controle de *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Cryptosporiopsis*, *Hemileia*, *Mycosphaerella*, *Phyllosticta*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* e *Xanthomonas*, comercializadas como fungicidas microbiológicos.

Formulados microbianos para o controle de nematoides também estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Encontram-se disponíveis no mercado formulados bacterianos à base de *Bacillus firmus*, ►

*B. amyloliquefaciens*, misturas de *B. subtilis* com *Bacillus liqueniformis* e os fungos *Pochonia chlamydosporia* e *Paezilomyces lilacinus* para os gêneros *Metoidogyne* e *Pratylenchus*.

No site Agrofit, do Ministério da Agricultura ([http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)) atualmente encontram-se registrados 11 produtos classificados como fungicida microbiológico e oito como nematicida microbiológico.

Há no mercado diversos produtos descrevendo em seu rótulo a presença de agentes microbianos, porém muitos não são comercializados como agentes para o biocontrole de doenças, mas como promotores de crescimento de plantas. Nestes casos, não se recomenda o uso, devido à inexistência de sua qualificação como agente de biocontrole.

Recomenda-se a aquisição de produtos de empresas associadas à Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABC BIO), que se comprometem na produção e comercialização de produtos registrados e de comprovada eficácia.

Os formulados comerciais de agentes microbianos requerem alguns cuidados para manter a sua efetividade, como: transporte e manutenção do produto em ambientes frescos, preferencialmente refrigerados; e aplicação sob baixa pressão. Em muitos casos estes detalhes não são observados, reduzindo drasticamente a vida útil ou inativando o produto, o que se atribui, muitas vezes, a uma suposta ineficácia do produto.

Em 23 de janeiro de 2014, o Ministério da Agricultura / Secretaria de Defesa Agropecuária publicou o Ato n. 6, que dispensa o registro dos Agentes Microbiológicos de Controle para as culturas, autorizando o uso nos alvos biológicos indicados e eliminando a exigência da impressão da caveira e das tíbias cruzadas em embalagens de produtos microbiológicos Classe III e IV.

## Considerações finais

Os microrganismos exercem importante função no controle biológico de doenças de solo. Estimular as práticas que promovam o aumento da diversidade microbiana ou a introdução de microrganismos benéficos, como o uso dos biofertilizantes ou de agentes de controle biológico, respectivamente, reduzem drasticamente o inóculo do fitopatógeno no solo, inibindo a chance de causar doença. O uso destas práticas, combinadas a outros métodos, como físicos e culturais, potencializam o controle das doenças.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc), pelos recursos através da demanda espontânea TO2012TR309.

## Referências

BEDENDO, I.P.; MASSOLA JR., N.; AMORIM, L. Controles cultural, físico, biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v.1, p.367-388.

BETTIOL, W. Componentes do controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Org.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Brasília: Embrapa-CNPDA, 1991. p.1-5.

BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Eds.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.191-215.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Métodos alternativos usados com sucesso no Brasil para o controle de doenças de plantas. In:

STADNICK, M.J.; TALAMINI, V. (Ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p.143-157.

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 539p.

HOMECHIN, M. Controle biológico de patógenos de solo. In: BETTIOL, W. (Org.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Brasília: Embrapa-CNPDA, 1991. p.7-23.

LOBO JÚNIOR, M. Controle biológico de patógenos de solo. In: HALFELD-VIEIRA, B.A.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K.L.; MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2016. p.81-100.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2008. 768p. il.

MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p.7-14.

TEMORSHUIZEN, A.J.; VAN RIJN, E.; VAN DER GAAG, D.J.; ALABOUVETTE, C.; CHEN, Y.; LAGERLOF, J.; MALANDRAKIS, A.A.; PAPLOMATAS, E.J.; RAMERT, B.; RYCKEBOER, J.; STEINBERG, C.; ZMORANAHUM, S. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v.38, p.2461-2477, 2006. ■