

12

Controle biológico de doenças de plantas na América Latina

WAGNER BETTIOL¹
RAQUEL GHINI¹
MARCELO A. B. MORANDI¹
MARCIEL J. STADNIK²
ULRIKE KRAUSS³
MARUSIA STEFANOVA⁴
ALBA M. COTES PRADO⁵

Introdução

Na abordagem de controle biológico, doença é mais do que uma íntima interação entre o patógeno e o hospedeiro influenciada pelo ambiente. É o resultado de uma interação entre hospedeiro, patógeno e uma variedade de não-patógenos que também repousam no sítio de infecção e que apresentam potencial para limitar ou aumentar a atividade do patógeno, ou a resistência do hospedeiro (Cook & Baker, 1983; Cook, 1985). Assim, o fator ambiente precisa ser considerado agindo sobre o patógeno, o hospedeiro e demais organismos do sítio de infecção

1. Embrapa Meio Ambiente — Rod. SP 340, km 127,5, CP 69, 13820-000, Jaguariúna, SP, Brasil. bettiol@cnpma.embrapa.br, raquel@cnpma.embrapa.br, mmorandi@cnpma.embrapa.br

2. Laboratório de Fitopatologia — CCA, Ufsc — CP 476, 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. stadnik@cca.ufsc.br

3. Caribbean and Latin America Regional Centre — Clarc — Gordon Street Curepe, Trinidad and Tobago. u.krauss@cabi.org

4. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal — Inisav — Calle 110 n° 514 e/5ta B y F, Playa, La Habana, CP 11600, Cuba. mstefanova@inisav.cu

5. Programa de Manejo Integrado de Plagas — Corpoica — AA 240142, Bogotá, Colômbia, cotes-prado@yahoo.com

(Figura 1). O homem pode alterar as relações entre os fatores, favorecendo ou não a ocorrência das doenças.

O controle biológico de doenças de plantas pode ser conceituado como o controle de um microrganismo por meio de outro microrganismo. Entretanto, conceitos mais abrangentes são aceitos pelos fitopatologistas. Assim, para Cook & Baker (1983), controle biológico é “a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença, provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem”. Os mesmos autores relatam que atividades determinantes de doenças envolvem crescimento, infectividade, virulência, agressividade e outras qualidades do patógeno, ou processos que determinam infecção, desenvolvimento de sintomas e reprodução. Os organismos incluem indivíduos ou populações avirulentas ou hipovirulentas pertencentes às espécies patogênicas. Incluem ainda a planta hospedeira manipulada geneticamente ou por práticas culturais, ou microrganismos, para maior ou mais efetiva resistência contra o patógeno, e os microrganismos antagonistas dos patógenos que interferem na sobrevivência ou nas atividades determinantes das doenças. Assim, o controle biológico pode ser acompanhado por práticas culturais, visando a obter um ambiente favorável aos antagonistas e à resistência da planta hospedeira ou ambas, o melhoramento da planta para aumentar a resistência ao patógeno ou adequar o hospedeiro às atividades dos antagonistas e a introdução inundativa de antagonistas, linhagens não patogênicas, outros organismos ou agentes benéficos.

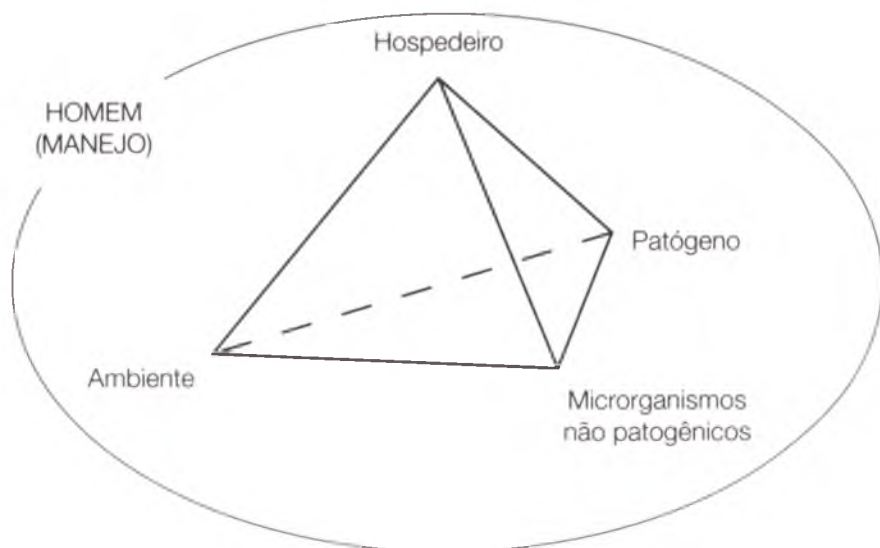


Figura 1. O tetraedro da doença, destacando as interações entre ambiente, patógeno e microrganismos não patogênicos presentes no sítio de infecção do hospedeiro.

Este capítulo abordará apenas o controle biológico de doenças de plantas por meio de agentes microbianos, utilizados isoladamente pelos agricultores na América Latina. Para cada país serão abordados os patossistemas separadamente, com as suas características e práticas de controle comumente utilizadas, descrição do agente de biocontrole e as possibilidades ou perspectivas de uso pelos agricultores.

Controle microbiano de doenças de plantas na América Latina

Argentina

► Controle de fungos fitopatogênicos habitantes do solo com *Trichoderma*

Na Argentina, o único produto biológico atualmente registrado e, provavelmente, o mais usado para o controle biológico de doenças de plantas é o Trichodex 25 WP (Magan Argentina S. A., uma empresa do grupo Makhteshim-Agan Company). Esse produto é importado de Israel e formulado com o fungo antagonista *Trichoderma harzianum*, também comercializado em outros países. É usado em uma formulação pó-molhável para controlar a podridão-cinza-da-videira (*Botrytis cinerea*) e diferentes fungos do solo formadores de escleródios. Embora, até o momento, não existam na Argentina produtos de origem local oficialmente registrados para o controle biológico de doenças de plantas, os produtores rurais estão usando formulações à base de isolados nativos de *Trichoderma* spp. Esses agentes são multiplicados por pequenas empresas e comercializados localmente. Em geral, tem-se obtido sucesso com o uso desses produtos para controlar diferentes fungos de solo (M. C. Rivera, UBA, comunicação pessoal, 2006).

Tanto na Universidade de Buenos Aires como no Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Inta), produtos à base de *Trichoderma* spp. encontram-se em fase avançada de desenvolvimento (Wright et al., 1997). Na estação experimental do Inta, em São Pedro, selecionaram-se três cepas de *Trichoderma* a partir de 1.200 isolamentos, as quais foram formuladas como pó-molhável. Sob condições controladas, esses produtos foram eficazes no controle de *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotinia minor* em diversas espécies de plantas. Além disso, em alguns casos, como, por exemplo, em pimentão, tem-se observado um incremento no desenvolvimento das plantas (Mitidieri, 1998).

A podridão branca do girassol, causada por *S. sclerotiorum*, é uma das doenças mais importantes da cultura e está distribuída em todas as regiões produtoras. As perdas causadas pelo fungo dependem da parte afetada da planta.

Recentemente, pesquisadores do Inta demonstraram que a podridão do capítulo pode ser controlada por *Trichoderma* spp., sendo a dispersão realizada por abelhas de colméias instaladas rotineiramente para polinização da cultura

(Escande et al., 2002). No entanto, essa técnica ainda se encontra em etapa experimental.

Cundom et al. (2002) avaliaram a atividade antagonista de catorze isolados de fungos saprófitas (*Trichoderma* spp., *Cladosporium* spp., *Trichothecium* spp. e *Aspergillus* sp.) do nordeste argentino contra *S. sclerotiorum*, um dos principais patógenos de solanáceas na Argentina. Sete isolados de *Trichoderma* spp. inibiram significativamente o crescimento micelial do patógeno. Entre esses, dois isolados também causaram redução na germinação e no número de escleródios. Esses isolados foram selecionados e têm sido testados em condições de casa-de-vegetação e campo, com potencial para serem usados pelos agricultores.

► Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* com *Fusarium* spp. não fitopatogênico

O craveiro (*Dianthus caryophyllus* L.) é uma das mais importantes flores de corte no comércio mundial. Além disso, devido à sua multiplicação fácil e rápida, essa planta é comercializada mundialmente na forma de mudas. Na Argentina, o principal centro de produção é nos arredores de Buenos Aires e de La Plata, onde coincidentemente conduzem-se muitas pesquisas sobre controle biológico de doenças dessa ornamental.

Um dos fatores limitantes à produção e à comercialização do craveiro é a murcha causada por *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*. A doença pode se manifestar em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Plantas jovens infectadas ficam retorcidas e murchas. Plantas em estádios mais adiantados de desenvolvimento apresentam murcha, acompanhada de amarelecimento das folhas. A doença é favorecida por altas temperaturas e umidade elevada do solo, condições estas que são frequentemente encontradas no verão das regiões produtoras da Argentina.

A partir de testes conduzidos com craveiro, Wolcan et al. (1998) selecionaram cepas de *F. oxysporum* e *F. moniliforme* que controlam *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*. Na mesma época, obtiveram-se mutantes de uma cepa de *F. oxysporum* resistente ao benomil, capazes de diminuir e atrasar o aparecimento dos sintomas de murcha. Essas espécies de *Fusarium* têm sido também incorporadas com êxito em solo solarizado (Lori et al., 1998). Apesar dos resultados animadores, o *Fusarium* ainda não é usado em larga escala.

Brasil

► Premunização contra a tristeza-dos-citros por estirpes fracas de CTV

A tristeza-dos-citros é causada por um closterovírus (CTV) limitado ao floema. O CTV é capaz de infectar muitas espécies, variedades e híbridos de citros. Os sintomas induzidos pelo CTV variam de acordo com o isolado do vírus

presente e do hospedeiro. O deprecimento das combinações de citros em porta-enxerto de laranja-azeda, que é o sintoma clássico, causou no passado a morte de aproximadamente 10 milhões de plantas no Brasil. Esse tipo de sintoma não mais existe em nossas condições, pois combinações de citros em porta-enxerto de laranja-azeda não são mais utilizadas. Danos consideráveis, no entanto, ainda são ocasionados por isolados do vírus-da-tristeza que induzem sintomas conhecidos pelo nome de caneluras, depressões que se formam no lenho das plantas. Esses sintomas são, via de regra, acompanhados por enfezamento da planta, cuja folhagem, de tamanho reduzido, apresenta clorose semelhante às deficiências de zinco, manganês e outros nutrientes. O sintoma mais grave, porém, é a produção de frutos pequenos, não raro de conformação defeituosa, vulgarmente conhecidos como coquinhos, sem valor comercial. A forma convencional de controle do CTV é a utilização de porta-enxertos tolerantes ao vírus, o que permitiu a ampliação da citricultura brasileira, principalmente a paulista, contribuindo para que se tornasse a maior do mundo.

A utilização do porta-enxerto tolerante ao vírus-da-tristeza não foi solução satisfatória para controlar os danos ocasionados por isolados indutores de caneluras. Nesse caso, a solução encontrada foi o uso da premunização, que é a técnica de promover a infecção de uma planta com uma estirpe fraca de um vírus que venha a oferecer proteção contra a estirpe forte, levando desta maneira a um controle das manifestações severas da doença. Atualmente, praticamente todas as plantas de laranja-pêra plantadas no Brasil, isto é, cerca de 100 milhões de árvores, originaram-se de material premunizado com isolados fracos do CTV e estão crescendo satisfatoriamente. No caso de outros cultivares, o uso é restrito ou inexistente. O agente de controle biológico foi encontrado naturalmente em plantas que se sobressaíam em pomares do cultivar que se desejava premunizar. A multiplicação do agente é realizada pela perpetuação de plantas matrizes e lotes de borbulheiras premunizadas (Müller & Costa, 1991).

Normalmente, quando os agricultores adquirem as mudas, já estão comprando plantas premunizadas com isolados fracos do vírus-da-tristeza. Dessa forma, não há custos adicionais para os produtores, pois, uma vez premunizada, a planta assim se manterá por toda a vida. A eficiência da técnica gira em torno de 90%, sendo avaliada periodicamente pelos órgãos de pesquisa.

Essa técnica foi desenvolvida na Seção de Virologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), por Gerd W. Müller e Álvaro Santos Costa. Maiores detalhes podem ser obtidos em Costa & Müller (1980) e Müller & Costa (1991).

► Premunização contra o mosaico-da-abobrinha por estirpes fracas do vírus do mosaico

O mosaico-da-abobrinha, causado pelo vírus do mosaico-do-mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W), é a virose mais comumente encontrada no Brasil em

plantios de abobrinhas de moita, menina-brasileira e abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto. Esse vírus é transmitido de forma eficiente por diversas espécies de pulgões. As perdas na produção podem chegar a 100%, especialmente nos casos em que as plantas são infectadas no início de seu desenvolvimento. O controle da doença é realizado por meio do uso de inseticidas para controlar o vetor, o qual tem ampla distribuição e ocorre durante todo o ciclo da cultura, o que leva à necessidade de freqüentes pulverizações.

O controle biológico do mosaico-das-abobrinhas tipo moita, da menina-brasileira e da abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto se dá por meio da premunização com estirpes fracas do vírus causador do mosaico. De início, foram selecionadas diversas estirpes fracas do vírus do agente causal da doença a partir de bolhas que ocorrem em folhas de abobrinha de moita ‘caserta’ com sintomas de mosaico. Algumas dessas estirpes são estáveis e protegem eficientemente as plantas quando expostas às estirpes fortes do vírus. Entre elas foram selecionadas duas estirpes fracas que estão se mantendo mais estáveis desde a sua seleção. Assim, a maioria das plantas de abobrinha de moita premunizadas no estádio de folha cotiledonar e expostas no campo não apresenta sintomas severos da doença durante um período de 60 a 70 dias após a premunização. A produção das plantas premunizadas também é bastante superior à das não tratadas e infectadas com o complexo normal do vírus, sendo que a qualidade das frutas das plantas premunizadas é semelhante à das plantas sadias (Rezende & Müller, 1995; Rezende & Pacheco, 1998; Rezende et al., 1999; Dias & Rezende, 2000) (**Prancha XIg-k**).

A premunização consiste na inoculação da estirpe fraca do vírus nas mudas de abobrinha no estádio de folha cotiledonar. Para tanto, folhas de abobrinha previamente inoculadas com a estirpe fraca são maceradas. Esse material, acrescido de um abrasivo, é inoculado nas plantas com o auxílio de pistola de pintura.

A técnica é utilizada comercialmente por diversos produtores das abobrinhas de moita, menina-brasileira e abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto. Para tanto, os produtores adquirem as mudas premunizadas diretamente dos produtores de mudas ou realizam a própria premunização. Uma vez plantadas mudas premunizadas, a cultura está protegida contra o mosaico durante todo o seu ciclo de desenvolvimento. Mais informações podem ser obtidas com o professor Jorge A. M. Rezende, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP).

► Controle de patógenos de solo e de substrato com *Trichoderma* spp.

Diversos produtos à base de *Trichoderma* são comercializados no Brasil para uso em substrato de produção de mudas, especialmente em hortaliças e ornamentais. A recomendação geral é a adição do fungo via líquida (irrigação) ou sólida (incorporação de conídios e micélio do fungo ao substrato) após a desinfestação ou esterilização do substrato e alguns dias antes do semeio ou transplântio.

No caso do fumo, o tombamento, causado pelos fungos de solo *Pythium*, *Sclerotinia* e *Rhizoctonia*, é muito importante nas áreas de cultivo no Sul do país. O controle convencional vinha sendo realizado com a desinfestação dos canteiros com brometo de metila (produto retirado do mercado brasileiro em 31/12/2006) e aplicações de fungicidas à base de mancozeb, metalaxyl e iprodione. Além do sistema de produção de mudas em canteiros, está sendo utilizado o sistema de *float*, o qual utiliza bandejas de isopor e substrato. Nesse sistema, o controle é feito com fungicidas à base de mancozeb, metalaxyl e iprodione, eliminando o uso de brometo de metila.

Os fungos causadores do tombamento do fumo, entretanto, podem ser controlados com produtos biológicos à base de *Trichoderma*. Esse antagonista atua por parasitismo no controle dos principais fungos causadores de doenças nas mudas (**Prancha XIId-e**).

A produção do antagonista é realizada em grãos de arroz. Após a transferência do inóculo para o arroz são necessários cerca de 30 dias para a obtenção do produto final, passando pelas fases de incubação, secagem e empacotamento.

A utilização do produto é simples. No sistema de *float* o produto é misturado ao substrato na proporção de 100 g por 100 kg de substrato. Esse volume é suficiente para completar 200 bandejas com 200 células. No sistema de produção de mudas em canteiros, o produto é suspenso em água e aplicado no canteiro após a semeadura. Uma aplicação tanto no substrato quanto nos canteiros, sempre na semeadura, é suficiente para o efetivo controle da doença. O *Trichoderma* é utilizado isoladamente, não havendo necessidade de mistura com outros produtos ou agentes.

A técnica passou a ser adotada visando à redução do uso de agrotóxicos na cultura, com conseqüente redução de riscos para os produtores e consumidores. O uso da prática possibilitou a substituição do brometo de metila, resultando em uma contribuição para a proteção do ambiente. Alguns produtos à base de *Trichoderma*, ainda em processo de registro, são comercializados para essa finalidade.

Produtos à base de *Trichoderma*, formulados na forma de pó ou líquido, também são utilizados em grande escala em substratos de produção de flores, visando ao controle dos principais fitopatógenos veiculados pelo solo. Além das flores, na produção de hortaliças e de morango é utilizado rotineiramente esse bioagente no controle de diversos patógenos.

Além da incorporação em substrato, o fungo *Trichoderma* é empregado no tratamento de sementes e na irrigação via pivô em grandes culturas na região central do país (**Prancha XIa-f**). As doenças causadas por *S. sclerotiorum*, *S. rolfsii*, *R. solani*, *F. oxysporum* e *F. solani* são de grande importância para as culturas de feijão, soja, algodão e milho cultivadas no sistema irrigado. Esses

patógenos, além de causarem sérios problemas na produtividade, muitas vezes inviabilizam totalmente a área para agricultura. Os fungicidas químicos têm uma baixa eficiência para o controle dessas doenças. Muitas empresas privadas comercializam o fungo *Trichoderma* nesse sistema, contudo, a maioria dos produtos ainda está em fase de registro. O único produto registrado no país atualmente é o Trichodermil SC1306 da Itaforte Bioprodutos, formulação em óleo emulsionável à base de *T. harzianum*.

Devido à dificuldade de obter agentes de controle biológico em grande escala para essas áreas, um grupo de produtores de feijão, algodão, arroz, soja e milho da região de Barreiras, BA, se uniu e montou um laboratório para produzir *Trichoderma* para ser utilizado nas suas próprias áreas. O isolado de *Trichoderma* foi obtido na própria região e é multiplicado em grãos de milho esterilizado dentro de sacos de polipropileno.

Esse grupo produzia, em novembro de 2002, cerca de 60 toneladas de *Trichoderma* por mês. Em média são aplicados 20 a 30 kg de *Trichoderma* por hectare, sendo que os resultados de controle das doenças são semelhantes ao controle obtido com fungicidas químicos. O bioagente é aplicado via tratamento de semente, no plantio, e também pela água de irrigação nos pivôs centrais. O custo do controle biológico nesses locais é de aproximadamente um terço do controle com fungicidas. Posteriormente, foi criada uma empresa que comercializa esse bioagente na região.

O tratamento de covas ou sulcos de plantio com o antagonista também vem sendo realizado em diversas culturas. Um exemplo é o uso de *Trichoderma viride* no cultivo da maçã no Sul do Brasil. O fungo *Phytophthora cactorum* causa podridão-das-raízes-da-macieira, sendo que, no replantio, utilizava-se tradicionalmente o brometo de metila para desinfestação das covas. A substituição do brometo de metila se deu com o uso associado de dose baixa de formaldeído (3%), esterilizante que não polui o solo, com propágulos de *T. viride*, organismo altamente competitivo no solo e antagonístico a *P. cactorum*. O agente de controle biológico utilizado foi obtido de raízes de macieiras com podridão, na região de Vacaria, RS. O *Trichoderma* é produzido em sementes autoclavadas de sorgo sacarino, em embalagens de 4 g, quantidade recomendada para uma cova. O antagonista deve ser aplicado sete dias após o tratamento com formaldeído (10 L/cova), imediatamente abaixo da superfície do solo. Após a aplicação, a área tratada deve ser irrigada (2 L de água) para melhorar a colonização do substrato. O replantio deve ser realizado sete a dez dias após a aplicação do *Trichoderma* (Valdebenito-Sanhueza, 1991). A eficiência do produto é semelhante à obtida com o uso de brometo de metila, sendo utilizado nos pomares de maçã nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Maiores informações podem ser obtidas com a doutora Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Uva e Vinho).

► Controle da vassoura-de-bruxa do cacauieiro com *Trichoderma stromaticum*

O método alternativo recomendado é a remoção do material infectado pelo patógeno. O ciclo de brotação de novos lançamentos foliares e de floração geralmente ocorre dentro de um mesmo calendário, podendo ocorrer alterações em decorrência de variações climáticas. Em março, há renovação de lançamentos foliares; em maio, floração da safra principal; em setembro, renovação de lançamentos foliares; e, em novembro, floração da safra temporã. Para obter melhores resultados com as práticas de remoção, o produtor deve estar atento ao comportamento do ciclo vegetativo dos cacauieiros, procurando cumprir as recomendações da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

Outra recomendação básica é o rebaixamento e adequação de copa. Com a finalidade de obter um controle rápido e eficiente da doença, promovendo aumento da produção individual das plantas, as práticas de rebaixamento e adequação de copa devem ser realizadas em todas as plantas de cacau, independente da doença. O rebaixamento elimina a dominância de uma planta sobre a outra, dispensa gastos com escoramento, eleva a produtividade, facilita tratamentos fitossanitários, aumenta o rendimento da colheita, diminui a incidência de doenças e reduz os custos operacionais e materiais.

Essas práticas são associadas ao controle biológico. Para tanto, recomenda-se a pulverização do fungo antagonista *T. stromaticum* (linhagem TVC), formulado em arroz pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisa do Cacau (Ceplac/Cepec) com o nome de Tricovab. O produto encontra-se em processo de registro nos órgãos competentes. Castro et al. (2001) realizaram estudos ecotoxicológicos com *T. stromaticum* e concluíram que o fungo pode ser considerado seguro para organismos não-alvo.

O antagonista deve ser utilizado na concentração de 2 kg/ha de Tricovab em pó, ou 6×10^6 conídios/mL na ocasião da poda fitossanitária, sendo recomendada a aplicação imediata desse fungo tanto na copa como nas vassouras secas e restos de cultura ao redor da planta. O fungo parasita os basidiomas de *Moniliophthera pernicioso*, reduzindo o potencial de reprodução do patógeno (Costa, 2003).

As práticas recomendadas para o controle cultural da vassoura-de-bruxa, além de serem fundamentais para a sobrevivência dos cacauieiros infectados, resultam em aumento de produção das árvores e conseqüente elevação da produtividade da cultura. É uma técnica de fácil utilização e sua viabilidade depende do preço do produto, pois exige maior dispêndio com mão-de-obra.

► Controle do mal-das-folhas-da-seringueira com *Hansfordia pulvinata*

A estratégia convencional de controle do mal-das-folhas-da-seringueira, causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, é a evasão, ou seja, o plantio em áreas de

escape, naquelas regiões onde as condições climáticas são desfavoráveis ao desenvolvimento epidêmico da doença. O controle químico é inviável economicamente e a enxertia de copa, uma forma de controle cultural, ainda está em estudo.

Nas regiões úmidas e favoráveis à doença, como na Amazônia, litoral sul da Bahia e São Paulo, o cultivo da seringueira só é viável com o uso de técnicas alternativas para o controle do mal-das-folhas. Dentre essas técnicas, destacam-se: a) controle integrado do mal-das-folhas com a associação entre controle biológico (fungo *H. pulvinata* = *Dycima pulvinata*) e controle cultural (cultivos intercalares com espécies florestais, frutíferas ou palmitadeiras de copas altas ou com a enxertia de copa); b) controle integrado por meio da associação do controle biológico e resistência genética (cultivos policlonais geneticamente heterogêneos) (Junqueira & Gasparotto, 1991).

O agente de controle biológico *H. pulvinata* foi isolado de estromas (fase ascógena do *M. ulei*) na Amazônia. Para utilização prática, o fungo é multiplicado em arroz.

O antagonista é aplicado com equipamentos tratorizados e veiculado em água. A aplicação se dá em seringueiras com a doença na fase de estroma ou conídio. Utilizam-se 3 kg do produto para cada 15 L de água/ha. A melhor época de aplicação é de dezembro a março, fazendo-se uma aplicação por ano. Esse antagonista pode ser misturado com *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioidea*, entomopatógenos usados para o controle do percevejo-de-renda e do ácaro *Calacarus heveae*, respectivamente. Dessa forma, obtém-se o controle biológico das três pragas (N. T. V. Junqueira, Embrapa, comunicação pessoal, 2006).

As avaliações de eficiência foram acompanhadas, em condições de campo, por um período de cinco anos, no município de Manaus, AM (1985 a 1989), e o processo também vem sendo empregado em culturas no município de Uma, sul da Bahia. O uso simultâneo dos agentes de biocontrole (*H. pulvinata*, *S. insectorum* e *H. verticillioidea*) vem sendo adotado por haveicultores de São José do Rio Claro, MT, onde a prefeitura mantém um laboratório para a sua produção. Entretanto, não existem informações oficiais de pesquisa sobre o produto.

► Controle da lixa-do-coqueiro com *Acremonium*

A lixa pequena (*Phyllachora torrendiella*; sin. *Catacauma torrendiella*) e grande (*Sphaerodothis acrocomiae*; sin. *Cocostroma palmicola*) do coqueiro só existem no Brasil, sendo que todas as variedades e híbridos cultivados são suscetíveis em diferentes graus. Essas doenças ocorrem de forma generalizada desde o Estado do Pará até o Rio de Janeiro e têm sua importância elevada quando associadas à queima-das-folhas, causada por *Botryosphaeria cocogena*. A lixa pequena é mais prejudicial por causar seca e queda das folhas inferiores, impossibilitando a sustentação dos frutos e reduzindo a produção. O controle químico das lixas pode ser feito preventivamente com a utilização de fungicidas tanto em coqueiros jovens como em adultos.

A técnica alternativa utilizada é o controle biológico utilizando o micoparasita *Acremonium*. Esse agente de controle foi isolado de estromas de lixa-do-coqueiro naturalmente parasitados (Sudo, 1989).

A produção massal desse bioagente tem sido realizada em arroz. O antagonista é comercializado na forma granulada, produzido sobre os grãos de arroz, sendo a sua disponibilidade no mercado dependente da época do ano. Em algumas épocas, o produto é encontrado para pronta entrega; caso contrário, deve ser encomendado pelo cliente aos laboratórios das Empresas Estaduais de Pesquisa. Maiores informações podem ser obtidas com o doutor Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária.

O micoparasita pode ser aplicado por meio de pulverizações em equipamento mecanizado ou helicóptero, dependendo da extensão da área a ser tratada. A frequência recomendada é anual. Entretanto, se o antagonista se instala na área, não há necessidade de reaplicações constantes. O bioagente é aplicado isoladamente, apenas com adição de espalhante adesivo na suspensão fúngica. A recomendação é de 3 kg/ha, em média, para 100 plantas. A eficiência é superior a 65%. Warwick (2001) verificou que o *Acremonium persicinum*, quando aplicado na concentração de 10^7 conídios/mL em período chuvoso e após as 16 horas, colonizou 68% dos estromas do patógeno. Por outro lado, essa autora não obteve sucesso no parasitismo dos estromas quando o antagonista foi aplicado em período seco ou chuvoso, mas na parte da manhã.

Essa técnica é a melhor forma de controle da doença disponível até o momento, com custo inferior ao controle com fungicidas químicos.

► Controle de *Botrytis* do morangueiro com *Clonostachys rosea* (*Gliocladium roseum*)

O fungo *B. cinerea* causa podridão de frutos, morte de flores e folhas em culturas de morango protegidas. Geralmente, o controle é efetuado com pulverizações de fungicidas do início da floração até a colheita dos frutos.

A técnica alternativa utilizada é a pulverização do agente de biocontrole *G. roseum*. Os trabalhos iniciais foram feitos utilizando-se um isolado obtido junto à Universidade de Guelph, Canadá. Entretanto, foram obtidos isolados em condições brasileiras com eficiência similar ou superior a esse. O antagonista é multiplicado tanto em fermentação líquida como em semi-sólida e sólida em grãos de trigo ou arroz. O produto aplicado consiste, basicamente, de esporos ou micélios secos do bioagente, sendo sua aplicação realizada com pulverizador costal ou motorizado. A época adequada para sua aplicação é desde o início da floração até a colheita, em intervalos semanais. A concentração recomendada é de 10^6 propágulos/mL em mistura com espalhante adesivo a 0,01%. A eficiência do produto é semelhante ou levemente superior à dos fungicidas. Dessa forma, permite suprimir o uso de fungicidas nos frutos. A técnica ainda é restrita a

áreas pequenas e principalmente a produtores da região de Bento Gonçalves, RS. Entretanto, a sua produção está sendo transferida dos laboratórios da Embrapa para laboratórios particulares, visando ao seu aumento. Estudos sobre a produção massal e formulação do agente têm sido conduzidos também na Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP, e na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, visando ao seu uso no controle de *Botrytis* em plantas ornamentais. Maiores informações podem ser obtidas com a doutora Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Embrapa Uva e Vinho, e com o doutor Marcelo Morandi, na Embrapa Meio Ambiente.

Clonostachys rosea também é utilizado para o controle de *Botrytis* em diversas plantas ornamentais, principalmente na região de Holambra, SP.

Chile

► Controle do prateado-das-frutíferas com *Trichoderma*

O prateado-das-frutíferas é causado por *Chondrostereum purpureum*, um fungo polífago que ocorre em diferentes espécies frutíferas temperadas, tais como ameixa, cereja, pêssego, maçã e pêra. Esta é uma importante doença no Chile, mas ainda desconhecida no Brasil. Plantas infectadas apresentam sintomas facilmente visíveis durante a brotação. As folhas de algumas ramas adquirem uma cor prateada que contrasta com a cor normal da árvore. Esse sintoma se deve à formação de bolsas de ar abaixo da epiderme, como consequência de toxinas produzidas pelo fungo, que se encontra ativo no lenho. Quando o ataque é severo, pode-se observar o prateado em todas as ramas da árvore, causando uma forte redução do crescimento, desfolhação e morte total ou parcial da planta. Internamente, ocorre a destruição do tecido lenhoso, que se torna pardo-avermelhado.

Inicialmente, apenas alguns ramos são afetados e, à medida que a doença avança, ramos-mães e o tronco são eliminados. A disseminação do fungo ocorre pelo vento ou por meio de plantas contaminadas, uma vez que ele sobrevive em plantas infectadas.

Como medida de controle tradicional, recomenda-se: eliminar todos os tecidos infectados, evitar a poda em dias com alta umidade relativa ou água livre e cobrir os cortes da poda com pastas fungicidas, tais como o hexaconazol.

Tem-se usado Binab T para controlar *C. purpureum*. Essa formulação é uma mistura de *T. harzianum* e *T. polysporum*, sendo recomendada para o controle de podridões internas de madeira. Esse produto é produzido na Suécia por Binab Bio-Innovation e está devidamente registrado no Chile, onde é importado e comercializado pela Agro-Connexion desde 1999 na forma de péletes (Binab T Pellets) e de pó-molhável (Binab TF WP). Na forma de péletes, possui 28% de ingrediente ativo (14% de cada espécie de *Trichoderma*), enquanto na forma de pó-molhável tem 33%. Binab TF WP é utilizado também para o controle de *B.*

cinerea em diferentes espécies de plantas (morangueiro e videira, por exemplo) (C. Brigando, Agro-Connexion, comunicação pessoal, 2006).

Os péletes são colocados dentro de perfurações feitas nos ramos e troncos doentes de frutíferas. Aplicam-se três péletes por furo de 1 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade, que devem ficar espaçados de 5 a 10 cm. Após a aplicação, as perfurações são seladas com um tampão plástico ou cera. Já a formulação pó-molhável é misturada com água (1:2 v/v) e aplicada com pincel nas áreas podadas (J. Montealegre, Universidad del Chile, comunicação pessoal, 2006).

Embora o Binab seja atualmente a formulação à base de *Trichoderma* mais comercializada no Chile, outros produtos locais estão sendo limitadamente usados e outros estão em fase de desenvolvimento para o controle de fungos do solo, tais como *R. solani* (Santander et al., 2003).

► Controle de oídio e podridão-cinzenta-da-videira com *Bacillus subtilis*

Entre as doenças que podem atacar a cultura no fim do ciclo e causam grandes prejuízos econômicos, destacam-se o oídio e a podridão-cinzenta. A podridão-cinzenta, causada por *B. cinerea*, é uma doença que ocorre mais frequentemente em uvas finas, que possuem cachos compactos e bagas com película fina. O fungo pode infectar folhas, flores, ramos, pedúnculo e ráquis. Além do efeito direto sobre a uva (podridão), *Botrytis* afeta a qualidade do vinho, pois as uvas infectadas produzem um vinho com a cor, o aroma e o sabor prejudicados. As medidas de controle tradicionais recomendadas são baseadas em práticas culturais associadas ao controle químico. As práticas culturais devem ser realizadas para propiciar à planta boa aeração e insolação, fornecer uma adubação nitrogenada equilibrada e prevenir ferimentos, controlando os insetos e outras doenças. A aplicação de fungicidas é feita em uvas finas de mesa e em cultivares viníferos de cacho compacto, principalmente os brancos, que apresentam maior suscetibilidade. Os tratamentos químicos são feitos no final da floração, antes da compactação do cacho e mudança de cor da uva.

O oídio, causado pelo fungo *Uncinula necator*, é uma doença importante em regiões de clima quente e com baixa umidade relativa do ar, tais como aquelas encontradas nas regiões viníferas do Chile. O fungo se desenvolve na superfície de todos os órgãos verdes da planta, inclusive nas inflorescências. Neste caso, os botões florais ficam cobertos por um pó cinzento que causa sua seca e queda, resultando em perda na produção. Após a floração, os sintomas são facilmente visíveis na superfície das bagas, podendo também se observar a rachadura das bagas com exposição das sementes. O seu controle tem sido feito com práticas culturais que promovem uma melhor circulação de ar e penetração de luz e com o uso de fungicidas.

Bacillus subtilis tem sido usado com sucesso há vários anos no Chile para controlar o oídio e a podridão-cinzenta da uva e em outras culturas. *B. subtilis*

(linhagem QST 713) é importado da AgraQuest Inc. (EUA) e comercializado como Serenade pela empresa Moviagro S.A. O produto é registrado e encontra-se no mercado em duas formulações: suspensão concentrada e pó-molhável. Recomenda-se de 5 a 8 kg por hectare a partir da floração. É, sem dúvida, o agente de biocontrole mais utilizado atualmente no Chile. Antes do advento do Serenade, utilizava-se o Trichodex 25 WP (*T. harzianum*) que, no entanto, não é mais usado nesse país (J. Montealegre, Universidad del Chile, comunicação pessoal, 2006).

B. subtilis é uma alternativa eficiente para controlar o oídio e a podridão-cinzenta, sem alterar os processos enológicos. Outra vantagem do controle por *Bacillus* se refere à produção de uvas finas isentas de resíduos químicos, algo de grande interesse para o mercado de exportação chileno. A bactéria atua de forma preventiva, interferindo na aderência do patógeno na folha e no seu desenvolvimento posterior, bem como inibindo a germinação dos conídios e destruindo o crescimento dos patógenos, perfurando as membranas do tubo germinativo e micélio. Além disso, seus metabólitos ativam o sistema de defesa da planta.

Tem-se recomendado alternar também fungicidas com Serenade, para evitar o desenvolvimento de resistência dos fungos aos fungicidas, uma vez que está registrado como fungicida para agricultura orgânica. As principais vantagens do uso de *B. subtilis* são: inexistência de tempo de carência, podendo-se aplicar até a colheita; baixa toxidez, o que permite entrar na área tratada quatro horas após a aplicação; e compatibilidade em misturas de tanque com produtos registrados, tais como cobre, enxofre e micronutrientes, inseticidas e fungicidas (Agroeconomico, 2003).

► Controle da galha-da-coroa das frutíferas e ornamentais com *Agrobacterium radiobacter*

A galha-da-coroa e das raízes é uma doença muito comum no Chile, atacando espécies frutíferas caducifólias, especialmente pêsego, ameixas, amêndoas e algumas plantas ornamentais. Essa doença é causada por *Agrobacterium tumefaciens*.

Essa bactéria penetra o tecido hospedeiro pelas feridas nas raízes e no colo das plantas e induz uma multiplicação celular desordenada e rápida, originando a galha e causando uma diminuição no potencial produtivo da planta. Essa bactéria é portadora de um plasmídeo com a capacidade de induzir tumores. O tecido infectado produz um aminoácido (opina) que é utilizado exclusivamente pelo patógeno (J. Montealegre, Universidad del Chile, comunicação pessoal, 2006).

Como medidas de controle, recomenda-se usar plantas e solos livres do patógeno; solos infestados com a bactéria devem ser submetidos à rotação de culturas com gramíneas por no mínimo três anos. Deve-se evitar ferimentos no tronco e raízes durante as práticas de cultivo. Todas as ferramentas e equipamentos em

áreas de propagação devem ser esterilizados com formalina ou hipoclorito de sódio. Embora não se conheça controle químico altamente efetivo contra essa doença, recomenda-se fazer a imersão das raízes por um a cinco minutos em soluções de antibióticos, tais como a estreptomicina (Cruz, 2000).

Como medida alternativa bem sucedida, tem-se recomendado a imersão de raízes numa suspensão de *A. radiobacter* K 84, que inibe e/ou mata algumas raças de *A. tumefaciens*. Esse controle biológico funciona unicamente na prevenção de galhas (Cruz, 2000).

Kerr (1980) desenvolveu esse método de controle biológico da bactéria em frutíferas e roseira com um êxito notável. O método é econômico, simples e muito eficaz, sendo atualmente usado por agricultores de diferentes países. Emprega-se uma cepa de *A. radiobacter* (cepa 84) que produz um bactericida nucleotídico, denominado agrocina 84. Ele inibe a maioria das agrobactérias patogênicas (aquelas que têm o plasmídeo Ti tipo nopalina). O material de multiplicação suscetível (sementes, estacas, raízes) é imerso numa suspensão celular (superior a 10^7 células/mL), imediatamente antes do plantio. No entanto, o método possui algumas limitações. Algumas cepas produtoras de nopalina, patogênicas, são resistentes à agrocina 84 e, portanto, não podem ser controladas biologicamente. Além disso, todas as cepas que têm o plasmídeo Ti tipo octopina e agropina são resistentes à agrocina 84 e, portanto, não são controladas. Entre essas, estão aquelas pertencentes ao biovar 3 (plasmídios Ti tipo octopina), de importância considerável em videira.

A cepa 84 de *A. radiobacter* é comercializada no Chile pela empresa Probiocal como Agrogall-30. Ela é incompatível com produtos químicos que tenham efeito biocida e podem alterar a viabilidade da bactéria.

Colômbia

► Controle de fitopatógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp.

Dentre os produtos para o controle biológico de fungos causadores de doenças do sistema radicular, tombamento e podridão de raízes, diversos são constituídos por diferentes espécies de *Trichoderma*, como: Trichogen WP (*T. lignorum*), comercializado pela Agroquímicos Genéricos; Trifisol (*T. viride*), comercializado pela BioCultivos S.A. para o combate de *Rhizoctonia* em arroz; Antagon WP (*T. harzianum*), comercializado pela BioEcológico; Tricho D WP (*T. harzianum*), comercializado pela Orius Biotecnologia; e Mycobac (*T. lignorum*), comercializado pelos Laboratórios Laverlam. A concentração dos produtos varia de 2×10^7 a 10^{10} conídios/mL.

Esses produtos são adicionados ao solo e têm apresentado um bom nível de controle dos patógenos. Entretanto, para que o controle seja efetivo, requer grandes quantidades do inóculo e são dependentes da temperatura, pH e

condições do solo, densidade de patógeno no solo e tempo entre a introdução do antagonista e a semeadura. Assim, para reduzir os custos, diversos produtores vêm realizando o tratamento de sementes e aplicando o produto nas zonas de influência do patógeno.

Apesar da escassa aplicação de biofungicidas para o controle de doenças, grupos de pesquisa vêm se dedicando ao controle biológico. Têm sido utilizados isolados de *F. oxysporum*, *Verticillium clamydosporium*, *Clonostachys rosea*, *Gliocladium virens*, *Pseudomonas* spp., actinomicetes e micorrizas. Entretanto, os resultados mais promissores são os obtidos com espécies do gênero *Trichoderma* incorporadas ao solo ou no tratamento de sementes. Os trabalhos são desenvolvidos principalmente pela Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), pelo Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) e pela Universidad Nacional de Colômbia. As principais culturas estudadas são: café, mandioca, hortaliças, leguminosas, batata, ornamentais e pastagens.

► Controle de *Botrytis cinerea* com *Trichoderma harzianum*

Esse produto é comercializado com o nome de Trichodex 25 WP pela empresa Proficol S.A., sendo importado de Israel (Elad et al., 1994). A recomendação é para o controle de *B. cinerea* em diversas culturas. A concentração recomendada do produto é de 0,2% e as aplicações são realizadas por pulverizações na parte aérea das plantas. Informações sobre a doença são apresentadas nas descrições de controle de *Botrytis* no Brasil e no Chile.

Costa Rica

► Controle de nematóides fitopatogênicos com fungos

Há três nematicidas biológicos registrados na Costa Rica, cada um à base de diferentes microrganismos. Ditera 90 WG, abordado nos exemplos do México, é recomendado para várias culturas, incluindo frutíferas (melão, banana, citros e abacaxi), castanhas e hortaliças e folhosas. Nemout 0.65 WP (AgriMart Corp.) é um produto à base de *Arthrobotrys oligospora* e *A. botryospora*, ambos fungos habitantes do solo e formadores de armadilhas, sendo eficientes contra nematóides de importância agrônômica dos gêneros *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e *Radopholus*. O produto é recomendado para várias culturas, incluindo arroz, milho, tubérculos, abacate, banana, café, cana-de-açúcar, fumo, diversas hortaliças e frutíferas, além de essências florestais. Nemout 0.65 WP é da classe toxicológica IV, sem restrições de aplicação e período de carência. O produto é compatível com o fungo *Dactylella brochophaga*, um parasita de ovos e fêmeas de nematóides, e com vários agroquímicos, exceto certos fungicidas e biocidas em geral. Microp 0,4 SL é um condicionador de solos e biofertilizante à

base de microalgas (*Cyanophyta*), recomendado para solos com elevada salinidade (Usda, 2000). Microp 0,4 SL é produzido pela companhia norte-americana Soil Technologies Corp. e comercializado pela Cafesa S.A. Segundo a empresa que comercializa o produto, este exerce efeito repelente sobre vários fitonematóides, especialmente dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, e possui propriedades antifúngicas contra patógenos veiculados pelo solo, como *Fusarium*, *Pythium* e *Rhizoctonia*. É recomendado para uma ampla gama de plantas de importância econômica, incluindo cereais, raízes e tubérculos, café, pastagem, fruteiras e hortaliças, com exceção das plantas da família Alliaceae (cebola e alho). Na Costa Rica, o produto é usado principalmente na cultura do café. A aplicação de outros agrotóxicos e fertilizantes só deve ser feita após pelo menos 48 horas da aplicação de Microp 0,4 SL. O produto é incompatível com fungicidas cúpricos.

► Controle de fungos fitopatogênicos habitantes do solo

O país também importa alguns produtos para o controle de fungos de solo causadores de doença em plantas. A distribuidora Arimitsu comercializa o fungicida biológico Serenade 1,34 SC, da empresa norte-americana Arga Quest Inc. O produto é à base da bactéria *B. subtilis* e usado no tratamento de sementes para o controle de *Rhizoctonia*, *Fusarium* e *Pythium* em diversos cultivos.

Cuba

► Controle biológico de fungos fitopatogênicos habitantes do solo com *Trichoderma*

O controle biológico dos fitopatógenos do solo em Cuba iniciou-se na última década do século passado, quando diversas doenças fúngicas do solo não estavam sendo controladas adequadamente com medidas químicas e culturais. Dentre as doenças, destaca-se a causada por *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* em tabaco, com expressivos gastos com fumigação utilizando brometo de metila, aplicação de fungicidas sistêmicos e mudança para novas áreas não contaminadas pelo patógeno para a produção de mudas. Outro problema importante é o *damping-off*, cujo incremento progressivo provocou sérios danos nos viveiros de produção de mudas de tomate e de outras hortaliças, com 70 a 80% de perdas em cultivos hidropônicos na província de Havana. Também a murcha-do-pimentão, causada por *Phytophthora capsici*, entre os anos de 1990 e 1993, afetou a produção e a exportação da hortaliça, que era realizada principalmente por pequenos produtores em diversos locais da província (Stefanova, 2006; Stefanova & Sandoval, 1995; Stefanova et al., 1995; Sandoval et al., 1995).

Esses problemas mostraram claramente a necessidade de se aplicar uma estratégia diferente contra os patógenos do solo, e as pesquisas se iniciaram em 1990, com trabalhos básicos com *Trichoderma*, sendo que, em 1993, foram realizados os testes em grande escala com sucesso (Stefanova, 2006).

Durante as safras de 1994 e de 1995, foram aplicados produtos à base de *Trichoderma* em mais de 5.116 ha de cultivos, incluindo fumo, hortaliças, cereais e ornamentais. Apenas em fumo, na província de Pinar Del Rio, foram tratados mais de 13.000 canteiros de produção de mudas. Na província de Villa Clara foram tratados 558,7 ha, não tendo sido verificados problemas com patógenos habitantes do solo (Espino & Stefanova, 2006; Stefanova et al., 2004; Stefanova, 2006).

Também foi utilizado *Trichoderma* para o cultivo de feijão, alface, abóbora, pepino, couve chinesa, vagem, tomate, pimentão, alho, rabanete, salsa e outras hortaliças em diversas localidades para o controle de *R. solani*, *S. rolfsii*, *Pythium* sp., *Fusarium* spp., *P. capsici* e outros patógenos, com sucesso. Em 1995 foi aplicado *Trichoderma* em 118.300 ha de diversos cultivos (González et al., 2005; Inifat-Minagri, 2000; Rodríguez & Sandoval, 1998; Sáenz et al., 1994; Sandoval et al., 1995; Stefanova, 1997).

Os métodos para a aplicação do antagonista são: a) tratamento de sementes; b) tratamento de sementes e do substrato; c) tratamento de plântulas.

O tratamento de sementes é o método mais econômico e utilizado mais intensamente. Consiste em tratar as sementes com uma suspensão aquosa de esporos ou na forma de pó, com ou sem aderente. As cepas de *Trichoderma* verdadeiramente competitivas são capazes de colonizar a superfície das raízes e a rizosfera (Garcia & Sandoval, 1994).

A imersão das sementes durante dez minutos (10% v/v) garante uma cobertura entre 91 e 100% da semente e, após secagem, não afeta a viabilidade dos conídios do antagonista. O isolado A-34 (*T. harzianum*), recomendado para o controle dos patógenos fúngicos em hortaliças, é capaz de proliferar no solo a partir das sementes tratadas e colonizar o substrato antes que se desenvolvam as raízes de pimentão e tomate, assegurando proteção adequada (Garcia & Sandoval, 1994). Além disso, produzem metabólitos não voláteis e enzimas líticas (carboximetilcelulose, quitinase e β 1,3-gluconase) que reduzem o crescimento de *P. nicotianae* e *R. solani* (Stefanova et al., 1999).

A combinação do tratamento sementes-substrato é utilizada para o complexo causador de *damping-off*, em que estão envolvidos *Phytophthora parasitica* e *P. capsici*, sendo que o tratamento das sementes é realizado conforme descrito anteriormente e o substrato composto de basalto é tratado por irrigação, 48 horas antes da semeadura.

Na fase de transplante de hortaliças e fumo, quando se utiliza a tecnologia tradicional, há necessidade de proteger as plântulas sadias no campo. Assim, realiza-se a imersão do sistema radicular por dez minutos numa suspensão de *Trichoderma*.

A introdução do controle biológico com *Trichoderma* na agricultura (Inifat-Minagri, 2000) para a produção de mudas de hortaliças e de tabaco enraizadas em bandejas é um sucesso tecnológico (Espino & Stefanova, 1999; Fernández

et al., 2006; Stefanova, 2006). O produto Trichosav, à base de *Trichoderma*, é produzido artesanalmente em meios sólidos ou cultivos líquidos sob agitação, estáticos ou bifásicos.

► Controle biológico de míldio e oídio-do-pepino com *Trichoderma*

Esse antagonista vem sendo utilizado para controlar o míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e o oídio (*Erysiphe cichoracearum*) do pepino, com aplicações foliares de 20 L por hectare, de uma suspensão contendo entre 10^6 e 10^8 conídios/mL de *Trichoderma*. A redução na intensidade dessas doenças está entre 35 e 23,2%, respectivamente, com um efeito colateral estimulante sobre as plantas relativo ao incremento do comprimento da haste, do fruto e do peso médio dos frutos (Rodríguez et al., 1998).

Honduras

► Controle de fungos causadores de *damping-off* com *Trichoderma*

A doença conhecida como tombamento-de-mudas ou *damping-off* pode ser causada por vários patógenos habitantes do solo, incluindo *R. solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* e outros. Tradicionalmente, o controle do *damping-off* é realizado por meio do uso de sementes saudáveis, tratamento químico das sementes, tratamento do solo com fungicidas ou métodos físicos (para o caso de substratos) e rotação de culturas.

Uma alternativa de controle em uso é o controle biológico desses patógenos com fungos antagonistas. Em Honduras, há dois produtos à base de *Trichoderma* spp. registrados e comercializados como fungicidas biológicos de amplo espectro. O Centro de Control Biológico de Centroamérica de Zamorano, um centro educacional privado sem fins lucrativos, desenvolveu o produto denominado Trichozam, à base de *Trichoderma* spp. O outro produto, Mycobac, à base de *T. harzianum*, é produzido pela empresa colombiana Laboratórios Laverlam S.A. Apesar de ser possível seu uso em diversas culturas, Mycobac é particularmente recomendado para o controle de *damping-off* na cultura da pimenta (Lastre, 2000).

Trichoderma spp. controla os patógenos por meio da combinação de vários mecanismos, incluindo micoparasitismo e antibiose. Devido a sua natureza não específica, é usado em diversas culturas para o controle de patógenos veiculados pelo solo, como, por exemplo, *R. solani* e *S. rolfsii* (Organización Panamericana de Salud, 2000).

► Controle de nematóides fitopatogênicos com fungos

Em Honduras e em países da América Central, Ditera (*Myrothecium* spp.) é registrado como nematicida biológico. Nesse país, estão disponíveis duas formulações do produto, uma granulada (95 GR) e outra em pó-molhável (100 WP).

Biostat (Laverlam S.A.), produto à base do fungo hiperparasita *Paecilomyces lilacinus*, tem sido recomendado para uso na produção de pimenta, porém ainda não há uma definição sobre o registro desse produto para uso comercial (Las-tre, 2000). Essa formulação é efetiva contra *Meloidogyne*, *Radopholus similis*, *Pratylenchus* spp. e *Scutellonema* spp., dentre outros. O produto é incompatível com a maioria dos fungicidas químicos.

México

► Controle de nematóides fitopatogênicos com *Myrothecium verrucaria*

Os nematóides fitopatogênicos são de ocorrência generalizada em praticamente todas as plantas cultivadas. Os prejuízos causados por esses patógenos variam de suaves até a destruição total, dependendo da densidade populacional dos nematóides, da suscetibilidade da cultura e das condições ambientais. Os métodos tradicionais de controle dos nematóides incluem rotação de culturas, uso de variedades resistentes, uso de plantas armadilhas ou antagonistas e controle químico com nematicidas, geralmente restrito a pequenas áreas ou culturas de alto valor.

A técnica alternativa utilizada no México e em outros países é o uso de fungos antagonistas. No México, há um nematicida biológico registrado à base do fungo *Myrothecium verrucaria* (Ministerio de Salud, 2001). O produto é comercializado com o nome de Ditera 90 WG (Valent Bioscience Corporation). O fungo foi inicialmente isolado de cistos de *Heterodera glycines*, porém provou ser altamente efetivo também contra *Meloidogyne incognita* e *R. similis*. Ele atua por contato sobre ovos e adultos dos nematóides. Apesar do amplo espectro de ação contra nematóides fitopatogênicos, não foram observados efeitos adversos sobre nematóides de vida livre ou entomopatogênicos. Como não apresenta riscos para organismo não-alvo, a Environmental Protection Agency (EPA) nos Estados Unidos isentou o produto de classificação toxicológica e intervalo de carência entre a aplicação e a colheita. Não há restrições também para seu uso em pós-colheita (Maliekal et al., 1998). Em virtude de seu amplo espectro de ação, o produto é aplicado em várias culturas para o controle de fitonematóides.

Outros países da América Latina

São reduzidas as informações sobre o uso de microrganismos no controle de doenças de plantas em outros países latino-americanos. Em muitos países onde não existem empresas que produzem esses microrganismos, sua comercialização e uso são feitos, em sua maior parte, por meio da importação de agentes de controle biológico de outros países. O nematicida Ditera, discutido nos exemplos do México, é o único produto biológico para o controle de doenças de plantas registrado para uso na Guatemala. No Panamá, os produtos Ditera e Biostat estão disponíveis como nematicidas biológicos (Maliekal et al., 1998).

No Uruguai, o produto Trichosoil, à base de *T. harzianum*, vem sendo usado para o controle da fusariose do cravo, podridão-branca-da-alface e *damping-off* em oleráceas. Esse produto é produzido pela empresa Lage S.A. desde 1995 e está em processo de registro, possuindo uma autorização especial para ser empregado na agricultura. Na Bolívia, a Productividad Biosfera Medio Ambiente (Probioma), uma organização não governamental sem fins lucrativos, produz biorreguladores desde 1990. O produto comercial à base do fungo *Trichoderma* sp. apresenta-se com o nome de Tricodamp, usado no controle de *Fusarium* sp., *Verticillium* sp., *Sclerotium* sp., *Pythium* sp., *R. solani*, *Botrytis* sp., *Alternaria* spp. e *Phytophthora* sp. em diversos cultivos.

Infelizmente, não foi possível obter mais informações de produtos biológicos para o controle de fitopatógenos ou nematóides registrados nos demais países da América Latina. Entretanto, com certeza, esses agentes de controle biológico também vêm sendo utilizados nesses países.

Na Tabela 1 estão listados alguns produtos biológicos utilizados no controle de doenças de plantas e nematóides na América Latina.

Tabela 1. Principais produtos biológicos à base de microrganismos controladores de doenças de plantas e de nematóides comercializados na América Latina.

Produto	Microrganismo	Doença visada	Empresa/Local
AGROGALL 30	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Patógenos de solo	Probical, Santiago (Chile)
AGROTRICH	<i>Trichoderma</i> sp.	Patógenos de solo	Agri Haus do Brasil Ind. Com Prod. Biopreparados Ltda., Santa Cruz do Sul (Brasil)
ANTAGON WP	<i>Trichoderma harzianum</i>	Patógenos de solo	BioEcológico, Bogotá (Colômbia)
BACILLUS JCO	<i>Bacillus subtilis</i>	Patógenos de solo, tratamento de sementes	JCO Fertilizantes Ltda., Barreiras (Brasil)
BINAB TF WP BINAB T (WG, Pellets, Vector)*	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. polysporum</i>	<i>Verticillium dahliae</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Binab BioInnovation, Algaras (Suécia)*
BIOCERTO TRICHODERMA	<i>Trichoderma</i> sp.	Patógenos de solo em feijoeiro. <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Fusarium solani</i>	BioCerto Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda., Planaltina (Brasil)
BIODERMA	<i>Trichoderma harzianum</i>	Patógenos de solo	Hortitec Colombia S.A., Medellín (Colômbia)
BIOMYCES	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematóides	Hortitec Colombia S.A., Medellín (Colômbia)
BIONEMA	?	Nematóides	Biovale, Venâncio Aires (Brasil)
BIOSTAT 50 WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematóides	Laboratórios Laverlam S.A., Cali (Colômbia)
BIOTRICH WP	<i>Trichoderma</i> sp. (4 estirpes)	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Rosellinia</i>	Biovale, Venâncio Aires (Brasil)
BOTRYCID	<i>Burkholderia cepacia</i>	Patógenos de solo	Safer Agrobiologicos, Medellin (Colômbia)

(Continua...)

Tabela 1. Principais produtos biológicos à base de microrganismos controladores de doenças de plantas e de nematóides comercializados na América Latina.

Produto	Microrganismo	Doença visada	Empresa/Local
TRICHODEL	<i>Trichoderma</i> sp.	Promotor de crescimento e desenvolvimento de planta	Empresa Caxiense de Controle Biológico Ltda., Caxias do Sul (Brasil)
DIATERA 90 WG / SO*	<i>Myrothecium</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Trichodorus</i> , <i>Belonolaimus</i> , <i>Radopholus</i> , <i>Heterodera</i> / <i>Globodera</i>	Valent Biosciences Corporation Abbot Laboratories, Long Grave, IL (EUA)*
ECOGREEN	<i>Trichoderma</i> sp.	Oídios, míldios e podridão-cinzenta (<i>Botrytis</i> spp.)	Ballagro AgroTecnologia, Atibaia (Brasil)
ECOTRICH	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Sclerotinia</i> spp.	Ballagro AgroTecnologia, Atibaia (Brasil)
FITOTRIPEN WP	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Mycosphaerella</i>	Safer Agrobiológicos, Medellín (Colômbia)
<i>Hansfordia pulvinata</i>	<i>Hansfordia pulvinata</i>	<i>Microcyclus ulei</i>	Prefeitura de São José do Rio Claro (Brasil)
MICROP 0,4 SL*	Cyanophyta	Patógenos de solo e nematóides	Soil Technologies Corp, Fairfield, IA. (EUA)*
MYCOBAC 50 WP	<i>Trichoderma lignorum</i>	Patógenos de solo e nematóides	Laboratórios Laverlam S.A., Cali (Colômbia)
NATIBIOL	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia</i>	Probiagro S.A., Acarigua (Venezuela)
NEMAPLUS	<i>Pseudomonas</i> spp.	Nematóides	Ballagro AgroTecnologia, Atibaia (Brasil)
NEMOUT 0.65 WP*	Fungos hifomicetos	Nematóides	Agri-Mart Corp. USA Inc., (EUA)*
PAECILOMYCES JCO	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Meloidogyne</i> spp.	JCO Fertilizantes Ltda., Barreiras (Brasil)
SAFELOMYCES WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nematóides	Safer Agrobiológicos, Medellín (Colômbia)
SERENADE 1,34 SC*	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i>	AgraQuest Inc., Davis, CA. (EUA)*
TRICHODERMA JCO	<i>Trichoderma harzianum</i>	Patógenos de solo	JCO Fertilizantes Ltda., Barreiras (Brasil)
TRICHO D WP	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Rosellinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Armilaria</i> , <i>Alternaria</i>	Orius Biotecnologia, Villavicencio (Colômbia)
TRICHOL	<i>Trichoderma</i> sp.	Patógenos de solo	Productos Biologicos Perkins Ltda., Palmira (Colômbia)
TRICHODERMIL WP / SC**	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Rhizoctonia</i>	Itaforte Industrial de Bioprodutos Agroflorestais Ltda., Itapetinga (Brasil)
TRICHODEX 25WP*	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Sclerotium rofsii</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Maktheshim Agan Company, Jerusalem (Israel)*
TRICHOGEN WP	<i>Trichoderma lignorum</i>	Patógenos de solo	Agroquímicos Genéricos, Cali (Colômbia)

(Continua...)

Tabela 1. Principais produtos biológicos à base de microrganismos controladores de doenças de plantas e de nematóides comercializados na América Latina.

Produto	Microrganismo	Doença visada	Empresa/Local
TRICHONATIVA	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora capsici</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia</i> <i>sclerotiorum</i> , <i>Botrytis alternata</i> , <i>Venturia inaequalis</i>	Bio-Insumos Nativa Ltda. (Chile)
TRICHOSAV	<i>Trichoderma harzianum</i> , cepa A-34	Patógenos de solo (<i>Phytophthora capsici</i> , <i>Phytophthora nicotianae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> , <i>Meloidogyne</i>)	Centros de reproducción de medios biológicos (Cree), La Habana (Cuba)
TRICHOSOIL	<i>Trichoderma harzianum</i>	Patógenos de solo	Lage S.A., Montevideu (Uruguai)
TRICHOZAM	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>	Centro de Control Biológico de Centroamérica de Zamorano, Tegucigalpa (Honduras)
TRICODAMP	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phytophthora</i>	Productividad Biosfera Medio Ambiente, Santa Cruz de la Sierra (Bolivia)
TRICOVAB	<i>Trichoderma stromaticum</i>	<i>Moniliophthora perniciosa</i>	Cepec/Ceplac, Itabuna, (Brasil)
TRIFESOL SL	<i>Trichoderma viride</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	BioCultivos S.A., Bogotá (Colômbia)

* Produto importado e comercializado na América Latina.

** Produto registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no Brasil.

Considerações finais

Situação do controle biológico de doenças de plantas na América Latina

Apesar da crescente demanda da sociedade por produtos livres de resíduos de agrotóxicos e com menores impactos sobre os recursos naturais, ainda é baixa a disponibilidade de produtos comerciais contendo agentes de controle biológico de doenças de plantas na América Latina, sendo que apenas parte desses produtos é devidamente registrada. Outro aspecto a ser considerado é que boa parte dos produtos comercializados na América Latina e que são legalmente registrados foi desenvolvida em outras regiões e é apenas importada por esses países.

Devido a esses fatos, a qualidade dos produtos disponíveis nem sempre é adequada, o que colabora com as dificuldades em sua adoção em maior escala. A produção em larga escala dos agentes de biocontrole que foram desenvolvidos na América Latina é realizada com baixo nível tecnológico, pois a infra-estrutura para o desenvolvimento dos agentes de biocontrole é deficitária. Aliado a isso, a maioria dos produtos não é submetida a estudos rigorosos de formulação, controle de qualidade e eficiência em diversos patossistemas e condições climáticas.

O que dificulta o investimento no desenvolvimento de produtos à base de agentes de controle biológico de doenças de plantas é a sua especificidade, principal característica desse método. Como normalmente um agente de controle

biológico só é eficiente para um ou poucos patossistemas, o custo para desenvolvimento e registro é proibitivo. Esse fato faz com que o produto final apresente custo elevado para os produtores. Por exemplo, o uso de estirpes fracas do vírus-do-mosaico para premunização contra o mosaico-da-abobrinha é limitado a esse patossistema que, sozinho, não viabiliza o investimento necessário para o seu registro. Dessa forma, há necessidade de se flexibilizar as exigências para registro de produtos com essa característica.

Produtos biológicos no controle de doenças de plantas: adoção futura

Para uma maior utilização de produtos biológicos no controle de doenças de plantas, há a necessidade da intensificação do desenvolvimento de trabalhos de pesquisa direcionados às diversas etapas para a obtenção dos produtos. Ainda são poucas as instituições de pesquisa e indústrias que têm se dedicado ao controle biológico, tanto no desenvolvimento de pesquisas como no de produtos para viabilizar o uso comercial. Raramente os poucos pesquisadores envolvidos com o assunto atuam de forma multidisciplinar. Há a necessidade da criação de programas específicos para o desenvolvimento desses trabalhos de pesquisa e para capacitar os pesquisadores em tecnologias relacionadas ao controle biológico, para formar uma massa crítica que tenha capacidade de definir as prioridades e executar as ações necessárias.

Entre as ações de pesquisa necessárias está o entendimento dos mecanismos de ação envolvidos nas interações entre os agentes de biocontrole, os patógenos, as plantas e o ambiente. Além disso, os estudos de impacto ambiental dos agentes de biocontrole também são necessários para sua adoção de forma segura e controlada.

A difusão dos conceitos e princípios envolvidos no controle biológico também é deficiente. A maioria dos cursos de engenharia agrônômica, engenharia florestal e biologia não tem programas curriculares aplicados para o desenvolvimento e a utilização de controle biológico. Não existem campanhas dirigidas para os agricultores e técnicos, bem como órgãos de fomento agrícola, para promover o controle biológico de doenças de plantas. Os extensionistas também não são treinados para estimular a adoção da luta biológica e outros métodos alternativos para o controle de doenças de plantas.

O uso intensivo de agrotóxicos pelos agricultores, fomentado pela indústria e pelos técnicos, é outro fator importante a ser considerado. Como a assistência técnica oficial está relativamente desestruturada, a indústria de agrotóxicos tem um papel importante na assistência técnica aos produtores, o que dificulta a mudança de conceitos e a adoção do controle biológico por parte desses agricultores que seguem as práticas preconizadas pela indústria.

A adoção do controle biológico e de outros métodos alternativos na agricultura para o controle dos problemas fitossanitários vem recebendo uma colaboração

marcante de um movimento crescente nos últimos anos, que é o da agricultura orgânica e de suas variantes, tais como: agricultura biodinâmica, agricultura natural, agricultura alternativa, agricultura sustentável e agricultura ambiental. Esse movimento é liderado por ONGs nacionais e internacionais, que se preocupam com a conservação do meio ambiente e com a produção de alimentos saudáveis e nutricionalmente equilibrados. Esses novos modelos de agricultura colaboram para a racionalização do uso de agrotóxicos e atendem às exigências de uma produção de alimentos saudáveis e com qualidade ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao dr. Guerd Walter Müller, do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP; ao dr. Shinobo Sudo, da Souza Cruz SA, Rio de Janeiro, RJ; à dra. Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho; ao dr. Nilton T.V. Junqueira, da Embrapa Cerrados, e ao dr. Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, pelas informações sobre o controle biológico de doenças no Brasil. Agradece-se também à profa. dra. Marta C. Rivera (UBA — Buenos Aires), prof. dr. Jaime Montealegre (Universidad del Chile — Santiago), dra. Magdalena Cruz (Inia — Quilamapu) e dra. Carla Brigando (Agro-Connexion — Santiago) pelas informações sobre agentes de biocontrole usados em seus países. Agradecemos ainda a Amauri Molina, Catie, Guatemala; Marina Canjura, Procafé, El Salvador; e Cecilio Puga, Universidad de Panamá. À MsC. Carolina Leoni, da Sección di Proteccion Vegetal — Fitopatologia, Inia Las Brujas, Uruguai.

Referências bibliográficas

- AGROECONOMICO. Lo nuevo en fungicidas para el Agro. *Revista* 77, 2003. http://www.agroeconomico.cl/articulos_detalle.php?articulo=2127. Acessado em 10 de janeiro de 2004.
- BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (ed.). *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 191-215.
- BETTIOL, W.; STADNIK, M. J. Controle alternativo de oídios. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (ed.). *Oídios*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 165-92.
- BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. *The pesticide manual*. 12th ed. Brighton: Ed. C. Tomlin Version 2.1, 2001. 1250p.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (ed.). *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 267-79.

- CASTRO, V.; JONSSON, C.; MELO, I.; NUNES, F. Avaliação de risco ecotoxicológico de *Trichoderma stromaticum* usado como biopesticida. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*, 4(1): 18-24, 2001.
- COOK, R. J. Biological control of the pathogens: theory to application. *Phytopathology*, 75(1): 25-9, 1985.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. St. Paul: APS, 1983. 539p.
- COSTA, J. C. B. Situação atual do controle biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero com o uso de *Trichoderma* spp. na Bahia. In: VIII REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS. *Anais*. Brasil, Bahia. 2003. p. 63-9.
- COSTA, A. S.; MÜLLER, G. W. Tristeza control by cross protection: a U.S. — Brazil Cooperative Success. *Plant Disease*, 64: 538-41, 1980.
- COTES, A. M. Biocontrol of fungal plant pathogens — from the discovery of the potential biocontrol agents to the implementation of formulated products. *IOBCwprs Bulletin*. 24(3): 43-7, 2001.
- CRUZ, M. *Enfermedades del Cerezo diseminadas por patrones de guindo ácido*. *Informativo Agropecuario do Inia — Quilamapu*, Boletim 26, 2000. <http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubbycom/bioleche/boletin2000/BOLETIN26.html>. Acessado em 10 de janeiro de 2003.
- CUNDOM, M. A.; MAZZA, S. M.; MAZZANTI, M. A.; GUTIERREZ, S. A.; COUTINHO, M. Actividad antagonica in vitro de hongos saprofitos del departamento capital, provincia de Corrientes, Argentina, contra *Sclerotinia sclerotiorum*. *Fitopatologia*, 37: 133-41, 2002.
- DIAS, P. R. P.; REZENDE, J. A. M. Premunização da abóbora híbrida Tetsukabuto para o controle do mosaico causado pelo *Papaya ringspot virus* — type W. *Summa Phytopathologica*, 26: 390-8, 2000.
- ELAD, Y.; KOHL, J.; FOKKEMA, N. J. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. *Phytopathology*, 84: 1193-200, 1994.
- ESCANDE, A. R.; LAICH, F. S.; PEDRAZA, M. V. Field testing of honeybee-dispersed *Trichoderma* spp. to manage sunflower head rot (*Sclerotinia sclerotiorum*). *Plant Pathology*, 51: 346-51, 2002.
- ESPINO, M.; STEFANOVA, M. Efectividad de *Trichoderma harzianum* contra *Phytophthora nicotianae* en tabaco a nivel de bandejas. *Cubatabaco*, 1: 4-8, 1999.
- ESPINO, M.; STEFANOVA, M. Colonización por *Trichoderma harzianum* de diferentes substratos para el sistema de cepellón en el cultivo del tabaco. In: TALLER LATINOAMERICANO — BIOCONTROL DE FITOPATÓGENOS CON *Trichoderma* Y OTROS ANTAGONISTAS. *Memorias*. Cuba, La Habana, 2006. p. 35-6.
- FERNÁNDEZ, A. A.; PÉREZ, E.; NOA, S.; MÁRQUEZ, J. A.; ANDINO, V.; RUIZ, R.; FERNÁNDEZ-LARREA, O.; ELOSEGUI, O.; CRUZ, C. Experiencia cubana en la aplicación masova de *Trichoderma harzianum* en el control de patógenos del suelo en semilleros de tabaco bajo sistema de bandejas flotantes. In: TALLER LATINOAMERICANO — BIOCONTROL DE FITOPATÓGENOS CON *Trichoderma* Y OTROS ANTAGONISTAS. *Memorias*. Cuba, La Habana, 2006. p. 10-1.

- GARCÍA, D.; SANDOVAL, I. Tiempo óptimo de tratamiento de semillas de tomate con *Trichoderma harzianum*. In: VII JORNADA CIENTÍFICA INIFAT. *Resúmenes*. Cuba, La Habana, 1994. p. 74.
- GONZÁLEZ, M.; CASTELLANOS, L.; RAMOS, M.; PÉREZ, G. Efectividad de *Trichoderma* spp. para el control de hongos patógenos de la semilla y el suelo en el cultivo del frijol. *Fitosanidad*, 9: 37-41, 2005.
- INIFAT-MINAGRI. *Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos*. La Habana: Grupo Nacional de Agricultura Urbana — Agrinfor, 2000. 145p.
- JUNQUEIRA, N. T. V.; GASPAROTTO, L. Controle biológico de fungos estromáticos causadores de doenças foliares em seringueira. In: BETTIOL, W. (ed.). *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa-Cnpma, 1991. p. 307-31.
- KERR, E. Biological control of crown gall through production of agrocin 84. *Plant Disease*, 64: 25-30, 1980.
- LASTRE, L. *Guía práctica de manejo de plagas y enfermedades del Chile-MIP. Centro de Desarrollo de Agronegocios / Fintrac, Boletín Técnico 13*, 2000. http://www.hondurasag.org/fintrac-cda/pubs/Prod_13_Esp.pdf. Acessado em 7 de janeiro de 2004.
- LORI, G.; RONCO, L.; MÓNACO, C.; WOLCAN, S.; SILVESTRINI, P.; LEMANCEAU, P.; ALBOUVETTE, C. Comportamiento de los microorganismos antagonistas Fo 47 y C7 frente al marchitamiento del clavel em la Argentina. In: I CONGRESO ARGENTINO DE CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. *Acta de resúmenes*. Argentina, Buenos Aires, 1998. p. 15.
- MALIEKAL, J.; BEACH, M.; WARRIOR, P. *DiTera nematocide*, 2003. <http://mbao.org/1998airc/102maliekal.pdf>. Acessado em 15 de dezembro de 2003.
- MITIDIERI, I. M. Trece años de estudios sobre control biológico de hongos patógenos del suelo con *Trichoderma* spp. In: I CONGRESO ARGENTINO DE CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. *Acta de resúmenes*. Argentina, Buenos Aires, 1998. p. 17.
- MINISTERIO DE SALUD de la Republica de México. *Catálogo de plaguicidas*, 2003. <http://www.salud.gob.mx/unidades/dirgsa/downloads/catplag/INDICEB.pdf>. Acessado em 16 de dezembro de 2003.
- MÜLLER, G. W.; COSTA, A. S. Premunização de plantas cítricas In: BETTIOL, W. (ed.). *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa-Cnpma, 1991. p. 285-93.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD. *Plaguicidas y salud en Honduras*, 2000. <http://www.bvs.hn/cd-ops/fulltex/PLAGHOND2.pdf>. Acessado em 16 de dezembro de 2003.
- REZENDE, J. A. M.; MÜLLER, G. W. Mecanismos de proteção entre vírus e controle de viroses de vegetais por premunização. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 3: 185-226, 1995.
- REZENDE, J. A. M.; PACHECO, D. A. Control of papaya ringspot vírus-type W in zucchini squash by cross protection in Brazil. *Plant Disease*, 82: 171-5, 1998.
- REZENDE, J. A. M.; PACHECO, D. A.; IEMMA, A. F. Efeitos da premunização da abóbora menina-brasileira com estirpes fracas do vírus do mosaico do mamoeiro-estirpe melancia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 1481-9, 1999.

- RODRÍGUEZ, F.; STEFANOVA, M.; GOMEZ, U. Efecto del biopreparado de *Trichoderma harzianum* (Rifai) contra *Pseudoperonospora cubensis* (Berk Curt) Rostow y *Erisiphe cichoracearum* D.C. en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Fitosanidad*, 2(1-2): 41-3, 1998.
- RODRÍGUEZ, F.; SANDOVAL, I. Efectividad de diferentes productos químicos y del biopreparado de *Trichoderma harzianum* (Rifai) contra enfermedades fungicas del tomate en hidropónico. *Fitosanidad*, 2(1-2): 51-6, 1998.
- SÁENZ, M.; SANDOVAL, I.; MARTÍNEZ, M. L. Uso de la materia orgánica en semillero de tabaco como vehículo de *Trichoderma* spp. para el biocontrol de *Phytophthora nicotianae*. In: VII JORNADA CIENTÍFICA DEL INIFAT. *Resúmenes*. Cuba, La Habana, 1994. p. 72.
- SANDOVAL, I.; STEFANOVA, M.; LOPEZ, M. O.; NEYRA, M.; GARCIA, D. 1995. Utilización de un biopreparado de *Trichoderma* para el control de enfermedades en tomate y pimiento. In: EARTH CONFERENCE ON BIOMASS FOR ENERGY, DEVELOPMENT AND THE ENVIRONMENT. *Resúmenes*. Cuba, La Habana, p. 136-7.
- SANTANDER, C.; MONTEALEGRE, J. M.; HERRERA, R. Control biológico de *Rhizoctonia solani* en tomate en suelos previamente sometidos a solarización y bromuro de metilo. *Ciencia y Investigación Agraria*, 30: 107-12, 2003.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR (SICA). <http://www.sica.gov.ec/agro/insumos/plgregecd.htm>. Acessado em 16 de dezembro de 2003.
- STEFANOVA, M. Desarrollo, alcances y retos del biocontrol de fitopatógenos en Cuba. In: TALLER LATINOAMERICANO BIOCONTROL DE FITOPATÓGENOS CON *Trichoderma* Y OTROS ANTAGONISTAS. *Memorias*, Cuba, La Habana, 2006. p. 17-8.
- STEFANOVA, M.; SANDOVAL, I. Efectividad de biopreparados de *Trichoderma* spp. en el control de hongos fitopatógenos del suelo. In: *Boletín Técnico 2, CID-Inisav*. La Habana: Inisav, 1995. 22p.
- STEFANOVA, M.; SANDOVAL, I.; FERNÁNDEZ, A. Compatibilidad entre cepas de *Trichoderma* spp. y agentes biopesticidas, biofertilizantes y bioestimulantes. In: *Informe Técnico de Investigación — Inisav*. La Habana: Inisav, 1995. 8p.
- STEFANOVA, M. Biopreparados de *Trichoderma*: una forma de lucha efectiva contra patógenos fúngicos del suelo. *Agricultura Orgánica*, 2-3: 22-4, 1997.
- STEFANOVA, M.; LEIVA, A.; CORONADO, F.; LARRINAGA, L. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 16: 509-16, 1999.
- STEFANOVA, M.; SANDOVAL, I.; MARTÍNEZ, M. E.; HEREDIA, I.; ARIOSA, M. D.; ARÉVALO, R. Control de hongos fitopatógenos del suelo en semilleros de tabaco con *Trichoderma harzianum*. *Fitosanidad*, 8: 35-8, 2004.
- SUDO, S. Biocontrole de *Catacauma torrendiella* e *Coccostroma palmicola*, agentes causadores da lixa-preta no coqueiro. In: III REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS. *Anais*. Brasil, Piracicaba, 1986. p. 57-9.
- USDA. *Commercialized Biological-based Products in the Food and Agriculture Industries*, 2003. http://www.nal.usda.gov/bic/Misc_pubs/bioprod.html. Acessado em 15 de dezembro de 2003.

- VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Possibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em macieira. In: BETTIOL, W. (ed.). *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa-Cnpma, 1991. p. 303-5.
- WARWICK, D. R. N. Colonização de estromas de *Sphaerodothis acrocomiae*, agente causal da lixa-grande-do-coqueiro por *Acremonium persicinum*. *Fitopatologia Brasileira*, 26(2): 220, 2001.
- WOLCAN, S.; MÓNACO, C.; LORI, G. Selección de microorganismos biocontroladores de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en la Argentina. In: I CONGRESO ARGENTINO DE CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. *Acta de resúmenes*. Argentina, Buenos Aires, 1998. 32p.
- WOOD, A. *Compendium of pesticide common names*, 2003. <http://www.alanwood.net/pesticides/> Acessado em 15 de dezembro de 2003.
- WOODCOCK, J.; MOAZED, D.; CANNON, M.; DAVIES, J.; NOLLER, H. F. Interaction of antibiotics with A-and P-site-specific bases in 16S ribosomal RNA. *Embo Journal*, 10: 3099-103, 1991.
- WRIGHT, E. R.; ZAPATA, R. L.; RIVERA, M. C.; PALMUCCI, H. E.; BABBITT, S. B. Producción y manejo de agentes biocontroladores de hongos fitopatógenos del suelo. In: II TALLER DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE FITOPATOLOGIA. *Anais*. Argentina, Buenos Aires, 1997. p. 102.

Apêndice

São apresentados a seguir os principais sites eletrônicos disponíveis na Internet de instituições públicas e privadas envolvidas nas áreas de pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de produtos microbianos na América Latina.

Tabela 1. Centros de pesquisa, universidades e outros órgãos do governo dos países da América Latina.

Instituição	País	Site / e-mail
Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (Cepave)	Argentina	www.cepave.edu.ar
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (Inta)	Argentina	www.inta.gov.ar
Universidad de Buenos Aires	Argentina	www.uba.ar
Universidad Nacional de La Plata	Argentina	www.unlp.edu.ar
Universidad Nacional de Mar del Plata	Argentina	www.mdp.edu.ar
Universidad Nacional de Tucumán	Argentina	www.unt.edu.ar
Instituto Biológico de São Paulo	Brasil	www.biologico.sp.gov.br
Instituto Butantã	Brasil	www.butantan.gov.br
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Brasil	www.unicamp.br
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf)	Brasil	www.uenf.br
Universidade Federal do Paraná (Ufpr)	Brasil	www.ufpr.br
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac)	Brasil	www.ceplac.gov.br
Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Empaer)	Brasil	www.empaer.mt.gov.br
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (Pesagro)	Brasil	www.pesagro.rj.gov.br
Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA)	Brasil	www.ipa.br
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo (Esalq/USP)	Brasil	www.esalq.usp.br
Empresa Agropecuária de Santa Catarina (Epagri)	Brasil	www.epagri.rct-sc.br
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Brasil	www.embrapa.br
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)	Brasil	www.fiocruz.br
Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)	Brasil	www.iac.sp.gov.br
Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar)	Brasil	www.iapar.br
Instituto Biológico de São Paulo	Brasil	www.biologico.sp.gov.br
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)	Brasil	www.unisinos.br
Universidade Estadual Paulista (Unesp)	Brasil	www.unesp.br
Universidade Estadual de Londrina (UEL)	Brasil	www.uel.br
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)	Brasil	www.unioeste.br
Universidade Federal de Lavras (Ufla)	Brasil	www.ufla.br

(Continua...)

Tabela 1. Centros de pesquisa, universidades e outros órgãos do governo dos países da América Latina.

Instituição	País	Site / e-mail
Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes)	Brasil	www.ufes.br
Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe)	Brasil	www.ufpe.br
Universidade Federal de São Carlos (Ufscar)	Brasil	www.ufscar.br
Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)	Brasil	www.ufsc.br
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Brasil	www.ufv.br
Universidade de Brasília (UNB)	Brasil	www.unb.br
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Inia)	Chile	www.inia.cl
Universidad de los Andes	Colômbia	www.uniandes.edu.co
Universidad del Valle	Colômbia	www.univalle.edu.co
Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional (Ibun)	Colômbia	www.ibun.unal.edu.co
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	Colômbia	www.ica.gov.co
Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Inisav)	Cuba	www.inisav.cu
Instituto de Ecología y Sistemática (Ecosis)	Cuba	www.ecosis.cu
Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca)	Cuba	www.icidca.cu
Centro Nacional de Sanidad Agropecuária (Censa)	Cuba	www.censa.edu.cu
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav)	México	www.cinvestav.mx
Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (Cnrcb)	México	www.sagarpa.gob.mx/senasica/cnrcb.htm
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuárias (Inifap)	México	www.inifap.gob.mx
Universidad Autónoma de Nuevo Leon (Uanl)	México	www.uanl.mx
Universidad Nacional Autónoma do México (Unam)	México	www.unam.mx
Universidad de Guanajuato	México	www.ugto.mx
Universidad Nacional Agrária (UNA)	Nicarágua	www.una.edu.ni
Universidad Nacional de Asunción – Facultad de Ciencias Agrárias	Paraguai	www.agr.una.py
Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Peru	www.unmsm.edu.pe
Universidad Nacional de Cajamarca	Peru	www.unc.edu.pe
Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa)	Peru	www.senasa.gob.pe
Instituto Nacional de Investigación Agrária (Iniea)	Peru	www.iniea.gob.pe
Universidad Peruana Cayetano Heredia	Peru	www.upch.edu.pe
National Institute of Higher Education, Research and Technology	Trinidad y Tobago	www.niherst.gov.tt
Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca (Mgap)	Uruguai	www.mgap.gub.uy
Universidad de la Republica – Facultad de Agronomia (Fagro)	Uruguai	www.fagro.edu.uy
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Inia)	Venezuela	www.inia.gov.ve

Tabela 2. Empresas, indústrias, distribuidoras e outros órgãos da iniciativa privada dos países da América Latina.

Instituição	País	Site / e-mail
Agro Roca	Argentina	www.agrorocasa.com.ar
Comercial Química Massó S.A.	Argentina	www.massoagro.com
Magan Argentina S.A.	Argentina	www.magan.com.ar
Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec)	Brasil	www.coodetec.com.br
Itaforte BioProdutos – Itaforte Industrial de BioProdutos Agro-Florestais Ltda.	Brasil	www.itafortebioproductos.com.br
BioAgro Controle Biológico	Brasil	www.bioagro.com.br
Biocontrol – Sistema de Controle Biológico	Brasil	www.biocontrol.com.br
Biocontrole Métodos de Controle de Pragas Ltda.	Brasil	www.biocontrole.com.br
BioCana – Braz e Costa Produtos Biológicos Ltda.	Brasil	www.biocana.com.br
BioCerto	Brasil	www.biocerto.com.br
BioTech Controle Biológico Ltda.	Brasil	www.biotechbrasil.bio.br
Bthek Biotecnologia	Brasil	www.bthek.com.br
Empresa Caxiense de Controle Biológico Ltda.	Brasil	www.eccb.com.br
EcoSafe A.M.A. Ltda.	Brasil	www.ecosafe.agr.br
Probiom – Indústria e Comércio de Bioprodutos Ltda.	Brasil	www.probiom.com.br
Nitral Urbana	Brasil	www.nitralurbana.com.br
Swedish Match	Brasil	www.swedishmatch.com.br
Turfal Biotecnologia Agrícola	Brasil	www.turfal.agr.br
Agro-Connexion	Chile	www.connexion.cl
Bio-Insumos Nativa Ltda.	Chile	www.bionativa.cl
Probical	Chile	www.probical.cl
Agroquímicos Genéricos	Colômbia	www.agrogen.com.co
Agrobiológicos Safer	Colômbia	www.agrobiologicos safer.com
Hortitec Colombia S.A.	Colômbia	www.hortitec-colombia.com
Edafon – Fundación Agroecologica	Colômbia	www.controlbiologico.com
LST – Live Systems Technology S.A.	Colômbia	www.lstsa.com
Orius Biotecnologia	Colômbia	www.oriusbiotecnologia.com
Productos Biologicos Prekins Ltda.	Colômbia	www.perkinsltda.com.co
Proficol S.A.	Colômbia	www.proficol.com.co
Laverlam S.A.	Colômbia	www.laverlam.com.co
Laica / Dieca	Costa Rica	www.laica.co.cr
Labiofam S.A.	Cuba	labiofam@ceniai.inf.cu
Agrícola El Sol	Guatemala	www.agricolaelsol.com
Biotropic S.A. de CV	México	www.biotropic.com.mx
Certis L.L.C México	México	www.certis.com.mx
Agrobiológicos del Noroeste S.A. de C.V. (Agrobionsa)	México	agrobionsa@hotmail.com
Nicaragua Sugar States	Nicarágua	www.nicaraguasugar.com
UCA Miraflores	Nicarágua	miraflores@lbw.com.ni
Servicio Agrícola Gurdian S.A.	Nicarágua	sagsa@tmx.com.ni
Formunica	Nicarágua	www.formunica.com
Lage S.A.	Uruguai	www.lageycia.com

Tabela 3. Cooperativas e ONGs dos países da América Latina.

Instituição	País	Site / e-mail
Centro de Tecnologia Canaveira (CTC)	Brasil	www.ctc.com.br
Incubadora de Empresas Ciatec	Brasil	www.ciatec.org.br
Productividad Biosfera y Medio Ambiente (Probioma)	Bolívia	www.probioma.org.bo
Programa de Investigaciones de Papa (Proinpa)	Bolívia	www.proinpa.org
Bioplaguicidas	Costa Rica	www.bioplaguicidas.org
Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie)	Costa Rica	www.catie.ac.cr
Corporación Nacional para Investigaciones Biológicas (CIB)	Colômbia	www.cib.org.co
Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma)	Colômbia	www.cenipalma.org
Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia (Corpodib)	Colômbia	www.corpodib.com
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)	Colômbia	www.corpoica.org.co
Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat)	Colômbia	www.ciat.cgiar.org
Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)	Colômbia	www.cenicafe.org
Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	Colômbia	www.cafedecolombia.com
Sociedade Colombiana de Entomología (Socolen)	Colômbia	www.socolen.org.co
Centro de Control Biológico de Centroamérica de Zamorano	Honduras	www.zamorano.edu
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad)	internacional	www.cirad.org.br
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	internacional	www.iica.int
International Biocontrol Manufacturers Association (Ibma)	internacional	www.ibma.ch
Comité Estatal de Sanidad Vegetal (Cesaveg)	México	www.cesaveg.org.mx
Agrotécnica Murciana S.L.	Paraguai	www.agrotecnicamurciana.com
Centro Internacional de la Papa (CIP)	Peru	www.cipotato.org
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Inia)	Uruguai	www.inia.org.uy

