

SITUAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS NO BRASIL

Marcelo Augusto Boechat Morandi¹, Wagner Bettiol², Raquel Ghini³

INTRODUÇÃO

Na abordagem de controle biológico, doença é mais do que uma íntima interação do patógeno com 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 e Baker, 1983; Cook, 1985). Dentro dessa abordagem, o fator ambiente precisa ser considerado agindo sobre o patógeno, o hospedeiro e os demais organismos do sítio de infecção (Figura 1).

O controle biológico de doenças de plantas pode ser conceituado como sendo o controle de um microrganismo por meio de outro microrganismo. Entretanto, conceitos mais abrangentes são aceitos pelos fitopatologistas. Assim, para Cook e 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 explicam que atividades determinantes de doenças envolvem crescimento, infectividade, virulência,

¹Engº Agrº, D.Sc., Pesq. Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna - SP, mmorandi@cnpma.embrapa.br

² Engº Agrº, D.Sc., Pesq. Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna - SP, bettiol@cnpma.embrapa.br

³Engº Agrº, D.Sc., Pesq. Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna - SP, raquel@cnpma.embrapa.br

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 dentro das espécies patogênicas. Incluem ainda, a planta hospedeira manipulada geneticamente ou por práticas culturais, ou microrganismos, que conferem maior ou mais efetiva resistência contra o patógeno, e antagonistas dos patógenos, definidos como microrganismos que interferem na sobrevivência ou atividades determinantes de doenças causadas por patógenos. Nessa visão, o controle biológico pode ser acompanhado por práticas culturais para criar ambiente favorável aos antagonistas e à resistência da planta hospedeira ou ambas; o melhoramento da planta pode aumentar a resistência ao patógeno ou adequar o hospedeiro para as atividades dos antagonistas; inclui, ainda, a introdução em massa de antagonistas, linhagens não patogênicas ou outros organismos ou agentes benéficos.

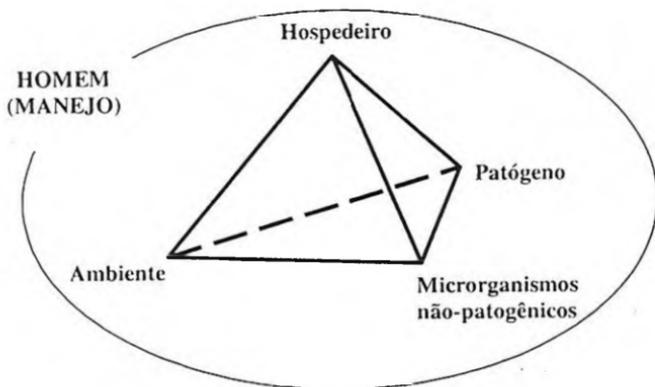


FIGURA 1 - O tetraedro de doença, destacando as interações entre o ambiente, o patógeno, os microrganismos não patogênicos presentes no sítio de infecção do hospedeiro. O homem, pelo manejo das condições de cultivo pode alterar as relações entre os fatores, favorecendo ou não a ocorrência das doenças.

Esse capítulo abordará apenas o controle biológico de doenças de plantas por meio de agentes microbianos e serão apresentados alguns casos de controle biológico que vêm sendo utilizados na prática pelos agricultores no Brasil.

PRINCIPAIS AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS UTILIZADOS NO BRASIL

Estirpes fracas de CTV para premunização contra a tristeza-dos-citros

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 perecimento 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 existe mais em nossas condições, pois combinações de citros em porta-enxerto de azeda não são mais utilizadas. Danos consideráveis, no entanto, são ainda ocasionados por isolados do vírus da tristeza que induzem sintomas conhecidos pelo nome de caneluras, que são 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 miúdos, 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, possibilitando que a mesma 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 da planta com uma estirpe fraca de um vírus que venha a oferecer proteção contra a estirpe forte, levando, dessa maneira, ao controle das manifestações severas da doença. Atualmente, praticamente todas as plantas de laranja 'Pera' 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 outras cultivares, o uso é restrito ou inexistente. O agente de controle biológico foi encontrado naturalmente em plantas que se sobressaíam em pomares da cultivar que se desejava premunizar. A multiplicação do agente é realizada pela perpetuação de plantas matrizes e lotes de borbulheiras premunizadas (Müller e 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% e é determinada por avaliações periódicas pelos órgãos de pesquisa.

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

Estirpes fracas do vírus do mosaico para premunização contra o mosaico da abobrinha

O mosaico da abobrinha, causado pelo vírus do mosaico do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W), é a virose mais comumente encontrada em plantios de abobrinhas de moita, 'Menina Brasileira' e abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto, no país. Esse vírus é transmitido de forma eficiente por numerosas 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 biológico do mosaico das abobrinhas tipo moita e 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 fracas 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. A maioria das plantas de abobrinha de moita premunizadas no estágio de folha cotiledonar e expostas no campo não apresenta sintomas severos da doença durante o período de 60-70 dias após a premunização. A produção das plantas premunizadas é bem superior à das não premunizadas e infectadas com o complexo normal do vírus. A qualidade das frutas das plantas premunizadas é semelhante à das plantas sadias (Rezende e Müller, 1995; Rezende e Pacheco, 1998; Rezende et al., 1999; Dias e Rezende, 2000).

A premunização consiste na inoculação da estirpe fraca do vírus nas mudas de abobrinha no estágio de folha cotiledonar. Para tanto, folhas de abobrinha previamente inoculadas com a estirpe fraca são maceradas. Esse material, acrescido de abrasivo, é inoculado nas plantas com auxílio de pistola de pintura. A técnica é utilizada comercialmente por diversos produtores das abobrinhas de moita e '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. Maiores informações podem ser obtidas com o Prof. Jorge A.M. Rezende, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP.

***Trichoderma* no controle de patógenos de solo e substrato**

Diversos produtos à base de *Trichoderma* têm sido 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 substrato contendo esporos e micélio do fungo) após a desinfestação ou esterilização do substrato e alguns dias antes da semeadura ou transplantio. A produção do antagonista é realizada em grãos de arroz. Após a transferência do inóculo para o arroz, são necessários 30 dias para a obtenção do produto final, passando pelas fases de incubação, secagem e empacotamento.

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. Esses fungos 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. A utilização do produto é simples. No sistema *float*, o produto é misturado ao substrato na proporção de 100 g do produto para 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 dissolvido na água e aplicado no canteiro após a semeadura. Uma aplicação, tanto no substrato, quanto nos canteiros, sempre na semeadura, é suficiente para o controle efetivo 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 produtores e consumidores. O uso da prática possibilitou a substituição do brometo de metila, contribuindo para a proteção do ambiente. Alguns produtos à base de *Trichoderma*, ainda em processo de registro, como o Trichodermil PM (Itaforte BioProdutos) e o Agrotrich PM (Agri Haus do Brasil) são comercializados com essa finalidade.

Além da incorporação em substrato, o fungo *Trichoderma* é utilizado

no tratamento de sementes e na irrigaco via pivô em grandes culturas na região central do país. As doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium 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 reduzirem a produtividade, muitas vezes inviabilizam totalmente a área para agricultura. Para eles, o controle por meio de fungicidas tem eficiência baixa. O bioagente  aplicado via tratamento de semente, no plantio, e também pela água de irrigaco nos pivôs centrais, com dose em torno de 20 a 30 kg/ha de *Trichoderma*. O custo do controle biológico nessa situaco  de aproximadamente um terço do controle com fungicidas (Bernardo, E.; Eng^o Agr^o, Barreiras - BA, comunicaco pessoal). Empresas privadas também comercializam o fungo *Trichoderma* para uso nesse sistema.

O tratamento em covas ou sulcos de plantio com o antagonista também vem sendo realizado em diversas culturas. Um exemplo  o uso de *Trichoderma viride* no cultivo da maçã no sul do Brasil. O fungo *Phytophthora cactorum* causa podridão das raízes da macieira. No replantio, utiliza-se tradicionalmente o brometo de metila para a desinfestaco das covas, que pode ser substituído 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 antagonnico a *P. cactorum*. O agente de controle biológico utilizado foi obtido de raízes de macieiras com podridões, na região de Vacaria, RS. O *Trichoderma*  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 aplicacão, a área tratada deve ser umedecida com 2 L de água para melhorar a colonizaco do substrato. O replantio deve ser realizado 7-10 dias após a aplicacão do *Trichoderma* (Valdebenito-Sanhueza, 1991). A eficiência do produto, utilizado nos pomares de maçã nos estados

do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, é semelhante à obtida com o uso de brometo de metila. Maiores informações podem ser obtidas com a Dra. Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Embrapa Uva e Vinho.

Antagonistas e manejo para controle da vassoura-de-bruxa do cacauero

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 do mesmo calendário, podendo haver 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 cacaueros, procurando seguir as recomendações da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC, 1995).

Outra recomendação básica é o rebaixamento e a adequação de copa, com a finalidade de obter controle rápido e eficiente da doença e promover aumento da produção individual das plantas. As práticas de rebaixamento e adequação de copa devem ser realizadas em todas as plantas, independente da doença. O rebaixamento elimina a dominância de uma planta sobre 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 (CEPLAC, 1995). Essas práticas são associadas ao controle biológico. Para tanto, recomenda-se a pulverização do fungo antagonista *Trichoderma stromaticum* (linhagem TVC), formulado em arroz pela CEPLAC/CEPEC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisa do Cacau) 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 é potencialmente seguro para organismos não-alvo.

O antagonista deve ser utilizado por ocasião da poda fitossanitária. É recomendada a aplicação tanto na copa, como nas vassouras secas e restos de cultura ao redor da planta. O *Trichoderma* parasita os basidiomas de *Crinipellis pernicioso* e reduz o potencial de reprodução do patógeno (Bezerra, J.L.; Pesq. CEPLAC, Ilhéus - BA, comunicação pessoal).

As práticas recomendadas para o controle cultural da vassoura-de-bruxa, além de serem fundamentais para a sobrevivência dos cacauzeiros infectados, determinarão aumento de produção das árvores e conseqüente elevação de produtividade das plantações. A combinação da poda fitossanitária com o controle biológico é uma técnica de fácil utilização, mas sua viabilidade depende do preço do produto, pois exige maior dispêndio com mão-de-obra.

***Hansfordia pulvinata* para o biocontrole do mal-das-folhas da seringueira**

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 (*Microcyclus ulei*). Dentre as técnicas alternativas desenvolvidas e testadas pela pesquisa e passíveis de serem utilizadas no controle dessa doença, destacam-se:

a) controle integrado com a associação entre controle biológico (fungo *Hansfordia pulvinata* = *Dycima pulvinata*) e controle cultural (cultivos intercalares com espécies florestais, frutíferas ou palmeiras de copas altas ou com a enxertia-de-copa);

b) controle integrado por meio da associação entre controle biológico (*H. pulvinata*) e resistência genética (cultivos policlonais geneticamente heterogêneos) (Junqueira e Gasparotto, 1991).

O agente de controle biológico *H. pulvinata* foi isolado de estromas

(fase ascógena do *M. ulei*) na Amazônia. Para utilização prática, o agente é multiplicado em arroz e aplicado com equipamentos tratorizados, veiculado em água. A aplicação se dá em seringueiras com a doença na fase de estroma ou conídio. Utiliza-se 3 kg/15 L de água de inóculo do fungo, que é suficiente para tratar um hectare. A melhor época de aplicação é de dezembro a março, uma vez por ano. Esse antagonista pode ser misturado com *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioides*, entomopatógenos usados para o controle do percevejo-de-renda e do ácaro, respectivamente. Dessa forma, obtém-se o controle biológico dos três problemas simultaneamente (Junqueira, N.; Pesq. Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, comunicação pessoal).

As avaliações de eficiência foram acompanhadas no campo, por cinco anos (1985 a 1989), no município de Manaus (AM), e vêm sendo acompanhadas no município de Uma, sul da Bahia. O uso simultâneo dos agentes de biocontrole *H. pulvinata*, *S. insectorum* e *H. verticillioides* vem sendo adotado por haveicultores de São José do Rio Claro, MT, onde a Prefeitura mantém um laboratório para a produção de um formulado. Entretanto, não existem informações sobre o produto pela pesquisa oficial.

***Acremonium* para o biocontrole da lixa do coqueiro**

As lixas pequena (*Phyllachora torrendiella* = *Catacauma torrendiella*) e grande (*Sphaerodothis acrocomiae* = *Cocostroma palmicola*) do coqueiro só existem no Brasil, onde todas as variedades e híbridos cultivados são suscetíveis em diferentes graus. Essas doenças ocorrem de forma generalizada, desde o 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.

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, 1986). A produção massal desse bioagente é realizada em arroz. O produto é comercializado na forma granulada e a sua disponibilidade no mercado depende da época do ano. Em algumas épocas, o produto é encontrado para pronta entrega; em outros casos, deve ser encomendado aos laboratórios das Empresas Estaduais de Pesquisa. Maiores informações podem ser obtidas com o Dr. Vanildo A.L.B. Cavalcanti, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária.

O micoparasita pode se aplicado por meio de pulverizações com equipamento mecanizado ou helicóptero, dependendo da extensão da área a ser tratada. A época recomendada é no início da estação seca, com frequência anual. Entretanto, se o antagonista se instalar 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, a autora não obteve sucesso no parasitismo dos estromas quando o antagonista foi aplicado em período seco ou no período 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.

***Clonostachys rosea* (*Gliocladium roseum*) para o controle de *Botrytis* em morangueiro e ornamentais**

O fungo *Botrytis cinerea* causa podridão de frutos, morte de flores e folhas em culturas de morango e plantas ornamentais em cultivo protegido. O controle biológico é realizado com *Clonostachys rosea*. 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. 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, com aplicação realizada com pulverizador costal ou motorizado. A época adequada para a aplicação é desde o início da floração até a colheita, em intervalos semanais. A concentração recomendada é de 10^6 a 10^7 conídios ou partículas/mL em mistura com espalhante adesivo a 0,01%. A eficiência do produto é semelhante ou levemente superior à dos fungicidas (Sutton et al., 1997). Dessa forma, permite suprimir o uso de fungicidas nos frutos para consumo. A técnica ainda é restrita para áreas pequenas e principalmente a produtores da região de Bento Gonçalves, RS e em Serra Negra, SP, onde o agente de biocontrole é usado em conjunto com a liberação de ácaros predadores do gênero *Phytoseiulus*, para o controle de ácaros fitófagos, obtendo-se assim o controle biológico dos dois principais problemas fitossanitários do morango dessas regiões. Produtores de lírios e outras ornamentais na região de Holambra, SP, têm utilizado o agente de biocontrole com sucesso. Sua produção está sendo transferida dos laboratórios da Embrapa para particulares, visando ao seu aumento. Estudos sobre a produção massal e formulação do agente têm sido conduzidos também na Embrapa Meio Ambiente (Jaguariúna, SP) e na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, MG), visando ao seu uso no controle de *Botrytis* em plantas ornamentais. Maiores informações podem ser obtidas com a Dra. Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Embrapa Uva e Vinho e com o Dr. Marcelo A. B. Morandi, na Embrapa Meio Ambiente.

SITUAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS NO BRASIL

Apesar da crescente demanda da sociedade por produtos livres de resíduos de agrotóxicos e com menores impactos sobre os recursos naturais, ainda é pequeno o uso de agentes de controle biológico de doenças de plantas no Brasil, com poucos produtos comerciais (Quadro 1) e apenas parte deles

devidamente registrada. A seguir são listados alguns aspectos que justificam esse fato.

a) existe uma experiência de resultados inconsistentes no campo, o que tem gerado perda de credibilidade em sua ação;

b) a ação, muitas vezes, lenta dos microrganismos gera desconfiança por parte de agricultores quanto a sua efetividade;

c) os microrganismos, em geral, são pouco estáveis em condições de armazenamento e de campo. Dessa forma, a vida útil do produto é reduzida;

d) a utilização dos organismos exige, muitas vezes, cuidados especiais para o seu adequado manejo;

e) o manejo inadequado de agrotóxicos, os quais interferem na eficiência dos agentes de biocontrole;

f) 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 são necessários para sua adoção de forma segura e controlada;

g) 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. Para maior adoção de produtos biológicos no controle de doenças de plantas, há a necessidade da intensificação no desenvolvimento de trabalhos de pesquisas direcionados às diversas etapas para a obtenção dos produtos;

h) 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 desenvolvidos no Brasil é realizada, em geral, com baixo nível tecnológico, pois a infra-estrutura para o desenvolvimento dos agentes de biocontrole é deficitária;

i) a maioria dos produtos não é submetida a estudos rigorosos de pré-formulação, formulação, controle de qualidade e eficiência em diversos

patossistemas e condições climáticas;

j) a difusão dos conceitos e princípios envolvidos no controle biológico é deficiente. A maioria dos cursos de Engenharia Agrônômica, Engenharia Florestal e Biologia não têm programas curriculares aplicados para o desenvolvimento e utilização de controle biológico;

k) não existem campanhas dirigidas para agricultores e técnicos, bem como órgãos de fomento agrícola, para promover o controle biológico de doenças de plantas. Assim, há falta de conhecimento generalizada por parte de extensionistas sobre a luta biológica e sobre os métodos alternativos para o controle de doenças de plantas;

l) como a assistência técnica oficial está relativamente desestruturada, a indústria de agrotóxicos tem tido papel importante na assistência técnica aos produtores, o que dificulta a mudança de conceitos e a adoção do controle biológico por parte de agricultores que seguem as práticas preconizadas pela agricultura moderna, dando continuidade à cultura do uso de agrotóxicos;

m) não se tem criado consciência dos consumidores sobre os problemas de saúde pública e meio ambiente causados pelo uso intensivo de agrotóxicos e sobre as vantagens apresentadas pelo controle biológico;

n) não existem programas específicos para o financiamento de pesquisa que permitam o desenvolvimento e a produção em larga escala dos produtos biológicos;

o) a especificidade, uma das principais características dos produtos para controle biológico, é fator que dificulta o investimento no seu desenvolvimento. Como normalmente um agente de controle biológico só é eficiente para um ou poucos patossistemas, o custo para desenvolvimento e registro é proibitivo. Esse fator faz com que o produto final apresente custo elevado para os produtores;

p) não existem incentivos tributários para a produção e o uso de agentes de controle biológico;

q) não existe fiscalização adequada que penalize o uso indiscriminado

e exagerado de agrotóxicos;

r) há necessidade de capacitar os pesquisadores em tecnologias relacionadas com o controle biológico para formar massa crítica com capacidade de definir as prioridades e executar as ações necessárias;

s) falta integração entre os pesquisadores para realizar o desenvolvimento dos agentes de biocontrole de forma multidisciplinar;

t) há desconfiança por parte do agricultor, sempre acompanhada pelo temor e resistência às mudanças;

u) não existe promoção adequada do controle biológico, nem legislação que fomente a sua utilização. Há necessidade de se flexibilizar as exigências para registro de produtos com essa característica.

QUADRO I - Levantamento parcial dos produtos para controle biológico de doenças de plantas comercializados no Brasil

Produto	Formulação	Agente de biocontrole	Doenças/patógenos visados	Preço (R\$/kg ou l.)	Empresa
Biotrich	Grânulos secos (quierea de arroz)	<i>Trichoderma</i> sp. (4 estirpes)	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Rosefinia</i>	-	Biotrich, Venâncio Aires - RS
Agrotich PM	Pó molhável	<i>Trichoderma</i> sp.	Patógenos de solo	-	Agri Haus do Brasil Ind. Com. Prod. Biopreparados Ltda., Santa Cruz do Sul - RS
Trichodermit PM/SO	Pó molhável/Solução oleosa	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Rhizoctonia</i>	25,00	Itafone Industrial de Bioprodutos Agroflorestais Ltda., Itapetininga - SP (15) 3271-2971
Tricovab	Grãos de arroz	<i>Trichoderma stramineum</i>	<i>Crinipellis perniciosa</i>	10,00	CEPEC/CEPLAC, Itabuna - BA (73) 214-3279; 214-3200; 214-3204
<i>Hausfordia pulvinata</i>	-	<i>Hausfordia pulvinata</i>	<i>Microcyclus ulei</i>	-	Prefeitura de São José do Rio Claro
Controlbio 2001 CE	Concentrado emulsionável	<i>Trichoderma</i> sp.	Promotor de crescimento e desenvolvimento de plantas	-	Empresa Caxiense de Controle Biológico Ltda., Caxias do Sul - RS (54) 218-2199; 218-2178; 218-2300
Ecotrich	Pó molhável	<i>Trichoderma</i> sp.	Fungos de solo	34,00	Beltrame Agrícola, Caxias do Sul - RS (54) 211-2878; (11) 4418-2821; (15) 3344-2427
<i>Trichoderma</i> sp.	Milheto	<i>Trichoderma</i> sp.	Patógenos de solo	12,00	JCO Fertilizantes, Barreiras - BA (77) 612-0101
<i>Clonostachys rosea</i>	Milheto	<i>Clonostachys rosea</i>	-	12,00	-
<i>Bacillus subtilis</i>	Suspensão	<i>Bacillus subtilis</i>	-	5,00	-
Trichonat CE	Concentrado emulsionável	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Botrytis</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Colletotrichum</i>	12,85 (100 ml.)	Natural Rural
Trichonat EF	Emulsão	-	<i>Armillaria</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Crinipellis</i> e fungos de solo	18,40	www.naturalrural.com.br
Trichonat PM	Pó molhável	-	Lixas do coqueiro	29,90	-
<i>Dyrina pulvinata</i>	Quierea de arroz	<i>Dyrina pulvinata</i>	-	6,00	E.A.F. - Estação de Avisos Piteossantários Dr. Milton Correa da Cruz, São José do Rio Claro - MT 666 386-1382

PRODUTOS BIOLÓGICOS: ADOÇÃO FUTURA

Apesar do enfoque ecológico expresso na legislação ambiental, a política agrícola nacional ainda se encontra incipiente no que se refere à expansão de práticas agrícolas alternativas e ecologicamente sustentáveis. Não obstante a existência de um acervo de contribuições técnico-científicas em controle biológico de pragas e fitopatógenos, técnicas de rotação de culturas, utilização de restos de colheitas, melhoramento genético de variedades, policultivo, controle físico de pragas e fitopatógenos, utilização de produtos naturais e controle cultural de doenças, entre outros, as iniciativas governamentais para o incentivo ao uso dessas práticas são ainda restritas (Campanhola e Bettioli, 2003). O aumento do uso de técnicas alternativas depende de política pública voltada para o setor, como foi o caso dos agrotóxicos que fizeram parte de um conjunto de tecnologias associadas ao processo de modernização da agricultura brasileira a partir da década de 1960. A importância da política pública pode ser avaliada pela evolução do consumo de agrotóxicos que aumentou de 16 mil t em 1964 para 60,2 mil t em 1991, enquanto a área ocupada com lavouras agrícolas expandiu de 28,4 para 50 milhões de ha, no mesmo período. Isso significa aumento de 276,2% no consumo de agrotóxicos e aumento comparado de 76% em área. Essa informação evidencia os efeitos da política de modernização da agricultura introduzida no país nos anos 60, levando o Brasil a ocupar o quarto maior mercado mundial de agrotóxicos. Apesar do aumento no emprego desses produtos, as perdas atribuídas a pragas e doenças não sofreram reduções drásticas, enquanto os ganhos de produtividade foram relativamente restritos. Por outro lado, problemas de contaminação de alimentos, do ambiente, e casos de intoxicação de agricultores, principalmente dos pequenos, aumentaram significativamente (Campanhola et al., 1998).

A utilização de agentes de controle biológico deve estar diretamente relacionada com o manejo integrado de pragas (MIP). As pesquisas realizadas com o objetivo de introduzir a prática do MIP no país iniciaram-se na década

de 70. Muitos resultados concretos e promissores foram obtidos, mas não se pode dizer que o MIP seja prática amplamente utilizada pelos agricultores. Mesmo em casos de sucesso, para um mesmo cultivo, algumas práticas alternativas aos agrotóxicos são adotadas no controle de algumas pragas e doenças, mas não de outras. Na maioria das situações, não há a verdadeira integração dos diferentes métodos de controle de pragas e doenças, como preconizam os princípios do MIP, mas sim o controle utilizando apenas diferentes agrotóxicos (Campanhola e Bettiol, 2003).

Vários fatores contribuem para a adoção limitada do MIP, destacando-se três deles e mantendo a mesma relação com a não adoção de métodos alternativos. O primeiro refere-se à cultura dos agricultores, que utilizam quase que exclusivamente agrotóxicos no controle das pragas e doenças de plantas, devido à facilidade de uso e à eficiência imediata desses produtos químicos, associadas ao sistema público de assistência técnica e extensão rural pouco eficiente na divulgação e implementação do MIP. O segundo fator é que a própria formação dos técnicos da assistência técnica e extensão rural é predominantemente voltada à recomendação de agrotóxicos para a solução dos problemas fitossanitários sem se preocupar com as causas que possam estar contribuindo para a ocorrência de pragas e doenças nas culturas, e sem buscar conhecimento das alternativas existentes. O terceiro fator refere-se à indústria de agrotóxicos, que tem um papel importante na assistência técnica aos produtores que adotaram as práticas preconizadas pela agricultura moderna. Os seus técnicos fazem visitas programadas aos agricultores para a oferta e venda de agrotóxicos, quando então lhes prestam toda a assistência técnica que necessitam. Esse vínculo estreito tem, de certo modo, favorecido a continuidade da “cultura” do uso de agrotóxicos pelos agricultores, pois a recomendação básica é a integração de produtos e não de métodos (Campanhola e Bettiol, 2003).

Com a pressão de grupos organizados contra o uso de agrotóxicos na agricultura, mais forte na década de 80, as indústrias de agrotóxicos se

organizaram para oferecer cursos de MIP e de uso adequado de agrotóxicos. Esses cursos visam atender principalmente técnicos do serviço de extensão, que repassam aos agricultores as informações recebidas. Na programação desses cursos, atuam como palestrantes tanto técnicos do setor privado como pesquisadores de universidades públicas e de institutos de pesquisa oficiais. Porém, as táticas e práticas recomendadas nunca vão na direção da substituição dos agrotóxicos, mas no seu uso adequado, respeitando os limites de dano econômico das pragas e a integração desses produtos (Campanhola e Bettiol, 2003). Dessa forma, há necessidade de se estabelecer formas eficientes para que o conhecimento sobre as técnicas alternativas seja socializado e passe a ser utilizado pelos agricultores.

Uma considerável parcela de responsabilidade para a pequena adoção de técnicas alternativas para o controle de problemas fitossanitários está associada às instituições de pesquisas e aos órgãos de fomento. Em levantamento realizado nos artigos publicados nas duas revistas brasileiras da área de fitopatologia, observa-se que o controle alternativo (biológico, físico e cultural) responde por apenas 5% e 9% dos artigos da “Fitopatologia Brasileira” (27 volumes) e da “Summa Phytopathologica” (28 volumes), respectivamente. Esses dados refletem a ainda pequena proporção de fitopatologistas dedicados ao controle alternativo no Brasil. É preciso aumentar esse contingente, para que a fitopatologia possa dar maior contribuição à sustentabilidade ambiental e social da agricultura brasileira.

A ampliação da adoção do controle biológico e de outros métodos alternativos na agricultura para o controle dos problemas fitossanitários vêm recebendo a colaboração marcante de um movimento crescente nos últimos anos, que é o da agricultura orgânica e de suas variantes, como agricultura biodinâmica, agricultura natural, agricultura alternativa, agricultura sustentável e agricultura ambiental. Esse movimento é liderado por várias ONGs nacionais e internacionais que se preocupam com a conservação do meio ambiente e com a produção de alimentos sadios e nutricionalmente equilibrados. Essa

tem sido a tendência em muitos outros países do mundo. O mercado mundial de produtos orgânicos, em 1999, foi estimado em US\$ 23,5 bilhões, contra cerca de US\$ 10 bilhões em 1997, o que significa aumento de 135% no período 1997-1999 (Anuário, 2001). Como o mercado mundial de alimentos  estimado em US\$ 500 bilhões por ano, os produtos orgânicos já representam cerca de 5% do mercado (Campanhola e Bettiol, 2003). Esses novos modelos de agricultura colaboram para a racionalizao do uso de agrotóxicos e atendem às exigências da produo de alimentos saudáveis e com qualidade ambiental.

Como conseqncia do aumento da demanda por produtos biológicos para suprir a crescente produo de alimentos orgânicos e ecológicos, tem-se verificado outro movimento: o surgimento de grande número de pequenas empresas desenvolvendo esforços para colocar agentes de controle biológico no mercado. Se, por um lado, essa multiplicaco de "produtos biológicos" sem validao científica e de qualidade às vezes duvidosa gera o problema de credibilidade para o controle biológico, por outro gera a oportunidade de integrao da pesquisa com as empresas e o mercado. Tem sido freqüente a visita de pequenos empresários em busca de parcerias e contratos para o desenvolvimento e testes de seus produtos junto às instituies de pesquisa e Universidades. Já há iniciativas neste sentido, fomentadas por programas como o PIPE (Programa de Inovao Tecnológica em Pequenas Empresas) da Fundao de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e outros do SEBRAE, FINEP e outras fontes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Guerd W. Müller, do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP; ao Dr. Shinobo Sudo (*in memorian*), da Souza Cruz S.A., Rio de Janeiro, RJ;  Dra. Rosa M. Valdebenito-Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho; ao Dr. Nilton T.V. Junqueira, da Embrapa Cerrados; e ao Dr. Vanildo A.L.B. Cavalcanti, da Empresa

Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, pelas informações sobre o controle biológico de doenças no Brasil. W. Bettiol e R. Ghini são bolsistas do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO. Informações estatísticas da agricultura. 2000. Série Técnica Apta 12 (1), 2001.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279p.
- CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, G.S.; BETTIOL, W. Evolução, situação atual, projeção e perspectiva de sucesso de um Programa de Racionalização do Uso de Agrotóxicos no Brasil. In: RODRIGUES, G.S. Racionalización Del uso de pesticidas em el Cono Sur. Montevideo: PROCISUR, 1998. p.43-49. (IICA - PROCISUR. Diálogo, 50).
- CASTRO, V.; JONSSON, C.; MELO, I.; NUNES, F. Avaliação de risco ecotoxicológico de *Trichoderma stromaticum* usado como biopesticida. Ecotoxicol. Environm. Rest. 4:18-24, 2001.
- CEPLAC. Manual de recomendações para o controle da vassoura-de-bruxa. Itabuna: CEPLAC, 1995. 16p.
- COOK, R.J. Biological control of the pathogens: Theory to application. Phytopathology 75:25-29, 1985.
- COOK, R.J.; BAKER, K.F. The nature and practice of biological control of plant pathogens. St. Paul: APS, 1983. 539p.
- COSTA, LA.S.; MÜLLER, G.W. Tristeza control by cross protection: a U.S. - Brazil Cooperative Success. Plant Dis. 64:538-541, 1980.
- 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 Phytopathol. 26:390-398, 2000.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; GASPAROTTO, L. Controle biológico de fungos estromáticos causadores de doenças foliares em seringueira. In: BETTIOL, W. (Ed.). Controle

- biológico de doenas de plantas. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1991. p.307-331.
- MÜLLER, G.W.; COSTA, A.S. Premunizao de plantas cítricas In: BETTIOL, W. (Ed.). Controle biológico de doenas de plantas. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1991. p.285-293.
- REZENDE, J.A.M.; MÜLLER, G.W. Mecanismos de proteo entre vírus e controle de viroses de vegetais por premunizao. Rev. An. Patol. Pl. 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 Dis. 82:171-175, 1998.
- REZENDE, J.A.M.; PACHECO, D.A.; IEMMA, A.F. Efeitos da premunizao da abóbora 'Menina Brasileira' com estirpes fracas do vírus do mosaico do mamoeiro-estirpe melancia. Pesq. Agropec. Bras. 34:1481-1489, 1999.
- SASAKI, T.; HONDA, Y.; UMEKAWA, M.; NEMOTO, M. Control of certain diseases of greenhouse vegetables with ultraviolet-absorbing vinyl film. Plant Dis. 69:530-533, 1985.
- SUDO, S. Biocontrole de *Catacauma torrendiella* e *Coccostroma palmicola*, agentes causadores da lixa preta no coqueiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENAS DE PLANTAS, 3, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, 1986. p.57-59.
- SUTTON, J.C.; LI, DE-W.; PENG, G.; YU, H.; ZHANG P.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. *Gliocladium roseum*: A versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. Plant Dis. 81:316-328, 1997.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Possibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em macieira. In: BETTIOL, W. (Ed.). Controle biológico de doenas de plantas. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1991. p.303-305, 1991.
- WARWICK, D.R.N. Colonizao de estromas de *Sphaerodothis acrocomiae* agente causal da lixa grande do coqueiro por *Acremonium persicinum*. Fitopatol. Bras. 26:220, 2001.