

PERSPECTIVAS DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

Wagner Bettiol

Introdução

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com agrotóxicos vem alterando o cenário agrícola. Nos últimos anos surgiram segmentos de mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de agrotóxicos, como os portadores de selos que garantem que esses produtos foram utilizados adequadamente.

Essas pressões têm levado ao desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de agrotóxicos. O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (Bird et al., 1990). Esse enfoque altera as prioridades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas (Bettiol & Ghini, 2002).

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas alternativos buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre pragas e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao contrário do uso de métodos químicos. O objetivo é aumentar e sustentar as interações biológicas nas quais a produção agrícola está baseada, ao invés de reduzir e simplificar essas interações (National Research Council, 1989).

Um dos principais problemas da agricultura sustentável refere-se ao controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Diversas técnicas utilizadas para minimizar os danos ocasionados por esses problemas fitossanitários contaminam o ambiente ou causam alterações que comprometem a sustentabilidade do agroecossistema (Bettiol & Ghini, 2002).

Produtos alternativos disponíveis no mercado brasileiro

Antes das atuais facilidades para aquisição de agrotóxicos para o controle dos problemas fitossanitários, os agricultores utilizavam produtos obtidos nas proximidades de suas propriedades, ou mesmo, apenas dentro delas. Com a popularização do uso dos agrotóxicos, aqueles produtos foram

quase que totalmente abandonados e, hoje, muitos deles são chamados de alternativos. Devido à conscientização dos problemas causados pelos agrotóxicos para o ambiente, a sociedade vem exigindo a redução de seu uso, de forma que a pesquisa vem testando os mais diversos produtos, muitos deles já utilizados pelos agricultores em décadas passadas.

Um termo utilizado para designar um produto com potencial fungicida, mas que exibe baixa toxicidade ao ambiente e aos mamíferos é “fungicida biocompatível”. Entretanto, é um termo pouco utilizado no Brasil, sendo nesse contexto preferido o termo “produto alternativo”, no sentido de ser alternativo aos fungicidas.

A seguir são apresentadas informações básicas sobre alguns produtos alternativos facilmente produzidos ou obtidos no mercado brasileiro. Detalhes dessas e outras técnicas podem ser obtidos em Bettiol (2002); Bettiol & Ghini (2002) e Campanhola & Bettiol (2002).

Estirpes fracas 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 depercimento 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 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 foi a utilização de porta-enxertos tolerantes ao vírus, que permitiram 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 de uma planta com uma estirpe fraca de um vírus que venha a oferecer proteção contra a estirpe forte, desta maneira levando a um 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 premunizadas e lotes de borbulheiras premunizadas (Müller & Santos, 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. De modo geral, a eficiência da técnica gira em torno de 90%, e é determinada por avaliações periódicas pelos órgãos de pesquisa.

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

Estirpes fracas 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 e '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 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 alternativo 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, sendo que: 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 um 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; e 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).

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 um 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.

***Trichoderma* para o controle do tombamento em fumo**

O tombamento em fumo é causado por diferentes fungos de solo: *Pythium*, *Sclerotinia* e *Rhizoctonia*. O controle vem sendo realizado com a desinfestação dos canteiros com brometo de metila 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. No sistema de "float" 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, entretanto, podem ser controlados com produtos biológicos. Assim, foi desenvolvido um produto à base de *Trichoderma*, fungo que atua por parasitismo no controle dos principais fungos causadores de doenças nas mudas. Um isolado de *Trichoderma harzianum* que é eficiente nesse controle pertence à coleção da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

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.

A utilização do produto é bastante simples. No sistema “float” o produto é misturado ao substrato na proporção de 100 g/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 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 grande contribuição para a proteção do ambiente.

Trichoderma viride para o controle da podridão das raízes da macieira

O fungo *Phytophthora cactorum* causa podridão das raízes da macieira, sendo que, no replantio, utiliza-se 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 *Trichoderma viride*, organismo altamente competitivo no solo e antagônico a *Phytophthora cactorum*. O agente de controle biológico utilizado foi obtido de raízes de macieiras com podridões, 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 litros/cova), imediatamente abaixo da superfície do solo. Após a aplicação a área tratada deve ser umedecida com 2 litros 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.

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

O fungo *Microcyclus ulei*, agente causal do mal-das-folhas da seringueira, tem como forma convencional de controle o plantio em áreas de escape, ou seja, naquelas regiões onde as condições climáticas são desfavoráveis ao desenvolvimento epidêmico da doença. Essa forma de controle é denominada de evasão. Por outro lado, nas regiões úmidas, como Amazônia e litoral sul da Bahia e São Paulo, não há outra forma convencional de controle, pois o controle químico é inviável economicamente e a enxertia-de-copa, uma forma de controle cultural, ainda está em estudo.

Nas regiões úmidas ainda não se utilizam técnicas alternativas devido ao fato de não haver mais incentivos para o cultivo da seringueira nessas regiões. No entanto, acredita-se que em breve essas regiões terão incentivos para a heveicultura, por se tratar de uma atividade agrícola bem relacionada com a conservação do ambiente e com a fixação do homem do campo.

Dessa forma, técnicas alternativas, desenvolvidas e testadas pela pesquisa terão que ser utilizadas como única forma de se controlar o mal-das-folhas. Essas técnicas são as seguintes: 1. controle integrado do mal-das-folhas 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); 2. controle integrado através da associação entre controle biológico (*Hansfordia pulvinata*) e resistência genética (cultivos policlonais geneticamente heterogêneos) (Junqueira & Gasparotto, 1991).

O agente de controle biológico *Hansfordia pulvinata* foi isolado de estromas (fase ascógena do *Microcyclus ulei*) na Amazônia. Para utilização prática o agente é multiplicado em arroz, estando disponível em diversos laboratórios.

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 de inóculo do fungo para cada 15 litros de água, o suficiente para tratar um ha. 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 que são usados para controle da mosca-de-renda e do ácaro, respectivamente. Dessa forma, obtém-se o controle biológico dos três problemas simultaneamente (Junqueira, comunicação pessoal).

As avaliações de eficiência foram acompanhadas em condições de campo, por um período de cinco anos, no município de Manaus, MA (1985 a 1989) e vem sendo acompanhada, também no sul da Bahia, município de Una, BA. O uso simultâneo dos agentes de biocontrole (*Hansfordia pulvinata*, *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioides*), vem sendo adotado por heveicultores de S. José do Rio Claro, MT.

Acremonium para o biocontrole da lixa do coqueiro

As lixas 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 é 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.

O micoparasita pode se aplicado por meio de pulverizações em 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 3,0 kg/ha, em média, para 100 plantas. A eficiência é superior a 65%.

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

Gliocladium roseum para o controle de *Botrytis* no morangueiro

O fungo *Botrytis 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 *Gliocladium roseum*, usando um isolado obtido junto à Universidade de Guelph, Canadá. O antagonista é multiplicado tanto

em fermentação líquida, como em semi-sólida e sólida. O produto aplicado consiste basicamente de esporos ou micélios secos do bioagente, sendo sua aplicação realizada com pulverizador costal manual 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 conídios ou propágulos/mL em mistura com espalhante adesivo a 0,01%.

A técnica ainda é restrita à pequenas áreas e principalmente a produtores da região de Bento Gonçalves, RS. Entretanto, a sua produção está sendo transferida dos laboratórios da Embrapa para laboratório particular, visando o seu aumento.

A eficiência do produto é semelhante ou levemente superior à dos fungicidas. Dessa forma, permite suprimir o uso de fungicidas em frutos para consumo.

Trichoderma para o controle de diversos fungos fitopatogênicos habitantes do solo em cultivo irrigado

As doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium 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. O controle desses patógenos por meio de fungicidas tem uma eficiência baixa.

Devido à dificuldade em se obter agentes de controle biológico em grande escala para essas áreas, um grupo de dez produtores de feijão, algodão, arroz, soja e milho se uniram e montaram um laboratório para produção de *Trichoderma*. O isolado de *Trichoderma* foi obtido na própria região e é multiplicado em grãos de milho esterilizado dentro de sacos de polipropileno.

Esse grupo produz cerca de 60 toneladas de *Trichoderma* por mês (dados de novembro de 2002). Em média são aplicados 20 a 30 kg de *Trichoderma* por ha, sendo que os resultados de controle das doenças são semelhantes ao controle obtido com fungicidas. O bioagente é aplicado via tratamento de semente, no plantio, e também pela água de irrigação nos pivôs centrais. O custo do controle biológico nessa situação é de aproximadamente um terço do controle com fungicidas (Bernardo, comunicação pessoal).

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 de um 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 cumprir as recomendações da CEPLAC (CEPLAC, 1995).

Outra recomendação básica é o rebaixamento e adequação de copa. Com a finalidade de se 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 (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. O antagonista deve ser utilizado 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 *Trichoderma* parasita os basidiomas de *Crinipellis pernicioso*, reduzindo o potencial de reprodução do patógeno (Bezerra, 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. É uma técnica de fácil utilização e sua viabilidade depende do preço do produto, pois exige maior dispêndio com mão-de-obra.

Leite cru para controle de oídio da abobrinha e do pepino

O oídio da abobrinha e do pepino é causado por *Sphaerotheca fuliginea*. A doença ataca todas as partes aéreas da planta, sendo mais abundante na superfície foliar. Os sintomas iniciam-se com um crescimento branco pulverulento, formado por micélio, conidióforos e conídios do fungo, ocupando pequenas áreas do tecido. A área afetada aumenta de tamanho e pode tomar toda a extensão do tecido devido à coalescência das manchas. Plantas atacadas perdem o vigor e a produção é prejudicada.

O método de controle mais utilizado, nos sistemas convencionais de cultivo, é o emprego de fungicidas, tanto os de contato, como os sistêmicos, com excelentes níveis de controle. O uso de fungicidas sistêmicos, apesar da eficiência, podem selecionar estirpes do fungo resistentes aos produtos, contamina o alimento, o aplicador e o ambiente.

A pulverização de leite cru, uma vez por semana, nas concentrações de 5% e 10%, controla o Oídio da abobrinha e do pepino de forma semelhante aos fungicidas recomendados para a cultura (Bettiol et al., 1999). A concentração de 10% deve ser utilizada quando a infestação de oídio for alta.

O leite para o controle do oídio de abobrinha e de pepino é utilizado desde 1996. Inicialmente o leite foi utilizado exclusivamente por agricultores orgânicos, mas devido à sua eficiência e ao baixo custo passou a ser utilizado também por agricultores convencionais, sendo esses os maiores usuários, em área, no momento.

O leite pode agir por meio de mais de um modo de ação para controlar o oídio. Leite fresco pode ter efeito direto contra *Sphaerotheca fuliginea*, devido às suas propriedades germicidas; por conter diversos sais e aminoácidos pode induzir a resistência das plantas e/ou controlar diretamente o patógeno; pode ainda estimular o controle biológico natural ou alterar as características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar.

O leite não é um contaminante do ambiente ou dos alimentos, conseqüentemente, pode ser utilizado na agricultura orgânica.

Biofertilizantes para o controle de doenças de plantas

O biofertilizante teve maior divulgação como um subproduto da fermentação anaeróbia de matérias orgânicas para a produção de biogás (gás metano). A disposição final recomendada para esse produto era o solo, visando o fornecimento de nutrientes. Mas, como os biofertilizantes possuem uma complexa e elevada comunidade microbiana, com presença de bactérias, fungos leveduriformes e filamentosos e actinomicetos, além dos metabólitos liberados por esses organismos, passaram a serem utilizados para o controle de doenças e pragas da parte aérea de diversas culturas.

Essa nova abordagem do controle passou a ser considerada viável após observações de uso prático por agricultores orgânicos. O biofertilizante, produzido pela digestão anaeróbia ou aeróbia de diversos materiais orgânicos, vem sendo recomendado para o controle de numerosas doenças.

A produção do biofertilizante se dá pela digestão anaeróbia (ausência de oxigênio) de material orgânico de origem animal e vegetal em meio líquido, em um equipamento chamado biodigestor. O biofertilizante pode ainda ser preparado mediante digestão aeróbia com as mesmas finalidades.

Um dos métodos de obtenção do biofertilizante, descrito por Santos (1992), consiste em fermentar, por trinta dias ou mais, em sistema fechado, com ausência de ar, uma mistura de esterco fresco de bovino, preferencialmente leiteiro e água na proporção de 50% (volume/volume). Para se obter um sistema anaeróbio, coloca-se a mistura em uma bombona plástica de 200 litros, deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior; fecha-se hermeticamente e adapta-se uma mangueira à tampa, mergulhando-se a outra extremidade num recipiente com água para a saída dos gases. O produto não deve ser armazenado por muito tempo, para não alterar as suas características. Caso não seja totalmente utilizado, poderá ser armazenado por um período de trinta dias, desde que volte ao sistema anteriormente descrito. Entretanto, esse mesmo processo é utilizado num sistema contínuo e aberto, isto é, conforme se retira biofertilizante do sistema, acrescenta-se mais esterco e água. Nessa adaptação realiza-se de três a cinco agitações da mistura por dia com auxílio de uma pá. Outra adaptação que está sendo utilizada é substituir a água por soro de leite. Existem ainda outras adaptações, mas seguindo basicamente esse mesmo sistema.

Outro método consiste na utilização de um tambor de 200 litros, no qual se misturam 40 litros de esterco, 80 litros de água, um litro de leite e um litro de melaço ou 500 g de açúcar mascavo. Essa mistura é agitada, deixando-se fermentar por três dias. Após esse período, adiciona-se um dos seguintes sais diluídos em água morna, a cada cinco dias: sulfato de zinco (3 kg), sulfato de magnésio (1 kg), sulfato de manganês (0,3 kg), sulfato de cobre (0,3 kg), sulfato de cálcio (2 kg), bórax (1,5 kg) ou ácido bórico (1 kg), cofermol (0,125 kg), mais os aditivos (leite e melaço, um litro cada; farinha de ossos e de concha, 200 g cada; skrill e sangue, 100 ml cada; restos de fígado e de peixe, 200 e 500 g, respectivamente). O sulfato de zinco e o bórax ou ácido bórico devem ser incorporados à mistura em duas vezes, sendo a metade da concentração por vez. No final das adições, completa-se o volume para 180 litros, tampa-se e deixa-se fermentando por trinta dias no verão e quarenta no inverno, devendo-se adaptar a mangueira para respiro, como no método anterior. Esse processo de produção de biofertilizante foi desenvolvido por Delvino Magro, do Centro de Agricultura Ecológica de Ipê, RS (Bettiol et al., 1998). Também esse processo vem sendo adaptado para produção contínua e com diferentes quantidades de sais. Inclusive alguns produtores não estão incorporando mais o sulfato de cobre, pois esse sal inibe o desenvolvimento de fungos.

Também é produzido biofertilizante por meio da digestão aeróbia. Para tanto, 20 litros de vísceras de peixe, 10 kg de farelo de arroz, 10 kg de farelo de trigo, 7 kg de farinha de ossos, 2 kg de fubá, 2 kg de farinha de trigo e 5 kg de rapadura são colocados num tanque com 400 litros de água e misturados, durante cinco a dez minutos, duas ou três vezes ao dia, ou bombeando-se oxigênio com auxílio de uma bomba de aquário, durante quarenta dias.

Destaca-se ainda que, em todas as formas de preparar os biofertilizantes, pode-se lançar mão de um processo contínuo, acrescentando-lhe os diferentes produtos para mantê-lo com alta atividade microbiana. Além disso, pode-se adaptar o biofertilizante para cada situação, sempre tendo como base a fermentação de materiais orgânicos.

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material pelo qual foi obtido. Entretanto, de modo geral, o biofertilizante apresenta em sua composição elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos de diferentes espécies de fungos filamentosos e leveduriformes, actinomicetos e bactérias, dentre elas *Bacillus* spp. na comunidade microbiana do biofertilizante. Esses microrganismos são os responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, entre eles antibióticos e hormônios.

O biofertilizante representa a adição de macro e micronutrientes, microrganismos e seus metabólitos e de compostos orgânicos e inorgânicos com efeitos sobre a planta e sobre a comunidade microbiana da folha e do solo. O controle de doenças com os biofertilizantes pode ser tanto devido à presença de metabólitos, como pela ação direta destes organismos sobre o patógeno e sobre o hospedeiro. Ainda existe a ação direta ou indireta dos nutrientes presentes no biofertilizante sobre os patógenos.

Como a comunidade de microrganismos no biofertilizante é rica e diversa, com certeza todos os mecanismos de ação de um microrganismo sobre o outro (parasitismo, competição, antibiose e indução de resistência) ocorrem simultaneamente. Entretanto, é difícil quantificar a ação de cada mecanismo, sendo que o mais importante é justamente a ação conjunta desses mecanismos. Soma-se a isto a ação dos nutrientes existentes no produto.

As principais vantagens desta técnica, quando comprovadamente eficaz, são o custo e a disponibilidade do produto. O custo é basicamente o relacionado ao preparo do material pelo próprio agricultor. Como existem relatos da eficiência de biofertilizantes produzidos com diferentes fontes de matéria orgânica, o agricultor não depende da compra deste material, mas sim apenas do aproveitamento de material disponível na propriedade.

Como se trata de uma técnica que vem sendo expandida, há necessidade de realização de estudos para a determinação dos impactos no ambiente e na saúde pública. Para minimizar os possíveis problemas sugere-se o uso de matéria orgânica livre de metais pesados e de agentes nocivos à saúde pública.

Sais para o controle de oídios

O bicarbonato de sódio tem sido demonstrado como efetivo no controle de oídio de diversas culturas. Aplicado a 2000 ppm, o bicarbonato pode inibir a germinação de conídios, reduzir o número de conídios formados nos conidióforos, causar ruptura da parede celular dos conídios e anomalias morfológicas nos mesmos, inibir a formação de conidióforos, e controlar a elongação das hifas de *Sphaerotheca fuliginea*. Agindo por esses diferentes mecanismos, vem sendo demonstrado que o bicarbonato é efetivo no controle do oídio do pepino e da abobrinha. Também outros bicarbonatos são efetivos para o controle de oídios.

O bicarbonato de sódio e de potássio são biocompatíveis com óleo para o controle de oídio, sendo que a mistura dos produtos é mais efetiva no controle da doença do que a sua aplicação individual. Acredita-se que a maior efetividade da mistura seja devida tanto ao efeito dos produtos individualmente, como à maior fixação do bicarbonato pelo óleo.

O bicarbonato é um produto que não apresenta problemas de contaminação, tem baixo custo e é utilizado como alimento, portanto sem restrições de uso. Informações mais detalhadas sobre o uso de sais para o controle de oídios podem ser obtidas em Bettiol & Stadnik, 2001.

Produtos alternativos: Adoção Futura!

Apesar do enfoque ecodesenvolvimentista expresso na legislação ambiental, a política agrícola nacional ainda encontra-se 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 & Bettiol, 2002). Entretanto, o aumento do uso de técnicas alternativas, 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 60, depende da política pública para o setor.

A importância da política pública pode ser avaliada pela evolução do consumo de agrotóxicos que aumentou de 16 mil toneladas em 1964 para 60,2 mil toneladas em 1991, enquanto a área ocupada com lavouras agrícolas expandiu de 28,4 para 50 milhões de ha, no mesmo período. Isso significa um aumento de 276,2% no consumo de agrotóxicos para um 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 métodos alternativos deve estar diretamente relacionada com o manejo integrado de pragas (MIP). As pesquisas realizadas com o objetivo de introduzir a prática do manejo integrado de pragas no país iniciaram-se na década de 70. Muitos resultados concretos e promissores foram obtidos, mas não se pode dizer que o MIP seja uma 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. E na maioria das situações não há uma 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 & Bettiol, 2002).

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 desses produtos químicos, associadas a um 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 de 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. E 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 assistência técnica que eles 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 & Bettiol, 2002).

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. Geralmente 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 à direção da substituição dos agrotóxicos, mas no seu uso adequado, respeitando os limites de dano econômico das pragas e a integração desses produtos (Campanhola & Bettiol, 2002).

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. Um exemplo de que com o devido conhecimento as técnicas alternativas serão implementadas em larga escala é o que vem ocorrendo na região de Barreiras, BA. Um grupo de dez produtores de feijão, algodão, arroz, soja e milho se uniram e montaram um laboratório para produzir *Trichoderma* (agente de controle biológico de diversos fungos fitopatogênicos habitantes do solo) para ser utilizado nas suas próprias áreas. Esse grupo produz cerca de 60 toneladas de *Trichoderma* por mês (dados de novembro de 2002). Em média são aplicados 20 a 30 kg de *Trichoderma* por ha, sendo que os resultados de controle das doenças são semelhantes ao controle obtidos com fungicidas. O custo do controle biológico nessa situação é de aproximadamente um terço do controle com fungicidas (Bernardo, comunicação pessoal).

Outros aspectos são importantes para a ampliação do uso de métodos alternativos na agricultura para o controle dos problemas fitossanitários. Nesse sentido, um movimento que cresceu muito no país nos últimos anos 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. 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 um aumento de 135% no período 1997-1999 (Anuário 2000). Como o mercado mundial de alimentos é estimado em US\$ 500 bilhões por ano, os produtos orgânicos já representam cerca de 5 % do mercado (Campanhola & Bettiol, 2002). Esses novos modelos de agricultura colaboram para a racionalização do uso de agrotóxicos e conseqüentemente conduz a uma agricultura que atende as exigências de produção de alimentos saudáveis e com qualidade ambiental.

Uma considerável 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, *Summa Phytopathologica* e *Fitopatologia Brasileira*, observa-se que o controle alternativo (biológico, físico e cultural) responde por apenas 9% e 5% dos artigos dessas revistas, respectivamente. Esse levantamento compreendeu os 28 volumes da primeira e os 27 da segunda revista. Esses dados refletem a ainda pequena proporção de fitopatologistas dedicados ao controle alternativo no Brasil. É preciso aumentar este contingente, para que a fitopatologia possa dar maior contribuição à sustentabilidade ambiental e social da agricultura brasileira.

Referências Bibliográficas

ANUÁRIO 2000. *Avicultura Industrial*. nº 1074, dez. 99/jan. 2000, p. 20-26.

BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 191-216, 2002.

- BETTIOL, W.; STADNIK, M. J. Controle alternativo de Oídios. In: STADNIK, M. J. Oídios. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 165-192, 2001.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: Campanhola, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 80-96, 2002.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. Jaguariúna, EMBRAPA/CNPMA, 1997. 22p. (Circular Técnica, 2).
- BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D.; LUIZ, A.J.B. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. Crop Protection, v. 18, p. 489-492, 1999.
- BIRD, G.W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E.; Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: FRANCIS, C.A.; FLORA, C.B.; KING, L.D. (Ed.). Sustainable agriculture in temperate zones. New York, John Wiley, 1990. p. 55-110.
- 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. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 265-279, 2002.
- 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 en el Cono Sur. Montevideo, PROCISUR, 1998. p. 43-49. (IICA/PROCISUR. Diálogo, 50).
- COSTA, L.A.S.; MÜLLER, G.W. Tristeza control by cross protection: a U.S. – Brazil Cooperative Success. Plant Disease, v. 64, p. 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 Phytopathologica, v. 26, p. 390-398, 2000.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; GASPAROTTO, L. Controle biológico de fungos estromáticos causadores de doenças foliares em seringueira. In: BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, p. 307-331, 1991.
- MÜLLER, G.W.; COSTA, A.S. Premunização de plantas cítricas In: BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, p. 285-293, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Alternative agriculture. Washington, D.C., National Academy Press, 1989. 448p.
- 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, v. 3, p. 185-226, 1995.
- REZENDE, J.A.M., PACHECO, D. A. Control of papaya ringspot virus-type W in zucchini squash by cross protection in Brazil. Plant Disease, v. 82, p. 171-175, 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, v. 34, p. 1481-1489, 1999.

- SANTOS, A.C.V. dos. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niteroi: EMATER-Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8).
- SUDO, S. Biocontrole de *Catacauma torrendiella* e *Coccostroma palmicola*, agentes causadores da lixa preta no coqueiro. In: Anais da 3ª Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas. Piracicaba, 1986. p. 57-59.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Possibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em macieira. In: BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, p. 303-305, 1991.