

# PERSPECTIVAS DE PRODUTOS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

\* **Wagner Bettiol**, Embrapa Meio Ambiente, CP 69; 13820.000 Jaguariúna, SP.

E-mail: [bettiol@cnpma.embrapa.br](mailto:bettiol@cnpma.embrapa.br) (Bolsista do CNPq).

## 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, resultando na presença de segmentos de mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de agrotóxicos, como aqueles portadores de selos que garantem que os agrotóxicos 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 praga e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao invés 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 (Bettioli & Ghini, 2002).

### **TÉCNICAS OU PRODUTOS ALTERNATIVOS PRODUZIDOS OU OBTIDOS NO MERCADO BRASILEIRO**

Antes das 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, essas técnicas foram quase que totalmente abandonadas e hoje muitas delas são chamadas de alternativas. Devido à conscientização dos problemas causados pelos pesticidas para o ambiente, a sociedade vem exigindo a redução de seu uso. Dessa forma, a pesquisa vem testando os mais diversos produtos, sendo que muitos já foram 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”, o qual é utilizado 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 técnicas podem ser obtidos em Campanhola & Bettioli (2003).

### **CONTROLE DA TRISTEZA DOS CITROS POR MEIO DA PREMUNIZAÇÃO COM ESTIRPES FRACAS DO VÍRUS DA TRISTEZA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Informações básicas fornecidas por Guerd Walter Muller, do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP

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 o 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 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 a deficiências de zinco, manganês e outros nutrientes. O sintoma mais grave, porém, é a indução de frutos miúdos, não raro de conformação defeituosa, vulgarmente conhecidos como “coquinhos”, acarretando sérias perdas. 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 destacadas, 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.

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 continua premunizada por toda a sua 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 Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

## USO DE TRICHODERMA PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DO TOMBAMENTO EM FUMO<sup>2</sup>

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 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. O isolado de *Trichoderma harzianum* pertence à coleção da Embrapa Meio Ambiente.

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

---

<sup>2</sup> Informações básicas fornecidas por Shinobo Sudo, da Souza Cruz SA, Rio de Janeiro, RJ

controle da doença. O *Trichoderma* é utilizado isoladamente, não havendo necessidade de mistura com outros produtos ou agentes.

### **USO DE *Trichoderma viride* PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DA PODRIDÃO DAS RAÍZES DA MACIEIRA<sup>3</sup>**

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 antagonico 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 umedecer a área tratada 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*.

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.

### **CONTROLE BIOLÓGICO DO MAL-DAS-FOLHAS DA SERINGUEIRA<sup>4</sup>**

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,

---

<sup>3</sup> Informações básicas fornecidas por Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho.

<sup>4</sup> Informações básicas fornecidas por Nilton T.V. Junqueira, da Embrapa Cerrados.

pois o controle químico é inviável economicamente e a enxertia-de-copa, uma forma de controle cultural, ainda está em estudo.

Nas regiões úmidas, atualmente, 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).

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, entre eles o laboratório da Estação de Aviso Fitossanitário de São José do Rio Claro, MT.

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 1 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.

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 Uma, 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.

O aumento do uso do antagonista está condicionado à volta do plantio na Amazônia úmida, pois com certeza esta será a tecnologia utilizada. Ela poderá também ser utilizada no litoral sul da Bahia, onde alguns heveicultores já adotam cultivos de seringueiras intercalados com palmeiras e outras essências florestais.

### **CONTROLE BIOLÓGICO DA LIXA DO COQUEIRO<sup>5</sup>**

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 vittelinum*. Esse agente de controle foi isolado de estromas parasitados de lixa obtidos de diferentes regiões do estado de Pernambuco.

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 ser 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

---

<sup>5</sup> Informações básicas fornecidas por Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária.

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%.

### **CONTROLE BIOLÓGICO DE *Botrytis* NA CULTURA DO MORANGO COM *Gliocladium roseum*<sup>6</sup>**

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*, sendo que o isolado foi 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 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<sup>6</sup> conídios ou partículas/mL em mistura com espalhante adesivo a 0,01%.

A técnica ainda é restrita para áreas pequenas 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 ao seu aumento.

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

### **CONTROLE DO MOSAICO DA ABOBRINHA POR PREMUNIZAÇÃO**

O mosaico da abobrinha tipo moita, causado pelo vírus do mosaico do mamoeiro – estirpe melancia, é a mais comumente virose encontrada em plantios de abobrinha de moita no país. O vírus causador do mosaico da abobrinha 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.

---

<sup>6</sup> Informações básicas fornecidas por Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.



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 da abobrinha tipo moita 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 saudáveis.

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 por diversos produtores de abobrinha de moita. 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.

### **CONTROLE DE OÍDIO DA ABOBRINHA E DO PEPINO COM LEITE CRU**

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, apesar da eficiência, seleciona estirpes do fungo resistentes aos produtos, contamina o alimento, o aplicador e o ambiente.

A pulverização de leite cru, uma ou duas vezes 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. Neste sistema de produção utiliza-se leite cru a 5% uma vez por semana para o controle da doença.

## **CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS COM BIOFERTILIZANTES**

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 ser 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 retira-se 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 melação, 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 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, e 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.

## **SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE DE FITOPATÓGENOS HABITANTES DO SOLO**

A solarização é um método que utiliza a energia solar para a desinfestação do solo, resultando no controle de fitopatógenos, plantas invasoras e pragas do solo. O método consiste na cobertura do solo, preferencialmente úmido e em pré-plantio, com um filme plástico transparente, durante o período de maior radiação solar.

O controle é resultado de diversos mecanismos. O controle físico promovido pela elevação da temperatura é responsável pela eliminação dos patógenos nas camadas superficiais do solo. Em maiores profundidades, somente temperaturas subletais são obtidas. Os processos microbianos induzidos pela solarização contribuem para o controle

biológico dos patógenos, pois o aquecimento atua sobre toda a microbiota do solo. Os propágulos do patógeno, enfraquecidos pelas temperaturas subletais, dão condições e estimulam a atuação de antagonistas.

A duração do tratamento deve ser a maior possível, isto é, o plástico deve permanecer no solo durante o maior período de tempo, até a data do plantio. De modo geral, recomenda-se a permanência do plástico por 1 a 2 meses, em condições de campo. Em cultivo protegido, o tratamento pode ser reduzido se as paredes laterais da estufa permanecerem fechadas durante a solarização.

Para a colocação do plástico, o solo deve ser preparado de forma usual, por meio de aração e gradagem, eliminando-se os objetos pontiagudos que possam perfurar o plástico. O solo deve estar úmido antes do início da solarização, pois a umidade estimula a germinação de propágulos dos patógenos, tornando-os mais sensíveis aos mecanismos de controle. Assim, após uma chuva ou uma irrigação, o plástico é colocado manualmente ou com auxílio de máquinas, enterrando-se as bordas em sulcos com terra. O plástico recomendado é o transparente, sendo que a sua espessura não tem efeito na eficiência do tratamento, mas sim, no custo do material.

A área tratada com a solarização deve ser contínua e a maior possível. A solarização do solo em faixas ou canteiros não é recomendada devido à possibilidade de reinfestação do solo solarizado com o inóculo presente na área não tratada e devido ao “efeito de borda”. Mesmo para o tratamento de canteiros, sugere-se que a solarização seja realizada em área contínua e os canteiros sejam construídos posteriormente.

A lista de fungos controlados através de solarização é longa, incluindo os seguintes: *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Pyrenochaeta*, *Phytophthora*, *Thielaviopsis*, *Rosellinia* e *Macrophomina*. A solarização controla também bactérias (*Pseudomonas*) e nematóides (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Platylenchus*, *Ditylenchus*, *Paratrichodorus*, *Criconemella*, *Xiphinema*, *Helicotylenchus* e *Paratylenchus*). A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura sem a necessidade de repetir o tratamento de solarização. O efeito prolongado é resultado da pronunciada redução na quantidade de inóculo associada a uma mudança no equilíbrio

biológico do solo, em favor de antagonistas, retardando a reinfestação.

Além dos patógenos, diversas plantas invasoras também podem ser controladas pela solarização. Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas o controle das plantas invasoras, visto que significa uma grande redução de mão-de-obra. Devido às dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de plantas invasoras constitui-se num excelente indicador da eficiência do método. A presença de plantas invasoras pode significar que as temperaturas atingidas não foram suficientes para um controle satisfatório. Quando a solarização é bem sucedida, há o controle de plantas invasoras.

Devido à simplicidade e disponibilidade de bobinas plásticas em todas as regiões, a solarização pode ser utilizada de forma geral em todo o país. Há, entretanto, a necessidade de se conhecer o melhor período para sua utilização em cada região.

### **COLETOR SOLAR PARA DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS**

Um equipamento, denominado coletor solar, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados em recipientes em viveiros de plantas, com o uso da energia solar. Alguns patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematóides, podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento, devido às altas temperaturas atingidas (70 a 80°C, no período da tarde), porém recomenda-se o tratamento por 1 ou 2 dias. O coletor solar consiste, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos metálicos e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, através da força da gravidade. Os coletores são instalados com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local acrescida de 10°. Os detalhes de sua construção são apresentados por Ghini & Bettiol (1991) e por Ghini (1997).

Por não se tratar de um método químico, apresenta vantagens quanto à segurança do aplicador, ausência de resíduos e não contaminação do ambiente. O substrato tratado nos

coletores pode ser prontamente utilizado, enquanto que no caso do brometo é necessário um período para aeração e eliminação dos resíduos do produto, que podem ser tóxicos, tanto para a planta, quanto para o trabalhador que manuseá-lo. Além disso, o coletor solar não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil construção e manutenção e tem baixo custo.

O coletor solar pode ser usado durante o ano todo, exceto em dias de baixa radiação solar. Entretanto, há a possibilidade de se estocar o substrato tratado para esses períodos. O coletor solar tem capacidade para tratar 116 litros de substrato. Em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente.

O coletor solar substitui integralmente o uso do brometo de metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares.

O custo para a construção de um coletor solar utilizando-se materiais de boa qualidade é de, aproximadamente, R\$ 200,00. Desse valor, R\$ 91,00 são relativos ao custo do material e o restante à mão-de-obra para sua construção. Entretanto, o coletor pode ser construído com sucatas, o que reduz ainda mais o seu custo. Com cuidados mínimos de manutenção, o coletor pode durar muitos anos.

## 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.; 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.; GHINI, R. Controle físico de doenças e plantas invasoras. In: Campanhola, C.; Bettiol, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p.165-190, 2002.



- 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.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPMA, 1997. 22p. (Circular Técnica, 2).
- 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).
- COPERSUCAR. **Recomendações de assepsia para evitar a disseminação de doenças bacterianas sistêmicas na cana-de-açúcar**. Série Melhoramento, nº16, 1985. 4p.
- GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular, 1).
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 281-286, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Alternative agriculture**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 448p.
- SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER-Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8).