

Métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil

Wagner Bettiol¹; Raquel Ghini¹; Marcelo A. B. Morandi

1. Introdução

A sociedade vem exigindo a produção de alimentos com a mínima degradação dos recursos naturais. Entre esses, destacam-se os portadores de selos que garantem a não utilização de agrotóxicos no processo produtivo. Com isso, sistemas de cultivo mais sustentáveis têm sido desenvolvidos, 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 redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas (BETTIOL & GHINI, 2003).

Um dos principais problemas da agricultura sustentável refere-se ao controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Antes das facilidades para aquisição de agrotóxicos para o controle dos problemas fitossanitários, os agricultores preparavam e utilizavam produtos obtidos a partir de materiais disponíveis nas proximidades de suas propriedades. 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.

Dessa forma, este texto apresentará algumas técnicas alternativas (no sentido de alternativas aos fungicidas) de controle de doenças de plantas que podem ser utilizadas nos sistemas de cultivo. Detalhes dessas técnicas podem ser obtidos em Campanhola & Bettiol (2003), Bettiol (2003) e Bettiol & Ghini (2003).

¹ Bolsista do CNPq, Embrapa Meio Ambiente - CNPMA, Caixa Postal 69, 13820-000, Jaguariúna/SP, Brasil. (bettiol@cnpma.embrapa.br; raquel@cnpma.embrapa.br; mmorandi@cnpma.embrapa.br)

2. Controle Físico

2.1 Solarização do solo

As doenças veiculadas por fitopatógenos habitantes do solo são um dos mais importantes problemas fitossanitários. Esses patógenos incluem espécies de fungos, bactérias e nematóides, que podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar danos em plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha, devido a danos no sistema vascular. As principais medidas recomendadas são baseadas na exclusão, consistindo na prevenção da entrada e estabelecimento do patógeno na área. Práticas culturais podem ser incluídas no manejo integrado, como a rotação de culturas, escolha da época de plantio, aração profunda, pousio, entre outras. O uso de variedades de plantas resistentes nem sempre é possível devido à inexistência no mercado de variedades com todas as características desejadas. A enxertia de plantas suscetíveis em porta-enxertos resistentes ao patógeno tem sido usada em alguns poucos casos. Um método físico utilizado para a desinfestação de solo é a aplicação de vapor, porém, está restrito a pequenas áreas devido ao custo do equipamento necessário. O tratamento com vapor é feito por pelo menos 30 minutos, sendo que o solo deve atingir a temperatura mínima de 80°C. Uma das vantagens do tratamento com vapor é a inespecificidade, mas também é um de seus maiores problemas. De modo geral, as altas temperaturas atingidas, que tornam o tratamento não seletivo, resultam na erradicação da microbiota, criando espaços estéreis denominados “vácuos biológicos”.

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. 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 um a dois meses, em condições de campo. Em cultivo protegido, o tratamento pode ser reduzido se as paredes laterais da estufa permanecerem fechadas durante a solarização. A área tratada com a solarização deve ser contínua e a maior possível.

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 podem ser controladas pela solarização. Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas invasoras, visto que significa uma 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.

Devido à simplicidade e disponibilidade de plásticos, a solarização pode ser utilizada em todo o país. Há, entretanto, a necessidade de se conhecer o melhor período para sua utilização em cada região. Por exemplo, para a região de Campinas, SP, o melhor período é entre os meses de setembro e março.

2.2 Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas

É fundamental que as mudas não apresentem problemas com doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo, que se constituem num dos principais problemas para a produção de mudas em viveiros. O controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do patógeno no viveiro. A utilização de vapor para a desinfestação de substrato é recomendada, mas existem restrições devido ao custo do equipamento necessário.

Um equipamento, denominado coletor solar, foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente e Instituto Agronômico de Campinas (Divisão de Engenharia Agrícola) 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 um ou dois dias de sol pleno. O coletor solar não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil construção e manutenção, além de ter baixo custo.

O coletor solar consiste 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).

O coletor solar pode ser usado durante o ano todo, exceto em dias de baixa radiação solar. Em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente. O Núcleo de Produção de Mudas da CATI, situado em São Bento do Sapucaí/SP, é um exemplo de um viveiro que adotou a técnica para tratamento em larga escala de substrato para produção de mudas. Nesse viveiro o brometo de metila foi totalmente substituído pelos coletores solares. Dessa forma, pode-se afirmar que o coletor solar substitui integralmente o uso do brometo de metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares. Por permitir a sobrevivência de microrganismos termotolerantes, o substrato tratado no coletor apresenta maior dificuldade de reinfestação por patógenos habitantes do solo, sendo essa mais uma das vantagens do equipamento.

2.3 Tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação de raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas

Entre as doenças da cana-de-açúcar, as bacterioses sistêmicas, causadoras do raquitismo e da escaldadura, apresentam problemas para o controle, visto que

podem ser disseminadas pelos toletes e pelos instrumentos de corte por ocasião das operações de plantio, colheita e, possivelmente, durante os tratamentos culturais. O raquitismo da soqueira é causado por *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* que infecta o xilema das plantas, podendo provocar danos de 10 a 30% na produtividade, dependendo da variedade envolvida e grau de infecção. A doença vem ocasionando perdas em todas as áreas canavieiras do mundo, as quais nem sempre podem ser avaliadas devido à falta de sintomas externos. Por esse motivo, também a prática de "roguing", adotada com êxito no controle de outras doenças da cana-de-açúcar, não pode ser utilizada, tal como o uso de variedades resistentes, devido à ausência de fontes de resistência. A escaldadura, como o raquitismo, propaga-se através do plantio de toletes infectados e instrumentos de corte, especialmente facões. A bactéria causadora da escaldadura é a *Xanthomonas albilineans*. O controle dessas doenças é baseado na termoterapia, ou tratamento térmico de toletes ou gemas, e na desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação dessas doenças sistêmicas.

O tratamento com água quente do material de propagação para a formação de viveiros deve proporcionar uma redução das gemas infectadas e uma alta porcentagem de brotação, além de uma alta produtividade do material no campo. O tratamento térmico de toletes em água é usado, principalmente, para controlar o raquitismo da soqueira, uma das principais doenças da cana-de-açúcar. A escolha da temperatura utilizada e do tempo de tratamento são fundamentais para a obtenção dos resultados esperados, sendo a maior eficiência obtida com 52°C durante 30 minutos, para o tratamento de toletes com uma gema. Este binômio tempo/temperatura diminui o tempo e o custo do tratamento, é menos prejudicial à brotação das gemas e controla o patógeno de maneira eficiente. Neste processo, toletes de uma gema, com aproximadamente oito cm de comprimento são tratados em tanques com capacidade para 250 litros. O material usado para o tratamento térmico deve ser o melhor possível, com ótima sanidade e vigor. A eficiência aumenta quando se promove o tratamento seriado, ou seja, tratam-se colmos oriundos de plantas previamente submetidas ao tratamento térmico.

A desinfestação de ferramentas de corte é outra prática que contribui para a redução na disseminação de doenças sistêmicas, como o raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas. A desinfestação das ferramentas de corte pode ser feita por meio de vapor d'água ou água fervente, produtos químicos ou fogo. Devido aos problemas com o uso do vapor d'água ou água quente e produtos químicos, a Copersucar desenvolveu a metodologia de desinfestação pelo fogo, através de flambador acoplado a um pequeno botijão de gás. Nesta prática, um facão de corte leva em média 15 segundos para ser esterilizado com 100% de eficiência. A esterilização das ferramentas de corte deve ser realizada em momentos específicos (início da jornada de trabalho, pausas para almoço ou café, sempre que mudar de talhão ou de variedade) e muitas unidades produtoras possuem unidades móveis com todos os equipamentos necessários para a desinfestação a fogo. É importante salientar que os usuários do método devem ser previamente treinados para evitar acidentes. Esta prática deve ser adotada tanto no corte de viveiros como de áreas comerciais. Os equipamentos aqui relatados são disponíveis no mercado.

2.4 Luz UVC para controle de podridão de maçãs em pós-colheita

A podridão de maçãs causada por *Penicillium expansum*, em pós-colheita, é controlada basicamente pela utilização de fungicidas e/ou desinfestação prévia na estocagem e nas embalagens das frutas. A técnica alternativa desenvolvida consiste basicamente na aplicação da luz fornecida por lâmpadas ultravioletas (UV) germicidas, instaladas em túnel de secagem dos frutos de maçã que giram permanentemente e recebem 180 mW/cm²/min. Essa operação é realizada isoladamente no momento da pré-embalagem.

A eficiência da técnica gira em torno de 80 a 100% de controle da população do fungo nos frutos de maçãs. Assim, a técnica visa reduzir o uso de agroquímicos na fruta para consumo *in natura*. A técnica vem sendo utilizada por empresas localizadas em Fraiburgo/SC e Vacaria/RS; sendo tratados, aproximadamente, 50.000 toneladas de frutos de maçãs por safra.

As lâmpadas, bem como os materiais necessários, podem ser obtidos nas revendas de lâmpadas UV. Cuidados especiais devem ser tomados durante a manutenção do equipamento, que deve ser feita em compartimento fechado para não expor os trabalhadores à UVC.

É interessante considerar que essa técnica poderá ser de utilidade não só para maçãs, mas também na desinfestação de outros frutos.

2.5 Eliminação de determinados comprimentos de onda para controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação

As diversas doenças que ocorrem nas plantas cultivadas sob condições de cultivo protegido são, geralmente, controladas com o uso de fungicidas. Entretanto, a aplicação de pesticidas nesse ambiente merece atenção especial devido aos inúmeros problemas que podem ocorrer, tais como fitotoxicidade, resíduos, seleção de estirpes resistentes e outros.

Filmes plásticos com capacidade de absorver luz ultravioleta podem ser utilizados para reduzir a incidência de doenças fúngicas de plantas cultivadas em casa de vegetação. Filtros que limitam a passagem dos comprimentos de ondas menores do que 390 nm têm sido eficientes no controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) do tomateiro, da podridão do caule (*Sclerotinia sclerotiorum*) do pepino e da berinjela, da queima das folhas (*Alternaria dauci*) da cenoura, da queima das pontas das folhas (*Alternaria porri*) da cebola e da mancha foliar de estenfilio (*Stemphylium botryosum*) em aspargo.

Sasaki *et al.* (1985) verificaram que a produção média por planta de tomate cultivada sob plástico que absorve a luz ultravioleta, foi de 3,3 kg contra 2,5 kg por planta cultivada sob plástico de uso comum na agricultura. A diferença na produção foi por causa do controle da mancha de alternaria. Similarmente, devido ao controle da *Alternaria*, o pimentão vermelho cultivado sob esse plástico especial produziu 1098 g/planta, contra 545 g/planta, quando cultivado sob plástico comum. O efeito desses plásticos com capacidade de absorver luz ultravioleta (abaixo de 390 nm) está relacionado com a necessidade desses comprimentos de onda para a esporulação

de determinados fungos fitopatogênicos. A baixa ou nenhuma produção de esporos nessas condições leva a uma acentuada redução do potencial de inóculo.

A utilização da técnica depende, exclusivamente, da disponibilidade desse plástico no comércio e da relação custo-benefício. Entretanto, como o cultivo protegido vem ganhando muito espaço, é uma técnica com alto potencial de uso.

3. Produtos Alternativos em Uso

3.1 Leite cru para controle de oídio

Oídios se situam entre os principais fitopatógenos, ocorrendo em todas as regiões do mundo e na maioria das espécies vegetais cultivadas. Embora raramente causem a morte das plantas, eles reduzem o potencial produtivo das culturas e podem afetar a qualidade do produto (STADNIK & RIVERA, 2001). O Oídio da abobrinha e do pepino, causado pelo fungo *Sphaerotheca fuliginea*, é uma das principais doenças dessas culturas e de outras cucurbitáceas, principalmente em cultivo protegido. O controle dos Oídios é realizado por meio do uso de variedades resistentes e de fungicidas. No caso dos fungicidas, apesar da eficiência, ocorrem diversos problemas relacionados com a seleção de linhagens resistentes do patógeno e com a contaminação ambiental, do alimento e do aplicador. Os problemas com resistência são acentuados em cultivo protegido, principalmente para os fungicidas sistêmicos.

A pulverização do leite de vaca cru, uma vez por semana, nas concentrações de 5% a 10%, dependendo da severidade da doença, controla o Oídio da abobrinha e do pepino de forma semelhante aos fungicidas recomendados para a cultura. Bettiol *et al.* (1999) observaram que, com o aumento da concentração de leite pulverizado, ocorre um aumento no controle da doença. Entretanto, do ponto de vista prático, recomenda-se a pulverização do leite a 5 e 10%, uma vez por semana. A concentração de 10% deve ser utilizada quando a infestação de Oídio for alta.

O leite deve ser utilizado preventivamente e toda a planta deve ser pulverizada. De preferência, utilizar pulverizador específico para o leite. O leite não exige o uso de espalhante adesivo, entretanto, os resultados são melhores com a sua mistura na calda de aplicação.

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, formando um filme microbiano na superfície da folha ou alterar as características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar.

Apesar de os estudos terem sido realizados com as culturas de pepino, abobrinha, alface e quiabo, diversos agricultores vêm utilizando o leite com sucesso para o controle de Oídio em viveiros de *Eucalyptus*, em pimentão e outras hortaliças, em roseira e outras plantas ornamentais, quando aplicado semanalmente.

Dependendo das condições de cada cultura, ambiente e severidade, a concentração utilizada pelos agricultores tem variado de 5% a 20%.

3.2 Biofertilizantes

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

Bettiol (2003) descreve detalhadamente diversas técnicas para a produção de biofertilizantes, que são realizadas pela digestão anaeróbia ou aeróbia de material orgânico de origem animal e vegetal em meio líquido, suplementado ou não por micronutrientes e outros aditivos. Mais recentemente, diversos agricultores vêm utilizando um fermentador com controle de aeração para a produção de biofertilizante, que é realizada em 24 horas. Também se encontram no mercado diversas marcas comerciais de biofertilizantes. A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material pelo qual foi obtido. Entretanto, o biofertilizante apresenta, em sua composição, elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

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 das doenças pode ser tanto devido à presença de metabólitos produzidos pelos microrganismos presentes no biofertilizante, 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.

Em relação aos microrganismos, as interações antagonicas envolvendo fungos leveduriformes e filamentosos e bactérias com os patógenos ocorrem basicamente devido: ao parasitismo, à competição, à antibiose e à indução de resistência. Como a comunidade de microrganismos no biofertilizante é rica e diversa, com certeza todos os mecanismos de ação de um microrganismo sobre o outro 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 dessa técnica 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 apenas do aproveitamento dos disponíveis na propriedade. Contudo, 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. Em relação aos agentes patogênicos ao homem e aos animais, a compostagem dos materiais orgânicos é suficiente para a sua

higienização, portanto, recomenda-se o uso de esterco e resíduos após a compostagem.

3.3 Sais para 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. 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 deve-se 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).

3.4 Extratos de plantas

Apesar da inexistência de levantamentos para detalhar o uso de extratos de plantas no controle de doenças no Brasil, são numerosos os agricultores que vêm utilizando extratos de pimenta do reino, pimenta, alho, samambaia, eucalipto, *Bougainvillea* e outras plantas com sucesso. Diversas receitas para o preparo caseiro dos extratos estão disponíveis em Abreu Junior (1998). Existem também diferentes extratos de plantas comercializados no Brasil, tais como Bioalho®, Neemazal®, etc. Um dos mais estudados no controle de doenças de plantas é o Ecolife-40®, que é o extrato de biomassa cítrica, composto de bioflavonóides cítricos, fitoalexinas cítricas e ácido ascórbico que atua por indução de resistência e por ação direta contra os fitopatógenos. Ele tem sido recomendado contra bacterioses nas culturas de pimentão e morango, *Botrytis* em uva, Mal-de-Sigatoka na banana, entre outras (STADNIK & TALAMINI, 2004). O produto está registrado como fertilizante junto ao Ministério da Agricultura e possui um selo de certificação orgânica (IBD, Botucatu/SP).

3.5 Extratos de algas marinhas

O uso de extratos de algas marinhas na agricultura é um campo que tem despertado o interesse da pesquisa nos últimos anos. Um dos motivos se deve ao fato das algas marinhas crescerem rápido, produzirem grande volume de biomassa e serem fonte de diversas substâncias com atividade biológica (TALAMINI & STADNIK, 2004).

As espécies mais estudadas são a macroalga verde *Uva fasciata*, a alga marrom *Laminaria digitata* e a alga *Ascophyllum nodosum*. Já há produtos comerciais à base de extratos destas algas, como por exemplo, o Phyllum® no Chile e o Iodus 40® na

Europa. No Brasil ainda não há produtos comerciais e os estudos, realizados principalmente pelo Laboratório de Fitopatologia da UFSC, têm se concentrado em extratos de *U. fasciata* para o controle de diferentes patógenos, incluindo oídios, *Colletotrichum lindemuthianum* e outros.

3.6 Fosfitos

Os fosfitos são compostos derivados do ácido fosforoso e são utilizados comercialmente como fertilizantes foliares. Há várias formulações disponíveis do produto, podendo ser associado ainda a outros nutrientes como K, Ca, B, Zn e Mn. Há diversos produtos comerciais à base de fosfitos, como FITOFOS K, PHOSPHORUS-K, Unifosfite e outros. Além do efeito nutricional, estes produtos têm a propriedade de estimular as defesas da planta (indução de resistência), e apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre os patógenos, especialmente sobre Oomicetos (SOYEZ, 2002).

Sônego *et al.* (2003) verificaram que os produtos à base de fosfitos de potássio são uma boa alternativa para o controle do míldio, principal doença fúngica da videira, especialmente nas regiões vitícolas com elevada precipitação durante o desenvolvimento vegetativo da planta. O uso preventivo dos fosfitos (aplicação semanal a partir do florescimento) foi altamente eficaz no controle da doença, tanto na folha como no cacho, sendo equivalentes aos tratamentos utilizados como padrão cymoxanil + maneb e metalaxil + mancozeb.

Os fosfitos são recomendados como fertilizantes em diversas culturas, incluindo citros, maçã, pêra, uva, banana, abacate, mamão, manga, goiaba, café, morango, tomate, batata, pimentão, melão, cebola, arroz, milho, soja, feijão, tabaco, algodão, ornamentais, frutas e hortaliças em geral. Em citros tem sido relatado o efeito do uso de fosfitos na indução de resistência à pinta-preta, causada por *Guignardia citricarpa* (BALDASSARI *et al.*, 2003, GÓES *et al.*, 2004). Em hortaliças, como o pimentão, o produto também tem sido utilizado para o controle de míldio.

3.7 Casca de camarão para controle de podridão de raízes

A incorporação de resíduos ao solo pode induzir supressividade por meio do estímulo da microbiota antagônica. A aplicação de casca de camarão moída diminui a incidência da podridão de raízes causada por *Fusarium* spp. e nematóides em diversas culturas, como feijão, rabanete, ervilha, gengibre, pimenta e outras. Tal prática que vem sendo utilizada por agricultores, inclusive no Brasil, tem se mostrado viável e eficiente. A indução de supressividade é atribuída ao estímulo do desenvolvimento de microrganismos antagônicos ao patógeno, uma vez que a diluição do solo tratado e seu plaqueamento mostraram não só o decréscimo da população de *Fusarium*, como o aumento da comunidade de actinomicetos, os quais atuam no controle biológico do patógeno.

3.8 Taninos para controle da fusariose do abacaxizeiro

A Fusariose do abacaxizeiro, causada por *Fusarium subglutinans*, é normalmente controlada com fungicidas à base de benzimidazóis. Entretanto, uma alternativa foi desenvolvida por Carvalho *et al.* (2002) e vem sendo utilizada por agricultores na Paraíba. Os autores demonstraram que a incidência da doença foi reduzida de 26% no tratamento testemunha para 3,3% no tratamento com taninos obtidos de acácia negra, e para 6,7% com fungicida. Os extratos de acácia negra são prontamente dissolvidos em água e aplicados sobre as plantas. São diversos os produtos comerciais contendo taninos originários dessa planta e cultivada amplamente no sul do Brasil. Segundo Mello & Santos (2002), citados por Carvalho *et al.* (2002), os principais mecanismos de ação dos taninos estão relacionados com a sua capacidade de inibir enzimas, de modificar o metabolismo celular, pela atuação nas membranas, e de formar complexos com íons metálicos com conseqüente diminuição da disponibilidade desses para o metabolismo dos microrganismos.

3.9 Manipueira

A manipueira (nome indígena para o extrato das raízes da mandioca, *Manihot esculenta*) um subproduto da fabricação da farinha de mandioca, foi testada e aprovada como nematicida, inseticida, acaricida, fungicida e bactericida, superando nos ensaios experimentais os pesticidas recomendados para cada caso, em diferentes culturas (PONTE, 2002). A manipueira contém um composto denominado linamarina de cuja hidrólise provém a acetona-cianohidrina, da qual resultam o ácido cianídrico e os cianetos, além de aldeídos. Esses cianetos são responsáveis pela ação inseticida, acaricida e nematicida do composto, enquanto o enxofre presente em grande quantidade e outros compostos exercem atividade antifúngica (TALAMINI & STADINIK, 2004).

Informações mais detalhadas sobre o preparo e uso da manipueira podem ser obtidas em Ponte (2002).

3.10 Urina de vaca

Na década de 90, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro) iniciou pesquisas em busca de produtos alternativos para o controle da gomose do abacaxi. Foram testados biofertilizantes, vinhaça e outros produtos, sendo que a urina de vaca foi o que apresentou o melhor nível de controle e proporcionou um maior desenvolvimento das plantas (GADELHA *et al.*, 2002).

A urina tem sido recomendada pela Pesagro para a nutrição e o controle de diversas doenças fúngicas no cultivo de frutas, legumes, hortaliças e também plantas ornamentais. Após a coleta, a urina deve descansar por três dias em frasco fechado, estando pronto para o uso após esse período. O material deve ser diluído em água imediatamente antes do uso. As dosagens variam de 1% a 2,5%. Em culturas como quiabo, jiló e berinjela, a recomendação é de uma aplicação a 1% a cada quinze dias. No caso do abacaxi, recomenda-se a pulverização mensal da urina a 1% durante os primeiros quatro meses. Depois, aumenta-se a quantidade de urina para 2,5%

continuando a aplicação mensal. O procedimento deve ser suspenso dois meses antes da indução da floração, retornando a partir do avermelhamento do fruto. Vale lembrar que a urina de vaca apresenta índice salino elevado que pode causar fitotoxicidade na planta no caso de uso em altas concentrações.

Os efeitos da urina de vaca são atribuídos à composição do produto que contém nutrientes, compostos antimicrobianos e substâncias indutoras de resistência. A urina de vaca é rica em potássio, cloro, enxofre, nitrogênio, sódio, fenóis, ácido indolacético e priocatecol.

4. PRODUTOS ALTERNATIVOS: ADOÇÃO FUTURA

Apesar da disponibilidade de diversos produtos biológicos e técnicas alternativas para o controle de doenças de plantas, sua utilização ainda é restrita. Vários fatores contribuem para a adoção limitada dessas técnicas, sendo o principal o que se refere à cultura dos agricultores, que utilizam quase exclusivamente agrotóxicos devido à facilidade de uso e à eficiência desses produtos químicos. Outros fatores incluem a formação dos técnicos de assistência técnica e extensão rural voltada à recomendação de agrotóxicos para a solução dos problemas fitossanitários; e o papel das indústrias de agrotóxicos na assistência técnica aos produtores.

Uma considerável responsabilidade para a pouco freqüente adoção de técnicas alternativas para o controle de problemas fitossanitários está associada às instituições de pesquisas e aos órgãos de fomento. Há necessidade de aumentar o número de profissionais e dar recursos, para que a Fitopatologia possa dar maior contribuição à sustentabilidade ambiental e social da agricultura brasileira. Há também necessidade de se estabelecer formas eficientes para que o conhecimento sobre as técnicas alternativas seja socializado e passe a ser utilizado pelos agricultores.

O aumento do uso de métodos alternativos depende do conhecimento da estrutura e do funcionamento do agroecossistema. O conceito absoluto de agricultura sustentável pode ser impossível de ser obtido na prática, entretanto é função da pesquisa e da extensão oferecer opções para que sistemas mais sustentáveis sejam adotados. Para tanto, os projetos de pesquisa pontuais e de curta duração são de pouca utilidade. Somente estudos que incluem o monitoramento de sistemas de produção nas diferentes áreas do conhecimento fornecerão informações suficientes para o entendimento das diferentes interações. Assim, apenas a substituição de fungicidas não é suficiente para garantir uma agricultura mais limpa. Há necessidade de se redesenhar os sistemas de produção para atingir a sua sustentabilidade. Nesse sentido, diversos exemplos vêm sendo apresentados para a comunidade.

O processo evolutivo para a conversão dos agroecossistemas em sistemas agrícolas de alto grau de sustentabilidade possui duas fases distintas: 1) melhora da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e das práticas agrícolas; 2) redesenho dos sistemas agrícolas. A primeira fase vem sendo trabalhada de forma relativamente organizada, com a redução do uso de insumos, controle e manejo integrado, técnicas de cultivo mínimo do solo, previsão da ocorrência de pragas

e doenças, controle biológico, variedades adequadas, feromônios, integração de culturas, cultivos em faixa ou intercalados, desenvolvimento de técnicas de aplicação que visem apenas o alvo e conscientização dos consumidores, entre outros. Em relação ao redesenho dos sistemas agrícolas, há a necessidade de se conhecer a estrutura e o funcionamento dos diferentes sistemas, seus principais problemas e, conseqüentemente, desenvolver técnicas limpas para resolvê-los. Devido à complexidade dessa tarefa, esforços vêm sendo realizados por diferentes correntes de pesquisa, mas todas considerando a mínima dependência externa de insumos, a biodiversidade, o aproveitamento dos ciclos de nutrientes, a exploração das atividades biológicas, o uso de técnicas não poluentes, o reaproveitamento de todos os subprodutos e a integração do homem no processo. Essa forma de agricultura vem sendo denominada agricultura alternativa, onde diferentes correntes se destacam: agricultura orgânica, agricultura ecológica, agricultura natural, agricultura biodinâmica, etc.

O redesenho do sistema de produção de lírio em estufa exemplifica a importância da alteração do sistema de cultivo. Em uma propriedade de cultivo de lírio com utilização intensiva de fungicidas, inseticidas e acaricidas, localizada em Holambra/SP, foi eliminada a utilização desses produtos por meio da integração de métodos alternativos para o controle de pragas e doenças. De um modo geral, a produção atual baseia-se na colonização de um substrato desinfestado com vapor, com *Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria* e microrganismos presentes em biofertilizante para eliminar o vácuo biológico promovido pela desinfestação. Além disso, é realizada uma aplicação de biofertilizante concentrado logo após a emergência dos bulbos e, semanalmente, há aplicação massal de *Trichoderma* e *Clonostachys*, bem como leite e óleo de nim (*Azadirachta indica*). Associado a esses produtos e a uma fertilização equilibrada, um programa de sanitização é mantido em todas as estufas. Esse exemplo demonstra que não deve apenas ser substituído um produto químico por algum produto alternativo, mas, sim, realizar a alteração de todo o sistema de produção para obter sucesso, pois a simples substituição de produtos poderá levar aos mesmos desequilíbrios causados pelos agrotóxicos.

AGRADECIMENTOS

Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho; Marcos Virgílio Casagrande, da Copersucar; e Hugo Kuniyuki, do Instituto Agronômico de Campinas, pelas informações fornecidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, H. 1998. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**: coletânea de receitas. Campinas: EMOPI, 115p.

- BALDASSARI, R. B.; GOES, A.; MOMESSO, L. Controle da mancha preta dos citros através de fungicidas e indutores de resistência associados a fosfito. **Summa Phytopathologica**, v. 29, p. 85-86. 2003.
- 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. 2003.
- 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. 2003.
- 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. p. 55-110. 1990.
- 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. 2003.
- CARVALHO, R. A.; CHOAIKY, S. A.; OLIVEIRA, E. F.; LACERDA, J. T.; BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. **Controle da Fusariose do abacaxizeiro com taninos e vitaminas**. João Pessoa: EMEPA-PB. 28p. (Boletim de Pesquisa, 11). 2002.
- GADELHA, R.S.S.; CELESTINO R.C.A.; SHIMOYA A. **Efeito da urina de vaca na produtividade do abacaxi**. Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável, v. 1, p. -. 2002.
- GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar**: solarização e coletor solar. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular, 1). 1997.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 281-286. 1991.
- GÓES, A.; RODAS, V. Z.; RODAS, T. H. Z. Control of Citrus Black Spot in an Organic Grove in Brazil. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, p. 90-91. 2004.
- PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. 2.ed. Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, 52 p. 2002.

STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 484p. 2001.

STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. Legislação e uso de produtos naturais em países do Cone Sul. In: STADNIK, M. J., TALAMINI, V. (Eds.) **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. Florianópolis, CCA/UFSC. p. 63-82. 2004.

SÔNEGO, O. R., GARRIDO, L. R., CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação do fosfito de potássio no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPV. 14 p. (Embrapa-CNPV. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11). 2003.

SOYEZ, J. L. Lês enseignements de la Campagne 2002 sur lê Phosphonate de Potassium PK2 em viticulture. **Progès Agricole et Viticole**, v. 119, p. 511-514. 2002.

TALAMINI, V.; STADNIK M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J., TALAMINI, V. (Eds.) **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. Florianópolis, CCA/UFSC. p. 45-62. 2004.

SASAKI, T.; HONDA, Y.; UMEKAWA, M; NEMOTO, M. Control of certains diseases of greenhouse vegetables with ultraviolet-absorbing vinyl film. **Plant Disease**, v. 69, p. 530-533. 1985.