

CONTROLE ALTERNATIVO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Wagner Bettiol

Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69; 13820-000 Jaguariúna, SP, Brasil. Bolsista do CNPq.
(bettiol@cpma.embrapa.br)

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 na 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, sendo que muitos são utilizados pelos agricultores há décadas.

Dessa forma, esse texto apresentará algumas técnicas alternativas (no sentido de alternativas aos fungicidas) de controle de doenças de plantas, bem como alguns agentes de biocontrole, que podem ser utilizados nos sistemas de cultivo. Detalhes dessas técnicas podem ser obtidos em Campanhola & Bettiol (2003), Bettiol (2003) e Bettiol & Ghini (2003).

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, esco-

lha da época de plantio, aração profunda e 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 min., 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 a 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 Agrônomo 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 e tem 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 substituiu 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 tratos 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 "roquing", 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 8 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 causadas 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 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{min}$. 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 o 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 cul-

tivadas 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 devida ao 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

3.1. Leite cru para o 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. Zatarin *et al.* (2005) também demonstraram a eficiência do leite em controlar o oídio da abobrinha em condições de campo.

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 dos 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 encontram-se 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 desta 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 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. 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).

Em ambiente protegido o oídio do pimentão tem se tornado uma doença de grande importância e Blat et al. (2005) demonstraram a eficiência de aplicações de fosfato monopotássico no seu controle.

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 vem 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).

Um dos melhores exemplos de uso comercial de extratos de plantas é o produto comercial Milisana®, obtido de *Reynoutria sachalinensis*. Daayf et al. (1995) e Pasini et al. (1997) demonstraram que esse extrato foi eficiente no controle de oídio das cucurbitáceas e da roseira.

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, Unifosfito e outros. Além do efeito nutricional, estes produtos têm a propriedade de estimular as defesas da planta (indução de resistência), bem como apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre os patógenos, especialmente sobre Oomicetos (Soyez, 2002).

Sônego *et al.* (2003) verificaram que os produtos a base de fosfitos de potássio são uma boa alternativa para o controle do míldio, principal doença fúngica da videira, especialmente nas regiões vinícolas 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, Goes *et al.*, 2004). Em hortaliças, como o pimentão, o produto também tem sido utilizado para o controle de míldio.

3.7. Casca de camarão/caranguejo para o controle de podridão de raízes

A incorporação de resíduos ao solo pode induzir supressividade por meio do estímulo da microbiota antagonista. 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 antagonistas 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. Benchimol & Sutton (2003) demonstraram o potencial de casca de caranguejo para o controle da Fusariose em pimenteira-do-reino.

3.8. Taninos para o 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 (*Acacia mearnsii*), 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 respon-

sáveis pela ação inseticida, acaricida e nematocida 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 Fusariose do abacaxizeiro, causada por *Fusarium subglutinans*. 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 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.

3.11. Silício para supressão de doenças

O Silício (Si) é o segundo elemento mais abundante na terra após o oxigênio. Apesar de não ser essencial para as plantas, é um importante constituinte variando de 0,1 a 10% da massa seca das plantas (Epstein, 1994). Culturas como arroz, cana-de-açúcar e cucurbitáceas são ricas em Si apresentando no mínimo 10% do seu peso. Esse elemento pode contribuir de forma significativa para a saúde das plantas, sendo que diversos autores discutem o efeito do silício solúvel no manejo de doenças, entre eles, Bélanger *et al.* (1995), Datnoff *et al.* (2001) e Rodrigues & Datnoff (2005). Bélanger *et al.* (1998) estimam que cerca de 60% dos produtores de pepino e 30% dos produtores de rosa da Europa usam regularmente silício nessas culturas para o controle de oídio. Smith *et al.* (2005) demonstraram que aplicações de silicato de potássio, via irrigação, reduziram consideravelmente a murcha causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* em algodoeiro. Zainuri *et al.* (2005) demonstraram o potencial do silício solúvel na indução de resistência de frutos de manga contra a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Rodrigues & Datnoff (2005) discutem detalhadamente o efeito de silício no manejo de doenças do arroz.

3.12. Óleos

É bem relatada a eficiência de diversos óleos [óleo de canola, JMS Stylet oil (destilado alifático de petróleo), Synerrol (óleo vegetal emulsificável), Ecolife-40 (extrato graxo de citros)], no controle de Oídios de várias culturas (pepino, roseira, feijoeiro) (Pasini *et al.* 1997; McGrath & Shishkoff, 1999/2000; Jayme *et al.*, 1999). Bastos (comunicação pessoal, setembro 2005) relatou a atividade biológica do óleo essencial e dos subprodutos de *Piper aduncum* (pimenta-de-macaco) como fungicida, bactericida, acaricida e inseticida. Dhingra *et al.* (2004) demonstraram que óleo essencial de mostarda foi efetivo no controle de damping-off em feijoeiro causado por *Rhizoctonia solani*. O uso dos óleos vegetais de reconhecido efeito sobre fitopatógenos é dependente de sua disponibilidade, sendo que nos últimos anos diversas empresas estão viabilizando o seu uso. Nesse sentido um dos melhores exemplos é o uso de óleo de nim para o controle de pragas.

3.13. Quitosana

A quitina é um polissacarídeo natural que se destaca do ponto de vista químico, por apresentar um grupo acetamido e a sua desacetilação conduz a um novo biopolímero denominado quitosana. Ambos os biopolímeros assemelham-se quimicamente às celulosas e possuem características físico-químicas peculiares. Durante os últimos trinta anos, estes biopolímeros vêm despertando bastante interesse junto à comunidade científica, devido principalmente ao potencial de aplicação apresentado por estes materiais em diversas áreas. Este fato é observado tanto para as formas naturais como para os derivados. Por ser muito abundante na natureza; obtidos por síntese natural; ser os principais componentes das cascas de crustáceos, que geralmente são detectados como resíduos de processamento industrial; biodegradadores; biocompatíveis com os órgãos, tecidos e células de animais e plantas; processados de diversas formas como flocos, pó fino e etc.; efetivo para o controle de patógenos o interesse sobre esses biopolímeros tem aumentado nos últimos anos.

A quitosana tem sido relatada como um importante indutor de resistência de plantas e alguns produtos estão sendo lançados no mercado com essa finalidade. Segundo Cavalcanti et al. (2004), um dos produtos contendo quitosana registrado nos EUA para uso no controle de oídio, mildio e mofo cinzento de abóbora, batata doce, tomate, pimenta, ervilha, cebola, melão, melancia, alface, feijão, trigo, amora, morango, cereja e outras frutíferas é o Elexa® 4PD, que possui 4% de quitosana. O modo de ação do produto é pela ativação do sistema de defesa das plantas. No Brasil, Gurgel et al. (2005) demonstraram o efeito de quitosana aplicada antes da inoculação no controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* em tomateiro.

3.14. Extrato aquoso de matéria orgânica

Esses extratos, também denominados Chá de composto, apresentam como característica principal uma complexa comunidade microbiana, possivelmente responsável pelo controle dos patógenos. McQuilken et al. (1994), usando extratos aquosos obtidos da mistura de esterco e palha compostada, obtiveram supressão do desenvolvimento de lesões de *Botrytis cinerea* em folhas de feijão. Também Elad & Shtienberg (1994) obtiveram controle deste pató-

geno em tomate, pimentão e uva, pulverizando extratos aquosos de compostos produzidos a partir de mistura de esterco de vaca e de galinha e a partir de bagaço de uva.

Além do controle de patógenos, existem referências sobre seu efeito nutricional nas plantas (McQuilken et al., 1994). Contudo, há necessidade de se estudar os possíveis problemas na saúde pública. Assim, para minimizar os possíveis problemas, sugere-se o uso de matéria orgânica livre de metais pesados e de agentes nocivos à saúde pública, sendo necessariamente que os extratos devem ser obtidos de materiais compostados.

4. Agentes de controle biológico de doenças de plantas utilizados no Brasil

4.1. Estirpes fracas de CTV para premunização contra a tristeza dos citros

A tristeza dos citros é causada por um clostrovírus (CTV) limitado ao floema. O CTV é capaz de infectar muitas espécies, variedades e híbridos de citros. Os sintomas induzidos pelo CTV variam de acordo com o isolado do vírus presente e do hospedeiro. O perecimento das combinações de citros em porta-enxerto de laranja azeda, que é o sintoma clássico, causou no passado a morte de aproximadamente 10 milhões de plantas no Brasil. Esse tipo de sintoma não 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 é a utilização de porta-enxertos tolerantes ao vírus, o que permitiu a ampliação da citricultura brasileira, principalmente a paulista, possibilitando que a mesma se tornasse a maior do mundo.

A utilização do porta-enxerto tolerante ao vírus da tristeza não foi solução satisfatória para controlar os danos ocasionados por isolados indutores de caneluras. Nesse caso, a solução encontrada foi o uso da premunização, que é a técnica de promover a infecção 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 culturas, o uso é restrito ou inexistente. O agente de controle biológico foi encontrado naturalmente em plantas que se sobressaíam em pomares da cultivar que se desejava premunizar. A multiplicação do agente é realizada pela perpetuação de plantas matrizes e lotes de borbulheiras premunizadas (Müller & Costa, 1991).

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

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

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

O mosaico da abobrinha, causado pelo vírus do mosaico do mamoeiro estirpe melancia (PRSV-W), é a virose mais comumente encontrada em plantios de abobrinhas de moita, 'Menina Brasileira' e abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto, no país. Esse vírus é transmitido de forma eficiente por numerosas espécies de pulgões. As perdas na produção podem chegar a 100%, especialmente nos casos em que as plantas são infectadas no início de seu desenvolvimento.

O controle biológico do mosaico das abobrinhas tipo moita e da 'Menina Brasileira' e da abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto se dá por meio da premunização com estirpes fracas do vírus causador do mosaico. De início, foram selecionadas diversas estirpes fracas do vírus do agente causal da doença a partir de bolhas que ocorrem em folhas de abobrinha de moita 'caserta' com sintomas de mosaico. Algumas dessas estirpes fracas são estáveis e protegem eficientemente as plantas quando expostas às estirpes fortes do vírus. Entre elas foram selecionadas duas estirpes fracas que estão se mantendo mais estáveis desde a sua seleção, sendo que: a maioria das plantas de abobrinha de moita premunizadas no estádio de folha cotiledonar e expostas no campo não apresenta sintomas severos da doença durante um período de 60 – 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 estádio de folha cotiledonar. Para tanto, folhas de abobrinha previamente inoculadas com a estirpe fraca são maceradas. Esse material acrescido de um abrasivo é inoculado nas plantas com auxílio de pistola de pintura.

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

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

Diversos produtos à base de *Trichoderma* têm sido comercializados no Brasil para uso em substrato de produção de mudas, especialmente em hortaliças e ornamentais. A recomendação geral é a adição

do fungo via líquida (irrigação) ou sólida (incorporação do substrato contendo esporos e micélio do fungo) após a desinfestação ou esterilização do substrato e alguns dias antes do semeio ou transplantio.

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

No caso do fumo, o tombamento causado pelos fungos de solo *Pythium*, *Sclerotinia* e *Rhizoctonia* é muito importante nas áreas de cultivo no sul do país. Esses fungos podem ser controlados com produtos biológicos à base de *Trichoderma*. Esse antagonista atua por parasitismo no controle dos principais fungos causadores de doenças nas mudas. A utilização do produto é simples. No sistema "float" o produto é misturado ao substrato na proporção de 100 g/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 consequente redução de riscos para os produtores e consumidores. O uso da prática possibilitou a substituição do brometo de metila, resultando em uma contribuição para a proteção do ambiente.

Além da incorporação em substrato o fungo *Trichoderma* é utilizado no tratamento de sementes e na irrigação via pivô em grandes culturas na região central do país. 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. Para esses patógenos, o controle por meio de fungicidas tem uma eficiência baixa. O bioagente é aplicado via tratamento de semente, no plantio, e também pela água de irrigação nos pivôs centrais. Diversas empresas comercializam o fungo *Trichoderma* para uso nesse sistema.

O tratamento de covas ou sulcos de plantio com o antagonista também vem sendo realizado em diversas culturas. Um exemplo é o uso de *Trichoderma viride* no cultivo da maçã no sul do Brasil. O fungo *Phytophthora cactorum* causa podridão das raízes da macieira, sendo que, no replantio, utiliza-se tradicionalmente o brometo de metila para desinfestação das covas. A substituição do brometo de metila se deu com o uso associado de dose baixa de formaldeído (3%), esterilizante que não polui o solo, com propágulos de *T. viride*, organismo altamente competitivo no solo e antagonista a *P. 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. Maiores informações podem ser obtidas com a Dra. Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Embrapa Uva e Vinho.

4.4. Antagonistas e manejo para controle da vassoura-de-bruxa do cacauzeiro

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 cacauzeiros, procurando cumprir as recomendações da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (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* (linha-gem TVC), formulado pela CEPLAC/CEPEC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisa do Cacau) com o nome de Tricovab. O produto encontra-se em processo de registro nos órgãos competentes. Castro et al. (2001) realizaram estudos ecotoxicológicos com *Trichoderma stromaticum* e concluíram que o fungo é potencialmente seguro para organismos não-alvo.

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.

4.5. *Clonostachys rosea* (*Gliocladium roseum*) para o controle de *Botrytis* no morangueiro e ornamentais

O fungo *Botrytis cinerea* causa podridão de frutos, morte de flores e folhas em culturas de morango e plantas ornamentais em cultivo protegido. O controle biológico é realizado com *Clonostachys*

rosea. Os trabalhos iniciais foram feitos utilizando-se um isolado obtido junto à Universidade de Guelph, Canadá. Entretanto, foram obtidos isolados em condições brasileiras com eficiência similar ou superior a este. O antagonista é multiplicado tanto em fermentação líquida, como em semi-sólida e sólida em grãos de trigo ou arroz. O produto aplicado consiste basicamente de esporos ou micélios secos do bioagente, sendo sua aplicação realizada com pulverizador costal ou motorizado. A época adequada para sua aplicação é desde o início da floração até a colheita, em intervalos semanais. A concentração recomendada é de 10^6 a 10^7 conídios ou partículas/mL em mistura com espalhante adesivo a 0,01%. A eficiência do produto é semelhante ou levemente superior à dos fungicidas (Sutton et al, 1997). Dessa forma, permite suprimir o uso de fungicidas nos frutos para consumo. A técnica ainda é restrita para áreas pequenas e principalmente a produtores de morango da região de Bento Gonçalves, RS e em Serra Negra, SP. Também produtores de lírios e outras ornamentais na região de Holambra, SP têm utilizado o agente de biocontrole com sucesso. A sua produção está sendo transferida dos laboratórios da Embrapa para laboratórios particulares, visando ao seu aumento. Maiores informações podem ser obtidas com a Dra. Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, na Embrapa Uva e Vinho e com o Dr. Marcelo A. B. Morandi, na Embrapa Meio Ambiente.

5. 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 relacionado à cultura dos agricultores, que utilizam quase que 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 adoção limitada 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 fornecer 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 na 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 a aplicação massal de *Trichoderma*, *Clonostachys* bem como leite e óleo de nin. Associado a esses produtos e de 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; Marcelo Morandi, da Embrapa Meio Ambiente; e Eduardo Bernardo, da Unesp/Botucatu, 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.** 2003. Controle da mancha preta dos citros através de fungicidas e indutores de resistência associados a fosfito. Summa Phytopathologica, v. 29. p. 85-86.
- BENCHIMOL, R.L.; SUTTON, J.C.** Uso de casca de caranguejo no controle da fusariose e no desenvolvimento de mudas de pimenteira-do-reino. Fito-patologia Brasileira, 28: S346, 2003.
- BÉLANGER, R.R.; BOWEN, P.A.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G.** Soluble silicon. Its role in crop and disease management of greenhouse crops. Plant Disease, v. 79. p.329-336, 1995.
- BÉLANGER, RR; DIK, AJ; MENZIES, JG.** 1998. Powdery Mildews: Recent Advances Toward Integrated Control. In: Boland, GJ; KUYKENDALL, LD. (eds). Plant microbe interactions in biological control. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 89-109.
- BETTIOL, W.** 2003. 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.
- BETTIOL, W.; STADNIK, M. J.** 2001. Controle alternativo de Oídios. In: STADNIK, M. J. Oídios. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 165-192.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.** 2003. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: Campanhola, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 80-96.
- BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D.; LUIZ, A.J.B.** 1999. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. Crop Protection, v. 18, p. 489-492.
- BIRD, G.W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E.** 1990. 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.
- BLAT, S.F.; TEIXEIRA, L.D.D.; DIAS, C.T.S.; COSTA, C.P.** Efeito de fosfato monopatássico no controle do oídio do pimentão. Summa Phytopathologica, v. 31. p.268-270, 2005.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W.** 2003. 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.
- CARVALHO, R.A.; CHOAIRY, S.A.; OLIVEIRA, E.F.; LACERDA, J.T.; BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S.** 2002. Controle da Fusariose do abacaxizeiro com taninos e vitaminas. João Pessoa: EMEPA-PB. 28p. (Boletim de Pesquisa, 11).
- CASTRO, V.; JONSSON, C.; MELO, I.; NUNES, F.** Avaliação de risco ecotoxicológico de *Trichoderma stromaticum* usado como biopesticida, Ecotoxicology and Environmental Restoration, 4(1): 18-24, 2001.
- CAVALCANTI, L.S., RESENDE, M.L.V. et al.** Ativadores de resistência disponíveis comercialmente. In. II Reunião Brasileira sobre indução de resistência em plantas. Lavras, UFLA. p. 82-97, 2004.
- CEPLAC.** 1995. Manual de recomendações para o controle da vassoura-de-bruxa. Itabuna, CEPLAC, 16p.
- COSTA, L.A.S.; MÜLLER, G.W.** 1980. Tristeza control by cross protection: a U.S. – Brazil Cooperative Success. Plant Disease, v. 64, p. 538-541.
- DAAYF, F; SCHMITT, A; BÉLANGER, RR.** 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew and leaf physiology of long English cucumber. Plant Disease, 79: 577-580.

- DATNOFF, L.E.; SEEBOLD, K.W.; CORREA-V, F.J. Use of silicon for integrated disease management: reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. In: Datnoff, L.E.; Snyder, G.H.; Korndorfer, G.H. Silicon in agriculture. Elsevier Science, p. 171-184, 2001.
- DIAS, P.R.P.; REZENDE, J.A.M. 2000. Premunização da abóbora híbrida Tetsukabuto para o controle do mosaico causado pelo *Papaya ringspot virus* – type W. **Summa Phytopathologica**, v. 26, p. 390-398.
- DHINGRA, O.D.; COSTA, M.L.N.; SILVA JR, G.J.; MIZUBUTI, E.S.G. Essential oil of mustard to control *Rhizoctonia solani* causing seedling damping off and seedling blight in nursery. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29. p.683-686, 2004.
- GADELHA, R.S.S., CELESTINO R.C.A., SHIMOYA A. 2002. Efeito da urina de vaca na produtividade do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, p. -.
- ELAD, Y.; SHITENBERG, D. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). **Crop Protection**, v. 13, p.109-114, 1994.
- GHINI, R. 1997. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular, 1).
- GHINI, R.; BETTIOL, W.1991. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 281-286.
- GOES, A.; RODAS, V Z ; RODAS, T H Z. 2004. Control of Citrus Black Spot in an Organic Grove in Brazil. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, p. 90-91.
- GURGEL, L.M.S.; OLIVEIRA, S.M.A.; COELHO, R.S.B. Resistência induzida contra a murcha de fusário do tomateiro com indutores abióticos. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 158-164, 2005.
- McQUILKEN, M.P.; WHIPPS, J.M.; LYNCH, J.M. Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. **World J. Microbiology and Biotechnology**, v. 10, p. 20-26, 1994.
- MÜLLER, G.W.; COSTA, A.S. 1991. Premunização de plantas cítricas In: BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, p. 285-293.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. **Alternative agriculture**. Washington, D.C., National Academy Press. 448p.
- PASINI, C; D'AQUILA, F; CURIR, P; GULLINO ML. 1997. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. **Crop Protection** 16: 251-256.
- PONTE J.J. 2002. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 2ª Edição. Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, 52 p.
- REZENDE, J.A.M., MÜLLER, G.W. 1995. Mecanismos de proteção entre vírus e controle de viroses de vegetais por premunização. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 3, p. 185-226.
- REZENDE, J.A.M., PACHECO, D. A. 1998. Control of papaya ringspot vírus-type W in zucchini squash by cross protection in Brazil. **Plant Disease**, v. 82, p. 171-175.
- REZENDE, J.A.M.; PACHECO, D.A.; IEMMA, A.F. 1999. 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.
- RODRIGUES, F.A.; DATNOFF, L.E. Silicon na rice disease management. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30. p.457-469. 2005.
- SASAKI, T.; HONDA, Y.; UMEKAWA, M.; NEMOTO, M. Control of certain diseases of greenhouse vegetables with ultraviolet-absorbing vinyl film. **Plant Disease**, v. 69, p.530-533, 1985.
- SMITH, L.J.; O'NEIL, W.T.; KOCHMAN, J.K.; LEHANE, J.; SALMOND, G. Silicon and Fusarium wilt of cotton. **The 15th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference Handbook**. 2005, p.171.
- STADNIK, M.J.; RIVERA, M.C. 2001. Oídios. **Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente**, 484p.

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

SÔNEGO, O.R., GARRIDO, L.R., CZERMA-INSKI, A.B.C. 2003. 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).

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

SUTTON, J.C.; LI, DE-W.; PENG, G.; YU, H.; ZHANG, P.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. *Gliocladium roseum*: a versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. **Plant Disease**, v.81, p.316-328, 1997.

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

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. 1991. Possibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em macieira. In: BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNP-MA, p. 303-305.

ZAINURI; IRVING, D.E.; DANN, E.K.; COOKE, A.W., COATES, L.M; WEARING, A.H. Bion and silicon treatments induce mango fruit resistance to anthracnose disease. The 15th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference Handbook. 2005, p.87.

ZATARIN, M.; CARDOSO, A.I.I.; FURTADO, E.L. Efeitos de tipos de leite sobre oídio em abóbora plantadas no campo. **Horticultura Brasileira**, v. 23. p. 198-201, 2005.