

# 5

## Controle físico de doenças e de plantas invasoras

**Wagner Bettiol**

**Raquel Ghini**

### Introdução

O controle físico de doenças de plantas e de plantas invasoras disponíveis para uso pelos agricultores são discutidos nesse capítulo. Para cada método físico são apresentadas as suas características, as práticas de controle comumente utilizadas, o método de controle físico e as possibilidades ou perspectivas de seu uso pelos agricultores.

Nesse capítulo são relatados os seguintes métodos físicos: solarização do solo para o controle de fitopatógenos habitantes do solo; coletor solar para a desinfestação de substratos para a produção de mudas; tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação de raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas em cana-de-açúcar; termoterapia em videira; utilização de luz UVC para o controle de podridão de maçãs em pós-colheita; eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação e controle de plantas invasoras por meio de descargas elétricas.

## Solarização do solo para o controle de fitopatógenos habitantes do solo

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

As doenças veiculadas por fitopatógenos habitantes do solo são um dos mais importantes problemas fitossanitários. Esses patógenos incluem diversas 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 no solo.

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. Dessa forma, tem sido praticado em estufas, canteiros para produção de mudas ou campos de culturas altamente rendosas. O solo é coberto por uma lona e o vapor, produzido por uma caldeira, é injetado, promovendo o controle de patógenos, plantas daninhas e pragas, por meio da elevação da temperatura do solo.

O tratamento com vapor é feito por pelo menos 30 min., sendo que o solo deve atingir a temperatura mínima de 80°C. Esse aquecimento durante a desinfestação pode causar diversas reações químicas. A decomposição da matéria orgânica é acelerada, causando a liberação de amônia, dióxido de carbono e produtos orgânicos. Os materiais inorgânicos são degradados ou alterados; os nitratos e nitritos são reduzidos a amônia e a solubilidade ou disponibilidade dos nutrientes é modificada, podendo haver o acúmulo em nível tóxico, como o manganês, por exemplo.

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”. O equilíbrio da comunidade microbiana do solo é destruído ou profundamente modificado. A recolonização é feita, basicamente, por microrganismos termotolerantes sobreviventes, microrganismos do solo adjacente não tratado, do ar, da água ou aqueles introduzidos com material vegetal. Esse pode ser um sério risco do tratamento, já que a redução da população de antagonistas, geralmente, significa uma rápida disseminação do patógeno reintroduzido.

O controle químico com o uso de fungicidas erradicantes, como os fumigantes, também apresenta o problema de criação de “vácuo biológico”, como descrito para o tratamento com vapor, além de problemas quanto a custo, eficiência e resíduos, podendo causar a contaminação do aplicador, do alimento produzido e do ambiente.

Um dos principais produtos utilizados, o brometo de metila, possui ação destruidora da camada de ozônio da estratosfera terrestre. Por esse motivo, a Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em Viena, em dezembro de 1995, estabeleceu prazos para sua eliminação do mercado. Outros produtos estão disponíveis, mas nenhum possui as características do brometo, isto é, devido à sua versatilidade, não há um produto que possa substituí-lo integralmente no tratamento de solo, para o controle de uma ampla gama de organismos. Além disso, a pressão da sociedade por uma agricultura com menores impactos ambientais tem incentivado trabalhos de pesquisa com métodos não-químicos em substituição ao brometo.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

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.

*Sclerotinia*, *Pyrenochaeta*, *Phytophthora*, *Thielaviopsis*, *Rosellinia* e *Macrophomina*. A solarização controla também bactérias (*Pseudomonas*) e nematóides (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Platylenchus*, *Ditylenchus*, *Paratrichodorus*, *Criconemella*, *Xiphinema*, *Helicotylenchus* e *Paratylenchus*). A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura sem a necessidade de se repetir o tratamento de solarização. O efeito prolongado é resultado da pronunciada redução na quantidade de inóculo associada a uma mudança no equilíbrio biológico do solo, em favor de antagonistas, retardando a reinfestação.

Além dos patógenos, diversas plantas invasoras também podem ser controladas pela solarização. Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas invasoras, visto que significa uma grande redução de mão-de-obra. Devido às dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de invasoras constitui-se num excelente indicador da eficiência do método. A presença de plantas invasoras pode significar que as temperaturas atingidas não foram suficientes para um controle satisfatório. Quando a solarização é bem sucedida, há o controle de plantas invasoras (Figura 3).

Um maior crescimento de plantas é freqüentemente observado nos solos solarizados, assim como uma maior produtividade. Esse efeito, que pode ocorrer mesmo na ausência de patógenos, deve-se a diversos processos desenvolvidos durante a solarização, que envolvem mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Devido à simplicidade e disponibilidade de bobinas plásticas em todas as regiões, a solarização pode ser utilizada de forma geral em todo o país. Há, entretanto, a necessidade de se conhecer o melhor período para sua utilização em cada região. Por exemplo, para a região de Campinas, SP, o melhor período é entre setembro a março (Figuras 1 e 2).

Foto: Rogério Chesi



**Figura 3.** Coletor solar utilizado para a desinfestação de substrato, modelo Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 4.** Coletores do Núcleo de Produção de Mudas da CATI situado em São Bento do Sapucaí, SP.

A solarização tem se mostrado viável para diversas culturas, apresentando, principalmente, as vantagens decorrentes do fato de não ser um método químico. A energia solar, elevando a temperatura do solo, promove uma alteração na composição da microbiota do solo, sem eliminá-la totalmente, dificultando a reinfestação com patógenos. Além disso, apresenta também como vantagens a sua simplicidade e a facilidade de aplicação.

Entre as desvantagens, pode-se citar: a necessidade de máquinas para a colocação do plástico em áreas extensas; a necessidade do solo

permanecer sem cultivo durante o tratamento; as limitações climáticas; e o custo proibitivo para algumas culturas menos rentáveis.

## Coletor solar para a desinfestação de substratos para produção de mudas

### Características das doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo e práticas de controle utilizadas

As doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo constituem um dos principais problemas para a produção de mudas em viveiros. Esses patógenos podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar tombamento de plântulas, murcha devido a danos no sistema vascular, apodrecimento e destruição de raízes. Como conseqüência, há uma queda na quantidade e qualidade das mudas produzidas, resultando em graves prejuízos para o viveirista. Além disso, um dos mais sérios problemas é a disseminação de patógenos pelas mudas contaminadas para áreas ainda não infestadas, haja vista que, uma vez introduzidos no solo, tanto a convivência quanto a erradicação desses patógenos apresentam problemas, devido aos poucos métodos de controle disponíveis e suas desvantagens.

Entre os patógenos habitantes do solo estão, principalmente, diversos gêneros de fungos, tais como *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Colletotrichum*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*; bactérias, tais como *Xanthomonas* e *Pseudomonas*; e nematóides, especialmente, do gênero *Meloidogyne*.

O controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do patógeno no viveiro, por exemplo, por meio de cuidados com a qualidade da água de irrigação, sementes, mudas, além de outros materiais que serão utilizados no preparo do substrato e que possam conter propágulos do patógeno.

A utilização de vapor para a desinfestação de substrato é restrita devido ao custo do equipamento necessário. O vapor, produzido por uma caldeira, é

injetado no substrato, promovendo o controle de patógenos, plantas daninhas e pragas, por meio da elevação da temperatura do substrato.

O controle químico com o uso de fungicidas erradicantes, como os fumigantes, tem sido o método convencional de controle de patógenos habitantes do solo, na maioria dos viveiros. O produto mais utilizado é o brometo de metila, que é um fumigante altamente tóxico. O brometo de metila se apresenta na forma gasosa, comprimido em latas e é aplicado sob uma cobertura plástica, a qual é retirada 24 a 48 horas após a aplicação. Há a necessidade de um período mínimo de 7 dias de aeração antes do plantio. As principais vantagens do uso de brometo de metila são: 1) ação rápida e consistente; 2) o espectro de ação contra patógenos do solo é mais amplo do que os demais tratamentos, exceto a vaporização; 3) não ocorrem problemas com resistência; 4) fácil penetração no solo; 5) pode ser usado em solos com uma maior variedade de umidade e temperatura do que outros produtos; 6) dissipa-se rapidamente após o tratamento; 7) apresenta ação viricida, que nenhum outro fumigante apresenta. Entretanto, entre as principais desvantagens do seu uso, estão: 1) a alta toxicidade e volatilidade tornam importantíssima a adoção de medidas de proteção dos trabalhadores; 2) reduz a biodiversidade do solo; 3) resíduos de brometo são formados no solo, podendo causar problemas a algumas culturas; 4) poluição do ar em áreas próximas; 5) contaminação da água em áreas com lençol freático alto, isto é, mais superficial; 6) problemas referentes ao destino final dos plásticos usados no tratamento; 7) elimina todos os microrganismos do solo, inclusive os antagonistas, criando o chamado “vácuo biológico”, que facilita a reinfestação por patógenos. Além dos riscos à saúde do trabalhador e dos demais problemas apresentados, recentemente descobriu-se que o brometo de metila possui ação destruidora da camada de ozônio da estratosfera terrestre. Por esse motivo, medidas foram tomadas para restringir o seu uso até a completa proibição em 2010. Devido à sua versatilidade, não há um único tratamento químico alternativo ou uma combinação de produtos que possam substituir o brometo de metila em todos os seus diversos usos na fumigação do solo.

### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

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 1 ou 2 dias.

Por não se tratar de um método químico, apresenta vantagens quanto à segurança do aplicador, ausência de resíduos e não contaminação do ambiente. O substrato tratado nos coletores pode ser prontamente utilizado, enquanto que no caso do brometo é necessário um período para aeração e eliminação dos resíduos do produto, que podem ser tóxicos, tanto para a planta, quanto para o trabalhador que manuseá-lo.

Além disso, o coletor solar não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil construção e manutenção e tem baixo custo.

O tratamento com o coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação do substrato pelo patógeno, o que não ocorre no tratamento com brometo de metila que esteriliza o solo, criando um “vácuo biológico”.

O coletor solar apresentado na Figura 3 foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, com apoio financeiro da Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, consistindo, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos de ferro galvanizado 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°. A tampa refletora, constituída por uma chapa de alumínio, tem a finalidade de aumen-

tar a radiação recebida pelos tubos. Entretanto, a tampa não é essencial para o funcionamento do equipamento, haja vista que além de onerar a sua construção, eleva a temperatura em apenas alguns graus. Os detalhes de sua construção são apresentados por Ghini & Bettiol (1991) e por Ghini (1998).

O Núcleo de Produção de Mudas da Cati situado em São Bento do Sapucaí, SP é um exemplo de um viveiro que adotou a nova técnica para tratamento em larga escala de substrato para produção de mudas. Nesse viveiro, o brometo de metila foi totalmente substituído pelos coletores solares em 1998. Na Figura 4 observa-se a disposição dos coletores solares no Núcleo de Produção de Mudas da Cati.

O coletor solar pode ser usado durante o ano todo, exceto em dias de baixa radiação solar. Por exemplo, na região de São Bento do Sapucaí, SP, o maior período sem possibilidade de uso dos coletores foi de aproximadamente 20 dias, durante outubro/novembro, devido à intensa precipitação. Entretanto, há a possibilidade de se estocar o substrato tratado para esses períodos.

As temperaturas do substrato atingidas dentro de um coletor solar com 15cm de diâmetro são apresentadas na Figura 5, demonstrando a eficiência do equipamento no seu aquecimento.

O coletor solar mostrado na Figura 3 tem capacidade para tratar 116 litros de substrato. Em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

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

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

ainda mais o seu custo. Com cuidados mínimos de manutenção, o coletor pode durar muitos anos.

O substrato tratado no coletor apresenta as mesmas características do substrato tratado por brometo de metila e outros produtos químicos, no que se refere ao controle de fitopatógenos. 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.

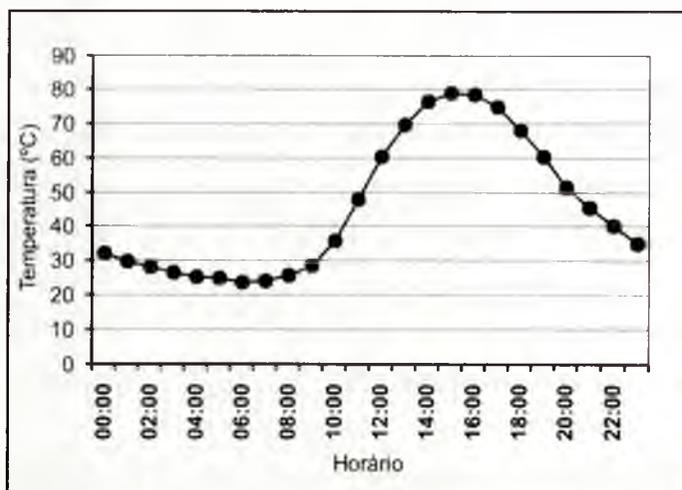


Figura 5. Temperaturas do substrato dentro de um coletor solar modelo Embrapa Meio Ambiente.

Atualmente, a Embrapa Meio Ambiente está negociando uma parceria com empresas privadas para a fabricação do coletor solar. Assim, no momento ele não está disponível no mercado para compra, devendo ser construído pelo viveirista.

Do ponto de vista legal sua utilização não apresenta restrições, pois trata-se de um método que não apresenta riscos ao ser humano, a outros organismos e ao ambiente.

Os principais problemas relatados quanto ao uso do coletor são: não pode ser usado em dias chuvosos; emprega o dobro da mão-de-obra neces-

sária para o tratamento com brometo de metila; requer manutenção, ainda que simples, para garantir a sua durabilidade. Entretanto, as vantagens dessa tecnologia são amplamente compensatórias, inclusive do ponto de vista financeiro, pois o custo final do tratamento é inferior aos dos produtos químicos empregados.

## Tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte para o controle do raquitismo e da escaldadura em cana-de-açúcar<sup>1</sup>

### Características das doenças e práticas de controle utilizadas

No cultivo da cana-de-açúcar, o uso de fungicidas para o controle de doenças não é uma prática usual. Na maior parte dos casos, o controle baseia-se na exclusão, sanidade das mudas e uso de variedades resistentes ou tolerantes obtidas em programas de melhoramento. Contudo, algumas práticas podem ser adotadas visando auxiliar este controle, uma vez que é muito difícil obter uma variedade que seja resistente a todas as doenças.

Entre as doenças da cana-de-açúcar, as bacterioses sistêmicas, causadoras do raquitismo e da escaldadura, apresentam sérios problemas para o seu 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* Davis, Gillaspie, Vidaver & Harris que infecta o xilema das plantas podendo provocar reduções de 10 a 30% na produtividade, dependendo da variedade envolvida e grau de infecção. A *C. xyli* subsp. *xyli* pertence à Divisão Firmicutes, Classe Firmibacteria e Gênero *Clavibacter*. A doença vem ocasionando perdas em todas as áreas canavieiras do mundo, as quais nem sempre podem ser avaliadas devido à falta

---

<sup>1</sup> Informações básicas fornecidas por Marcos Virgílio Casagrande, da Copersucar, Piracicaba, SP

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 é causada por uma bactéria e, como o raquitismo, propaga-se pelo plantio de toletes infectados e instrumentos de corte, especialmente facões. A bactéria causadora da escaldadura é *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson, pertencente a Divisão Gracilicutes, a Classe Scotobactéria, a Família Pseudomonadaceae e ao Gênero *Xanthomonas*.

Assim sendo, o controle dessas doenças é baseado na termoterapia, ou tratamento térmico de toletes ou gemas isoladas, e na desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação dessas doenças sistêmicas.

#### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

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, com um menor custo de produção. Através do diagnóstico pela microscopia de contraste de fase, a eficiência de diversas temperaturas e tempo de tratamento foi testada no Centro de Tecnologia Copersucar no controle da doença. A maior eficiência foi 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. O estudo permitiu que esse tratamento fosse recomendado em substituição ao utilizado, de 50,5°C por 2 horas. Neste processo, toletes de uma gema com aproximadamente 8cm de comprimento são trata-

dos em tanques modelo Copersucar com capacidade para 250 litros. Todavia, o usuário poderá optar por outros modelos de tanque existentes no mercado, com maior ou menor capacidade, desde que certifique-se que este equipamento proporciona um perfeito controle de temperatura.

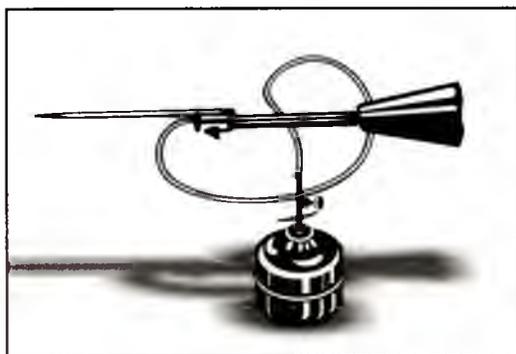
O tratamento térmico é realizado no material destinado ao plantio de viveiros, podendo ser feito em qualquer época do ano, embora o período compreendido entre setembro e março seja o mais aconselhável por apresentar uma faixa de temperatura ideal à brotação das gemas tatadas. O material usado para o tratamento térmico deve ser o melhor possível, com ótima sanidade e vigor. Deve ser dada preferência às canas de soqueira de viveiros tratados termicamente, de maneira a melhorar a sanidade do material a cada tratamento. O material a ser tratado deve apresentar de 10 a 12 meses de idade, os colmos devem ser cortados com facões desinfestados a fogo (técnica descrita a seguir), sem despalha e carregados cuidadosamente para evitar danos mecânicos às gemas. Este processo não é 100% eficiente, pois depende de fatores ligados à variedade, ao diâmetro dos colmos e aos cuidados na execução do processo. A eficiência aumenta quando se promove o tratamento seriado, ou seja, tratam-se colmos oriundos de plantas previamente submetidas ao tratamento térmico. Para o adequado funcionamento de uma unidade de tratamento térmico são necessários de 10 a 12 homens/dia para realizaras diversas atividades ligadas ao processo.

A desinfestação de ferramentas de corte é outra prática que, aliada à citada, contribui para a redução da 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. O uso de vapor d'água ou água quente é impraticável em condições de campo. Entre os produtos químicos que podem ser usados está a creolina em solução a 10% em água; neste caso, as ferramentas devem permanecer na solução por pelo menos meia hora antes do uso. A desinfestação usando creolina, além de demorada, torna-se inconveniente por deixar um odor desagradável nas mãos dos cortadores que invariavelmente se mostram reatários ao processo. A desinfestação pelo fogo,

através de flambadores, mostra-se a alternativa mais viável e eficiente. 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 e muitas unidades produtoras possuem unidades móveis com todos os equipamentos necessários para a desinfestação a fogo. O equipamento usado é bastante simples, constituindo-se por um flambador modelo Copersucar acoplado a um pequeno botijão de gás. É importante salientar que os usuários do método devem ser previamente treinados para evitar acidentes. Conforme mencionado, a desinfestação das ferramentas de corte deve ser feita em momentos específicos, tais como: no início da jornada de trabalho, nas pausas para almoço ou café, sempre que mudar de talhão e sempre que mudar de variedade. Esta prática deve ser adotada tanto no corte de viveiros como de áreas comerciais. A Figura 6 apresenta o modelo do equipamento-protótipo desenvolvido pela Copersucar.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A técnica, além de estar totalmente disponível para uso, é utilizada em grande escala pelas empresas plantadoras de cana. Os equipamentos aqui relatados estão disponíveis no mercado. Por exemplo, o equipamento para o tratamento térmico é comercializado pela Fertron, Av. César Mingossi, 108; Sertãozinho, SP; e o flambador de facões, pela Damaceno & Oliveira Ltda., Rua Humberto Alves Tossi, 1000; Lençóis Paulista, SP.



**Figura 6.** Equipamento protótipo para desinfestação de facões de corte (Copersucar, 1985).

## Termoterapia em videira<sup>2</sup>

### Características das doenças e práticas de controle utilizadas

O controle das doenças causadas por vírus, atribuídas a vírus da videira, é baseado no emprego de material propagativo sadio de variedades produtoras de frutos e de porta-enxertos, que é obtido principalmente por meio de indexação biológica ou imunológica e de processos como a termoterapia. No Brasil, a termoterapia desempenha um papel fundamental, pois a maioria das variedades de copa e de porta-enxerto encontra-se infectada pelo menos por um vírus, tornando indispensável promover a limpeza de material propagativo mediante eliminação por calor desses agentes infecciosos.

Apesar da alta incidência com que os vírus infectam as videiras no país, eles não se disseminam naturalmente dentro das plantações através de vetor ou por meios mecânicos. Se isso ocorrer, deve ser de modo pouco eficiente. Assim sendo, o acúmulo de vírus decorre do uso de material propagativo de plantas infectadas e, conseqüentemente, não envolve a aplicação de produtos químicos para o controle desses agentes infecciosos. A termoterapia é um processo que só deve ser aplicado para variedades de copa e de porta-enxerto de importância nacional ou regional, tradicionais ou de obtenção recente, cujos materiais sadios não existam em outros países para importação.

O uso de material propagativo sadio de variedades de copa e de porta-enxerto vem se ampliando gradativamente, à medida que os vicultores se conscientizam dos problemas causados por doenças de vírus na cultura da videira. É recomendado que o uso desse tipo de material seja feito no início da instalação ou ampliação dos vinhedos.

---

<sup>2</sup> Informações fornecidas por Hugo Kuniyuki, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP.

### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

O método usual de termoterapia baseia-se no tratamento de videiras infetadas por vírus a 36-38°C, sob 12-16 horas de luz, durante 60-80 dias, associado à propagação de ápices caulinares, de cerca de 1cm de comprimento, em plantas obtidas de semente. As plantas conseguidas, após atingirem tamanho adequado, são submetidas a testes de indexação biológica ou imunológica, se cabíveis, para verificar se houve inativação de vírus. Outro método que pode ser usado de forma alternativa ou paralela ao de rotina, consiste no tratamento de gemas verdes de plantas infetadas em porta-enxertos sadios. As plantas resultantes das gemas tratadas são indexadas.

O tratamento é realizado numa câmara de temperatura e luminosidade controladas durante o período vegetativo da videira. Desde que a obtenção de clones das plantas submetidas ao tratamento seja bem sucedida, uma vez é suficiente para produção de material sadio.

As técnicas de termoterapia são simples, de fácil execução, não exigem custos adicionais, além da câmara de termoterapia, e geralmente oferecem bons resultados. Não apresenta também riscos de variação somática dos clones obtidos. A limitação da termoterapia é o longo tempo exigido para a obtenção dos resultados (obtenção dos clones e indexação para vírus), mas isso é um fato inerente às plantas perenes e decíduas, como a videira.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Dependendo do vírus, da variedade e da planta tratada, a eficácia do método é de 50 a 100%. Atualmente, somente as instituições onde são desenvolvidas pesquisas sobre viroses da videira dispõem desse tipo de material propagativo para fornecimento ou comercialização. Dessa forma, como a termoterapia de videiras não envolve o tratamento de muitas plantas, uma câmara com 2 a 3m<sup>3</sup> é suficiente.

A técnica não envolve custos adicionais, além dos referentes à aquisição ou construção da câmara de termoterapia, pois não envolve tratamentos especiais na condução das plantas tratadas ou obtidas. A termoterapia é um processo amplamente conhecido e utilizado para a produção de clones livres de vírus de plantas de propagação vegetativa na maioria dos países, desde longa data. A variação é quanto à técnica.

A aplicação da termoterapia exige muita familiarização com a cultura e com os vírus que a infectam. Além disso, por se tratar de planta perene, os resultados a serem obtidos demandam longo tempo (2 a 3 anos ou mais). Por serem tratamentos drásticos, é indispensável que as videiras a serem tratadas estejam bem estabelecidas em vasos, ou seja, tenham sido transplantadas para vasos há mais de um ano.

Os clones sadios obtidos não apresentam problemas na sua utilização, pois tratam-se simplesmente de plantas livres de vírus, com a manutenção de suas características fenotípicas e genotípicas originais.

## Utilização da luz UVC para controle de podridão de maçãs em pós-colheita<sup>3</sup>

### **Características do problema e práticas de controle utilizadas**

A podridão de maçãs causadas por *Penicillium expansum* Link., em pós-colheita, é controlada basicamente pela utilização de fungicidas e/ou desinfestação prévia na estocagem e nas embalagem das frutas.

### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

A técnica alternativa desenvolvida consiste basicamente na aplicação da luz fornecida por lâmpadas ultravioletas (UV) germicidas, instaladas em túnel de seca-

---

<sup>3</sup> Informações fornecidas por Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

gem dos frutos de maçã que giram permanentemente e recebem  $180\text{mW}/\text{cm}^2/\text{min}$ . 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*.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

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. O custo aproximado é de R\$3.000,00, sendo que as lâmpadas devem ser renovadas no início de cada safra, com um custo aproximado de R\$ 900,00. 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.

## **Eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação**

### **Características do problema e práticas de controle utilizadas**

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.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

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 390nm têm sido eficientes no controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) do tomateiro, da podridão do caule (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) do pepino e da berinjela, da queima das folhas (*Alternaria dauci* (Kühn) Groves & Skolko) da cenoura, da queima das pontas das folhas (*Alternaria porri*) da cebola e da mancha foliar de estenfilio (*Stemphylium botryosum* Wallr.) em aspargo.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

Sasaki et al. (1985) verificaram que a produção média por planta de tomate, cultivada sob plástico que absorve a luz ultravioleta, foi de 3,3kg, contra 2,5kg por planta cultivada sob plástico de uso comum na agricultura. A diferença na produção foi devido 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 545g/planta, quando cultivado sob plástico comum. O efeito desses plásticos com capacidade de absorver luz ultravioleta (abaixo de 390nm) 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.

## Controle de plantas invasoras através de descargas elétricas<sup>4</sup>

### Características do problema e práticas de controle utilizadas

As plantas invasoras são basicamente controladas, em larga escala, por meio do uso de herbicidas.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

Eletoherb® é um equipamento inédito no Brasil que controla plantas invasoras por meio de descargas elétricas. O equipamento surgiu de pesquisas realizadas pelos Professores Augusto F. da Eira e Fernando M. de Almeida, da Unesp, Botucatu, SP.

O princípio de funcionamento é a energia elétrica gerada por um conjunto motor-gerador/transformador que controla as plantas invasoras. Esta energia é dosada em circuitos eletrônicos de controle que permitem administrá-la em função do número de plantas, velocidade de deslocamento, tamanho dos eletrodos aplicadores e da própria limitação de potência do modelo de máquina que estiver sendo usado.

A energia é aplicada nas partes aéreas das plantas por um pente de eletrodos; os elétrons percorrem a parte aérea desta série de plantas, vão até as raízes, bulbos e rizomas e dispersam-se pelo solo até encontrarem as raízes de uma outra série de plantas, migrando até a parte aérea que está polarizada pelo outro eletrodo. A corrente elétrica que circula na planta destrói a estrutura espacial das moléculas e de enzimas que desempenham funções vitais para as plantas, tais como: absorção de água e nutrientes, fotossíntese, respiração e outras. As plantas murcham e secam dentro de 2 a 5 dias. Ressalta-se que a energia circula (fecha o circuito) sempre entre dois eletrodos que estão sob a proteção de uma asa de fibra de vidro isolante e à prova de fogo e abrasão (o mesmo material usado em aviões de pequeno

---

<sup>4</sup> Informações fornecidas por Augusto da Eira, Unesp, Botucatu, SP.

porte). Recomenda-se, entretanto, manter uma distância mínima de 1 metro dos aplicadores, pois às vezes plantas com estolões podem estar presentes e causar um choque desconfortável, embora de pequeno risco.

O Eletroherb® não causa prejuízo à cultura ou ao ambiente. Não polui nem contamina o solo e as cadeias alimentares. Devido à baixa resistência/impedância do solo (1 a 10Kr), contra 200Kr a 1,5Mr das plantas, apenas uma pequena fração da energia do Eletroherb® é dissipada no solo, considerando o circuito eletrodo/planta/raiz/solo/raiz/planta/eletrodo. Dessa forma, o solo pode ser comparado a um condutor elétrico de baixa resistência, não estabelece uma diferença de potencial (voltagem) suficientemente elevada para matar uma minhoca, um besouro e muito menos um microrganismo (0,7 a 7V/cm de solo, aproximadamente).

Quando comparado aos métodos convencionais de controle de plantas invasoras, o Eletroherb® apresenta uma redução no custo na ordem de 30 a 50%, em função do modelo e da cultura. Além da vantagem econômica, o maior beneficiado é o ambiente. Pode chover logo após a aplicação que o trabalho não é perdido e não ocorre contaminação do solo, nem de corpos d'água.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os atuais modelos podem ser utilizados nas culturas de citros, maçã e outras frutas, cana-de-açúcar e na formação de florestas; com adaptações, o uso poderá ser estendido a todas as culturas.

Estão disponíveis modelos de potência 48 (EWC 60/48-94) a 67 KVA (EWC 85/67-94) (4 e 6 cilindros). Sob encomenda, modelos de menor e maior potência poderão ser produzidos. Por exemplo, para cultivo mínimo e plantio direto, modelos de maior potência estão sendo desenvolvidos para permitir rendimento agrícola acima de 2ha/h.

Dependendo do tipo, idade e densidade das plantas, potência da máquina, velocidade de aplicação e largura (faixa de aplicação) dos eletrodos, o controle atinge de 80 a 100%.

Quanto às plantas perenes, são necessárias aplicações repetidas e um manejo auxiliar adequado, tal como se recomenda nos processos químicos convencionais. O Eletroherb® controla todas as plantas invasoras em pós-emergência, anuais e perenes, inclusive tiririca, brachiaria e outras. O seu rendimento é de cerca de 1 a 2 ha/hora, havendo necessidade de investir em tecnologias de ponta para aumentar o rendimento.

Em relação à segurança, pode-se afirmar que o equipamento é totalmente seguro, pois contém sensores de aterramento, movimento, temperatura do transformador, gerador, tiristores e outros componentes de alta potência e sensor de assento do tratorista. Os circuitos foram duplicados e, por meio de detectores de coincidência, um circuito verifica a informação do outro, não sendo permitidas informações desencontradas. Existem circuitos supressores de ruídos e transientes de tensão. O equipamento possui ainda um sistema anti-fogo para impedir o início da combustão da palha.

O principal problema relacionado com o uso do equipamento é o seu preço final, que varia de R\$73.000,00 a R\$85.000,00, dependendo do modelo e da composição dos aplicadores. Entretanto, atualmente a produção é totalmente artesanal, não tendo linha de montagem industrial, o que certamente reduziria o custo final do produto. Também há necessidade de treinamento do operador (15 horas).

## Referências

- COPERSUCAR. **Recomendações de assepsia para evitar a disseminação de doenças bacterianas sistêmicas na cana-de-açúcar**. Piracicaba: 1985. 4p. (Série Melhoramento, 16).
- GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 1).
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 281-286, 1991.
- 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.