

## Coletor Solar para Desinfestação de Substratos para Produção de Mudas Sadias

### Resumo

Um equipamento, denominado coletor solar, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados para produção de mudas em viveiros de plantas, com o uso da energia solar. O coletor tem a finalidade de controlar as doenças causadas por microrganismos habitantes do solo em substituição a produtos químicos que contaminam o ambiente e causam riscos aos agricultores. O equipamento consiste, basicamente, de uma caixa de madeira com 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 de um dia de radiação plena, é retirado pela inferior, através do efeito da gravidade, e pode ser imediatamente utilizado. O equipamento, quando comparado com outros sistemas tradicionais de desinfestação (autoclaves, fornos à lenha ou aplicação de brometo de metila) apresenta diversas vantagens: não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil manutenção e construção, não apresenta riscos para o operador e tem baixo custo. Além disso, o uso do coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação pelo patógeno, o que não ocorre nos tratamentos com brometo de metila e autoclaves que esterilizam o solo, criando um "vácuo biológico".

### Introdução

O preparo de substratos é fundamental para a obtenção de mudas de qualidade. Além de ter características físicas e nutricionais adequadas, é necessário que o substrato seja isento de microrganismos fitopatogênicos, causadores de doenças nas plantas. A produção de mudas sadias, especialmente livres de patógenos veiculados pelo solo, constitui um dos mais importantes métodos preventivos de controle de doenças de plantas.

Os patógenos veiculados pelo solo constituem um dos principais problemas para a produção de mudas. 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 consequência, há uma queda na quantidade e qualidade das mudas produzidas. A instalação de uma cultura com mudas infectadas permite que a doença se manifeste numa fase inicial, afetando diretamente a produção devido à morte precoce das plantas. Além disso, um dos mais sérios problemas é a disseminação de patógenos pelas mudas contaminadas para áreas ainda não infestadas, podendo propiciar o surgimento de doenças desde o início do ciclo da cultura, o que resulta em sérios prejuízos. 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* e *Sclerotinia*; bactérias, tais como *Ralstonia* e *Agrobacterium*; e nematóides, especialmente, do gênero *Meloidogyne*.

Diversos produtores de mudas não realizam o tratamento do substrato utilizado, o que consiste em assumir o risco de ocorrência dessas doenças. Na maioria dos viveiros, o tratamento químico dos substratos com o uso de fumigantes tem sido o método convencional de controle desses patógenos. Quando um método químico é adotado, além do perigo

4

Circular  
Técnica

Jaguariúna, SP  
Maio, 2004

### Autor

**Raquel Ghini**  
Eng. Agrônoma,  
PhD. em Fitopatologia,  
Embrapa Meio Ambiente  
raquel@cnpma.embrapa.br

de intoxicação do homem, os impactos no ambiente podem ser graves e irreversíveis, visto que os produtos utilizados geralmente apresentam um amplo espectro de ação.

Alguns produtos químicos são comumente utilizados no tratamento de solo para produção de mudas. O brometo de metila, um dos produtos mais utilizados para desinfestação de substratos para produção de mudas, por exemplo, elimina todos os organismos do solo, inclusive os benéficos. Dessa forma, onde o produto é aplicado, são criados “vácuos biológicos”, que são espaços sem vida e que permitem a livre multiplicação do patógeno após uma reinfestação. Além disso, o brometo causa destruição da camada de ozônio do planeta, e por esse motivo está sendo eliminado do mercado.

A demanda por métodos não químicos para o processo de produção agrícola tem aumentado devido à maior pressão da sociedade em favor da preservação da natureza, de produtos agrícolas sem resíduos e sem riscos para os trabalhadores.

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, sem causar danos ao ambiente. O primeiro equipamento, denominado coletor solar plano, foi desenvolvido por Armond et al. (1990). O coletor era constituído de canaletas de chapa de alumínio, onde se colocava o solo (Ghini et al., 1992). Posteriormente, Ghini & Bettiol (1991) substituíram as canaletas por tubos, com a finalidade de facilitar a carga e descarga de substratos (Figura 1).



Figura 1. Coletor solar utilizado para a desinfestação de substrato.

O coletor vem sendo utilizado por viveiristas e agricultores, há alguns anos e tem apresentado diversas vantagens em relação aos outros métodos de desinfestação de substratos.

## Descrição do equipamento

O coletor solar consiste, basicamente, de uma caixa de madeira (1 x 1,5 m) que contém seis tubos metálicos e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares (Figura 2) (Ghini & Bettiol, 1991 e Ghini, 1997). A madeira deve ser de boa qualidade, como ipê ou compensado naval, e envernizada ou pintada com tinta a óleo, para aumentar a durabilidade do equipamento. Deve-se procurar adquirir madeira certificada, de acordo com normas técnicas de manejo florestal sustentável. O fundo da caixa é construído com madeira ou compensado, e uma chapa metálica (de alumínio ou chapa galvanizada). A colocação de isolantes térmicos (isopor, lã de vidro) no fundo do coletor (entre a chapa de alumínio e a madeira) auxilia a retenção do calor no interior da caixa, porém não é indispensável. Quanto menor a perda de calor, mais eficiente será o tratamento.

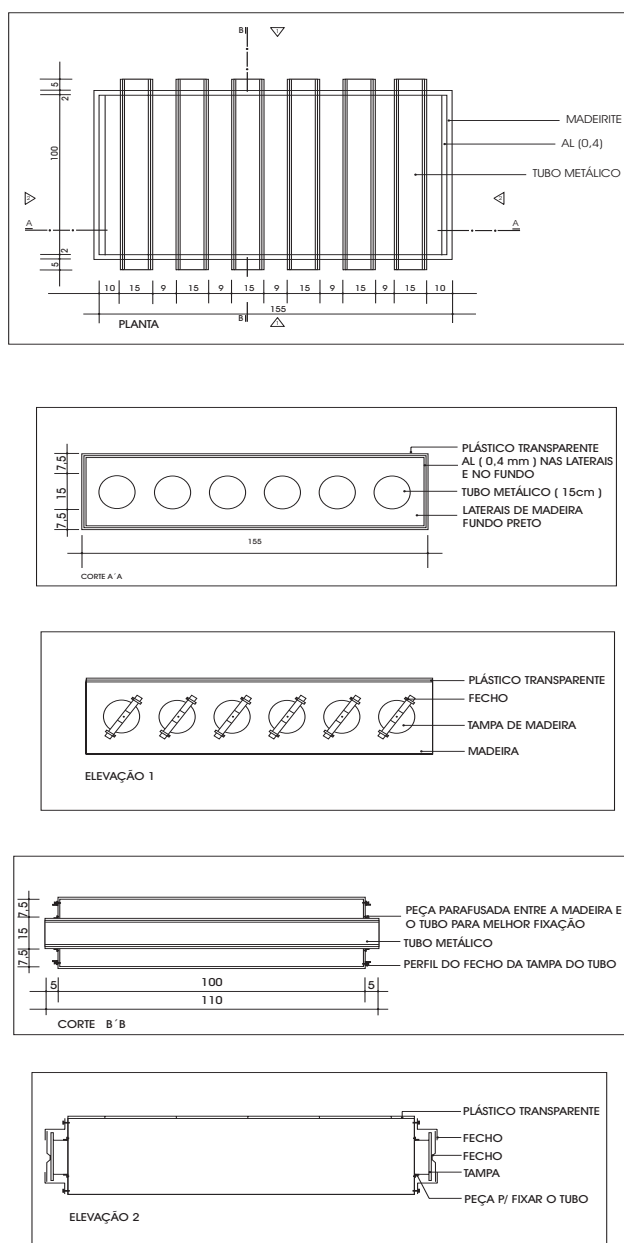


Figura 2. Esquema para construção do coletor solar.

Os tubos, com 15 cm de diâmetro, podem ser de ferro galvanizado (calhas de residências) ou alumínio (tubos de irrigação, por exemplo) ou qualquer outro metal, sendo pintados com tinta preta fosca pelo lado de fora. Não é recomendada a pintura do interior dos tubos, pois durante o tratamento pode haver liberação de compostos tóxicos no substrato. Não podem ser utilizados tubos de PVC ou outros materiais não metálicos, pois as temperaturas atingidas não são suficientes para um controle adequado. O plástico localizado na parte superior da caixa deve ser transparente, preferencialmente espesso e fixado nas laterais da caixa para evitar a entrada de água em dias de chuva.

O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, por meio 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°. Por exemplo, Jaguariúna/SP está localizada na latitude de 23°, assim a caixa deve ser instalada com ângulo de 33° de inclinação. Para obter esse ângulo de inclinação, o cavalete que suporta o coletor deve ter os pés dianteiros com a altura de 36 cm, os pés traseiros com 90 cm, sendo eles espaçados por 84 cm.

Cada coletor tem capacidade para tratar 120 L de substrato por dia de radiação plena. As dimensões não devem ser alteradas, pois podem prejudicar a eficiência do equipamento. Para o tratamento de maiores volumes, recomenda-se a construção de maior número de coletores, pois o aumento do diâmetro dos tubos acarreta em redução de eficiência.

Qualquer tipo de substrato pode ser tratado, isto é, qualquer mistura de solo e diferentes materiais. Entretanto, substratos com teores altos de umidade não atingem altas temperaturas.

Os coletores são carregados no período da manhã, permanecem expostos ao sol durante um dia de radiação plena, são descarregados no dia seguinte e podem ser novamente carregados. Assim, em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente. O substrato tratado pode ser imediatamente utilizado. A operação de carregamento é facilitada se for realizada com auxílio de um funil (Figura 3). O substrato tratado pode ser recolhido em "padiolas" (Figura 4). O coletor solar pode ser usado durante o ano todo, exceto em dias de chuva. Em dias nublados ou chuvosos, o equipamento não funciona devido à menor quantidade de radiação solar. O substrato pode permanecer no coletor até que ocorra um dia inteiro de radiação plena. Para contornar esse problema, sugere-se tratar o substrato com antecedência e armazenar em local limpo, sem perigo de nova contaminação, para ser utilizado nesses dias.

O custo para a construção de um coletor solar utilizando-se materiais de boa qualidade é de, aproximadamente, R\$ 300,00. Entretanto, o coletor pode ser construído com sucata, o que reduz ainda mais o custo. Com cuidados mínimos de manutenção, o coletor pode durar muitos anos.



Fig. 3. Colocação do substrato no coletor solar com auxílio de um funil.



Figura 4. Retirada do substrato do coletor solar com auxílio de uma padiola.

## Principais resultados

Alguns patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematóides, podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento, em razão das altas temperaturas atingidas (Figura 5), porém recomenda-se o tratamento por um ou dois dias de radiação plena para se obter maior segurança quanto à eficiência do tratamento (Ghini, 1993).

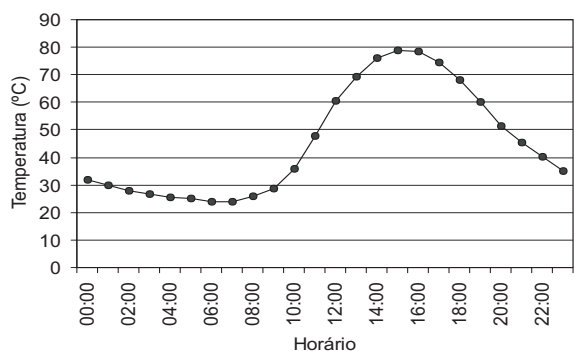


Figura 5. Temperaturas médias do substrato dentro de um coletor solar durante um dia de radiação plena

O coletor mostrou-se extremamente eficiente no controle de fungos fitopatogênicos encontrados no solo. Sob altas radiações solares (mais que  $1 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ ), um dia de tratamento no coletor solar foi suficiente para erradicar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* e *Pythium aphanidermatum* do substrato. O coletor tem a vantagem adicional de não eliminar completamente a população microbiana do solo. Mesmo após sete dias de tratamento, o solo apresentou uma pequena população residual de fungos, bactérias e actinomicetos benéficos (Ghini, 1993). 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, o que não ocorre no tratamento com brometo de metila que esteriliza o solo, criando um "vácuo biológico".

O controle de *Phytophthora* foi verificado por Ghini et al. (2000) e May-de Mio et al. (2002). O coletor foi comparado a exposição do substrato dentro de sacos plásticos transparentes ( $20 \times 25 \times 4 \text{ cm}$ ), contendo 2 litros de substrato por saco, no período de verão e de inverno. Em sacos plásticos, a *Phytophthora* foi controlada no período do verão, após exposição por 24 e 48 horas, mas não houve controle no teste realizado no inverno. O coletor controlou o patógeno nos dois períodos e promoveu um maior desenvolvimento de plântulas de citros.

Para o controle de nematóides, Ghini et al. (1998) verificaram que tanto machos quanto juvenis de *Meloidogyne arenaria* foram erradicados de pedaços de raízes infestadas de tomateiro, após tratamento por um dia no coletor. O resultado comprova a eficácia do método de tratamento térmico pois houve o controle do nematóide, mesmo estando abrigado nas raízes da planta hospedeira.

Randig et al. (2002) verificaram que há um decréscimo na população de fungos micorrízicos arbusculares a partir do segundo dia de tratamento no coletor solar, mas que não resulta em menor crescimento das plantas. Pelo contrário,

plantas de milho apresentaram maior desenvolvimento quando cultivadas em solo tratado, a despeito da ausência de micorrizas, que em solo não tratado.

A composição química do substrato tratado no coletor não diferiu do não tratado, demonstrando que as propriedades químicas não são alteradas pelas temperaturas atingidas. O coletor solar substituiu integralmente o uso do brometo de metila e outros produtos químicos, no controle de patógenos, sem a necessidade de tratamentos complementares.

## Exemplo de utilização

O Núcleo de Produção de Mudas da CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo), 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 de frutíferas (Figura 6). Nesse viveiro, os primeiros solarizadores, assim denominados os coletores no local, foram construídos em 1994 e, desde 1998, o brometo de metila foi totalmente eliminado e substituído pelo coletor. Do ponto de vista fitossanitário, as mudas produzidas em substrato tratado pelo novo sistema têm apresentado a mesma qualidade, mas têm mostrado melhor desenvolvimento.



Fig. 6. Coletores do Núcleo de Produção de Mudas da CATI situado em São Bento do Sapucaí, SP.

Uma avaliação econômica do uso dos coletores foi realizada com base nos dados coletados no Núcleo de Produção de Mudas da CATI (Ghini et al., 2000). Nesse viveiro, o volume de substrato tratado é de, aproximadamente,  $500 \text{ m}^3/\text{ano}$ . Os custos anualizados foram semelhantes para o tratamento com brometo de metila e com os coletores. O trabalho mostrou que o tratamento com coletor é viável economicamente para viveiros comerciais, mesmo não tendo sido contempladas outras vantagens adicionais, como menores riscos à saúde do trabalhador, à qualidade ambiental e os problemas de resíduos decorrentes do uso de brometo.

Algumas alterações foram realizadas no modelo original. Os coletores são giratórios, facilitando as operações de carga e descarga. As caixas são construídas com compen-sado naval (1,4 x 1,2 x 0,25 m) e contém sete tubos galvanizados ou de alumínio com 12,5 cm de diâmetro. No período da noite, os coletores são cobertos com lonas, para evitar danos causados pelo orvalho no equipamento.

## Vantagens e desvantagens

O equipamento, quando comparado com outros sistemas tradicionais de desinfestação, apresenta diversas vantagens por não se tratar de um método químico. Não apresenta riscos para o operador, não libera resíduos e não contamina o 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 uso do coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação pelo patógeno, o que não ocorre nos tratamentos com brometo de metila e autoclaves que esterilizam o solo, criando um “vácuo biológico”. O coletor solar não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil construção e manutenção e tem baixo custo.

Os principais problemas relatados quanto ao uso do coletor são: não pode ser usado em dias chuvosos; necessita de mais mão-de-obra que o tratamento com brometo de metila; requer manutenção, ainda que simples, para garantir a sua durabilidade. Entretanto, as vantagens são significativas, inclusive do ponto de vista financeiro, pois o custo final do tratamento é inferior.

## Referências

ARMOND, G.; BRAGA, C. A. S.; BETTIOL, W.; GHINI, R. Coletor solar plano para tratamento térmico do solo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 42, p. 185-189, 1990.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, n. 3/4, p. 281-286, 1991.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; ARMOND, G.; BRAGA, C. A. S.; INOMOTO, M. M. Desinfestação de substratos com utilização de coletor solar. **Bragantia**, Campinas, v. 51, n. 1, p. 85-93, 1992.

GHINI, R. A solar collector for soil disinfestation. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 99, n. 1, p. 45-50, 1993.

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.; INOMOTO, M. M.; SAITO, E. S. Coletor solar no controle de *Meloidogyne arenaria* em substratos para produção de mudas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 65-67, 1998.

GHINI, R.; MARQUES, J. F.; TOKUNAGA, T.; BUENO, S. C. S. Controle de *Phytophthora* sp. e avaliação econômica do coletor solar para desinfestação de substratos. **Fitopatologia Venezuelana**, Caracas, v. 13, n. 1, p. 11-14, 2000.

MAY-De MIO, L. L.; GHINI, R.; KIMATI, H. Solarização para controle de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 254-258, 2002.

RANDIG, O.; MEDEIROS, C. A. B.; SPERANDIO, C. A. Efeito da desinfestação do solo pelo uso de energia solar sobre fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v. 26, p.135-140, 2002.

### Circular Técnica, 4

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



#### Embrapa Meio Ambiente

**Endereço:** Rodovia SP-340 - Km 127,5

Tanquinho Velho - Caixa Postal 69

Cep. 13820-000 - Jaguariúna, SP

**Fone:** (19) 3867-8700

**Fax:** (19) 3867-8740

**E-mail:** sac@cnpma.embrapa.br

### Comitê de publicações

**Presidente:** Geraldo Stachetti Rodrigues

**Secretário-Executivo:** Maria Amélia de Toledo Leme

**Secretário:** Sandro Freitas Nunes

**Membros:** Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, José Maria Guzman, Manoel Dornelas de Souza, Heloisa F. Filizola, Cláudio C. de A. Buschinelli

### Expediente

**Tratamento de imagens:** Alexandre R. Conceição

**Editoração eletrônica:** Alexandre R. Conceição