

# SISTEMA PARA DESINFESTAR SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS, UTILIZANDO-SE VAPOR DE ÁGUA

João Bosco C. Silva <sup>1</sup>

Loeni L. Falcão <sup>2</sup>

Ivani T. Oliveira-Napoleão <sup>3</sup>

Termos para indexação: Desinfestação de substrato; produção de mudas; termoterapia.

Index terms: Disinfestation of substrate; seedling production; thermotherapy.

## INTRODUÇÃO

O tratamento sanitário de substrato é uma operação importante no processo de produção de mudas e no cultivo de plantas em vasos ou outros contentores. O tratamento visa eliminar organismos causadores de doenças que podem resultar na morte das mudas e/ou na contaminação do solo para onde forem transplantadas. Tradicionalmente no Brasil, tem-se utilizado o gás brometo de metila como agente destruidor desses organismos. Porém, na 7ª reunião das Partes do Protocolo de Montreal, ficou estabelecido que o uso deste gás deverá ser reduzido em 50% até o ano 2005 e suspenso até o ano 2010, forçando-se a busca de opções para o tratamento de solo e de substratos (Muller, 1998).

Outros processos utilizados no tratamento sanitário de substrato, tais como compostagem e solarização têm como principal vantagem a economia de energia. Entretanto, tem como desvantagens o tempo relativamente longo para sua execução, a desuniformidade do tratamento e pouca garantia da eficácia dos processos. Há também processos com equipamentos que utilizam microondas, radiação gama, ultra-violeta, ozônio e ultra-filtração desenvolvidos para desinfestação de solo e/ou solução nutritiva.

Uma alternativa em substituição ao gás brometo de metila é a aplicação de vapor de água ao substrato,

uma vez que a combinação de umidade e alta temperatura favorece a eliminação de microorganismos e sementes de plantas invasoras.

A aplicação de vapor de água para desinfestação de solos e substratos é uma opção ambientalmente correta e tem sido utilizada em vários países. É utilizado em praticamente todas as indústrias de processamento de alimentos e nos processos laboratoriais, existindo inúmeros equipamentos para pasteurização ou esterilização tanto de matérias primas quanto de produtos processados.

Os equipamentos mais conhecidos que utilizam vapor de água são as autoclaves e as panelas de pressão. Embora sejam utilizados para esterilização de substrato para o cultivo de plantas, estes equipamentos não possuem mecanismos que forcem a circulação do vapor através das camadas internas da massa de substrato, ocorrendo um gradiente de temperatura entre a superfície que fica em contato direto com o vapor e as camadas internas da massa de substrato, o que exige um longo tempo de tratamento para que ocorra a uniformidade de temperatura. Esse inconveniente ocorre porque a massa úmida de substrato forma uma barreira à circulação do vapor e também porque o substrato possui geralmente alta proporção de material orgânico, que funciona como isolante térmico, dificultando a difusão do calor para as camadas internas. Além dessas desvantagens, nas autoclaves o vapor é aplicado sob alta pressão, apresentando riscos de acidente por falhas no sistema de segurança ou por manuseio inadequado do equipamento.

Alguns autores consideram que o tratamento térmico a 82° C por 30 minutos esteriliza o solo, pois os principais organismos fitopatogênicos são inativados pelo calor à temperatura próxima de 70° C, por um período aproximado de 30 minutos (Jarvis, 1993). Exemplo de temperatura e tempo para inativação de alguns patógenos são apresentados na Tabela 1. Alguns microrganismos, como vírus do mosaico do fumo e vírus do mosaico do pepino, são dificilmente inativados em temperaturas abaixo de 100° C. Algumas

espécies de *Pythium* e alguns isolados de *Fusarium oxysporum* são termotolerantes (Bollen, 1969; Jarvis, 1993). Outra ocorrência importante com o tratamento térmico é a eliminação de bactérias que transformam nitrogênio amoniacal em nitratos. Na ausência desse processo pode ocorrer a formação de nitritos que juntamente com quantidades elevadas de amônia, podem ter efeito fitotóxico (Sonneveld, 1979).

A completa esterilização do substrato cria um "vácuo biológico" que pode ser preenchido tanto por organismos saprófitas quanto por patógenos que podem

Tabela 1 – Temperatura e tempo de inativação de alguns patógenos

Patógeno	Temperatura (° C)	Tempo de exposição (min)
<i>Botrytis cinera</i>	55	15
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	50	30
<i>Didymella lycopersici</i>	50	30
<i>Fusarium oxysporum f. sp. dianthi</i>	60	30
<i>Fusarium oxysporum f. sp. gladioli</i>	57	30
<i>Phialophora cinerescens</i>	50	30
<i>Phytophthora cryptogea</i>	50	30
<i>Pythium sp.</i>	53	30
<i>Pythium irregulare</i>	53	30
<i>Pythium ultimum</i>	46	20-40
<i>Rhizoctonia sp.</i>	52	30
<i>Rhizoctonia solani</i>	53	30
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	50	5
<i>Sclerotium rolfsii</i>	50	30
<i>Thielaviopsis basicola</i>	48	30
<i>Verticillium albo-atrum</i>	53	30
<i>Verticillium dahliae</i>	58	30
<i>Meloidogyne incognita</i>	48	10
<i>Heterodera marioni</i>	48	15
<i>Pratylenchus penetrans</i>	49	10

Fonte: Jarvis (1993)

colonizar rapidamente o substrato, pela ausência de organismos supressores com potencial controle biológico. Pode ocorrer casos em que a severidade da doença é maior em solos tratados (Rowe *et al*, 1977).

O tratamento com vapor a temperaturas superiores a 80° C promove a liberação de íons de manganês fixados no solo, podendo levar a níveis tóxicos quando os teores forem superiores a 12 mg/kg de Mn solúvel no solo. O excesso de Mn contribui também para ocorrência de deficiência de ferro (Jarvis, 1993). A ocorrência tanto de níveis tóxicos de Mn quanto da deficiência de Fe depende da composição do substrato.

Para o tratamento sanitário de substrato para produção de mudas desenvolveu-se na Embrapa Hortaliças, um sistema que utiliza o vapor de água a baixa pressão, produzido por uma caldeira dotada de sistemas de segurança. O vapor é aplicado sob a massa de substrato colocada dentro de um depósito cilíndrico com capacidade para 2.000 litros.

O tempo de aquecimento é de aproximadamente 3 h e o calor armazenado durante este período mantém a massa de substrato aquecida a temperaturas consideradas desinfestantes, por até 4 h após a aplicação do vapor.

Foram realizados testes de eficácia do sistema, utilizando-se estruturas propagativas e de sobrevivência dos patógenos *Ralstonia solanacearum*, *Fusarium oxysporum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, constatando-se que a aplicação de vapor por apenas uma hora, não considerando o período de aquecimento, resultou na eliminação de todos os patógenos testados.

## CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

O sistema instalado na Embrapa Hortaliças é composto por uma caldeira de pequeno porte que fornece vapor para aquecer a massa de substrato colocada em um depósito cilíndrico. O vapor é injetado a baixa pressão no centro do fundo do depósito, passa por uma camada de 10 cm de brita grossa coberta por uma tela metálica com malha de 2 mm, o que faz com que ele seja distribuído uniformemente na massa de substrato.

O depósito é confeccionado com chapa metálica de 4 mm de espessura, formando um cilindro de 1,5 m de diâmetro e 1,2 m de altura, com capacidade para tratar partidas de 2.000 L de substrato. Possui uma janela lateral com 0,9 m de largura, que é fechada com seis tábuas sobrepostas de 20 cm de largura e 4 cm de espessura. As tábuas se apoiam em trilhos fixados nas bordas laterais da janela (Figuras 1 e 2). Por esta janela se faz o carregamento e o descarregamento do material a ser tratado. Para evitar que parte do vapor se perca através das frestas entre as tábuas, um filme plástico é colocado entre a massa de substrato e as tábuas, no momento do enchimento do depósito. O conjunto é coberto por um filme plástico, para evitar parcialmente a liberação de vapor na superfície do material.

O vapor é fornecido por uma caldeira com capacidade de evaporação de 30 kg/h de água, consumindo cerca de 3 kg/h de gás GLP. Embora o equipamento forneça vapor à pressão de até 7 kgf/cm<sup>2</sup> (100 libras), durante a aplicação a pressão de vapor é de 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>, que é a força necessária para vencer a resistência da massa de substrato à passagem do vapor. É possível utilizar caldeiras com outras características, sendo que quanto maior a capacidade de produção de vapor, menor o tempo de aquecimento da massa de substrato e portanto maior capacidade de tratamento, permitindo instalar uma bateria de depósitos para o tratamento.

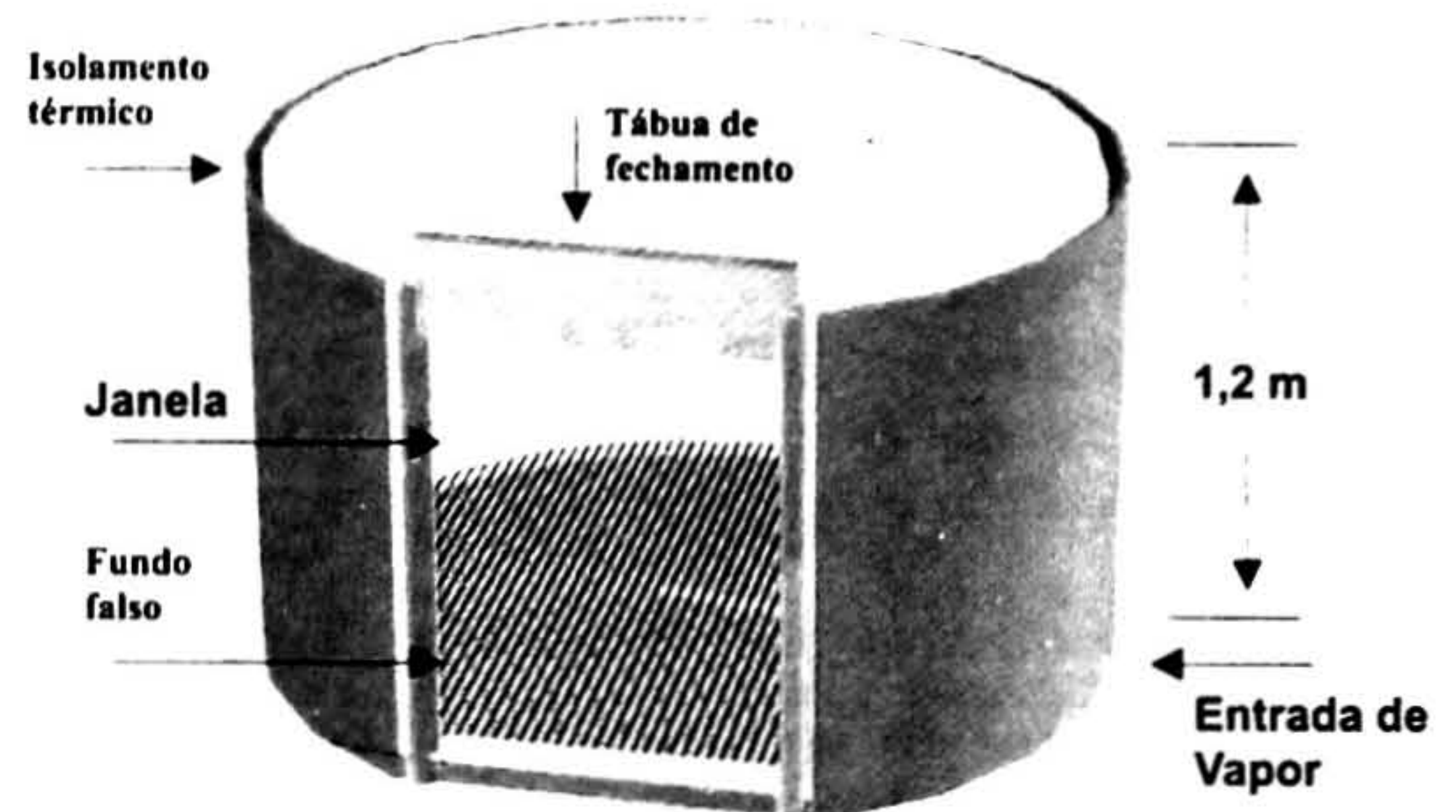


Figura 1 – Detalhes do depósito do sistema para desinfestação de substrato com vapor de água. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1998.

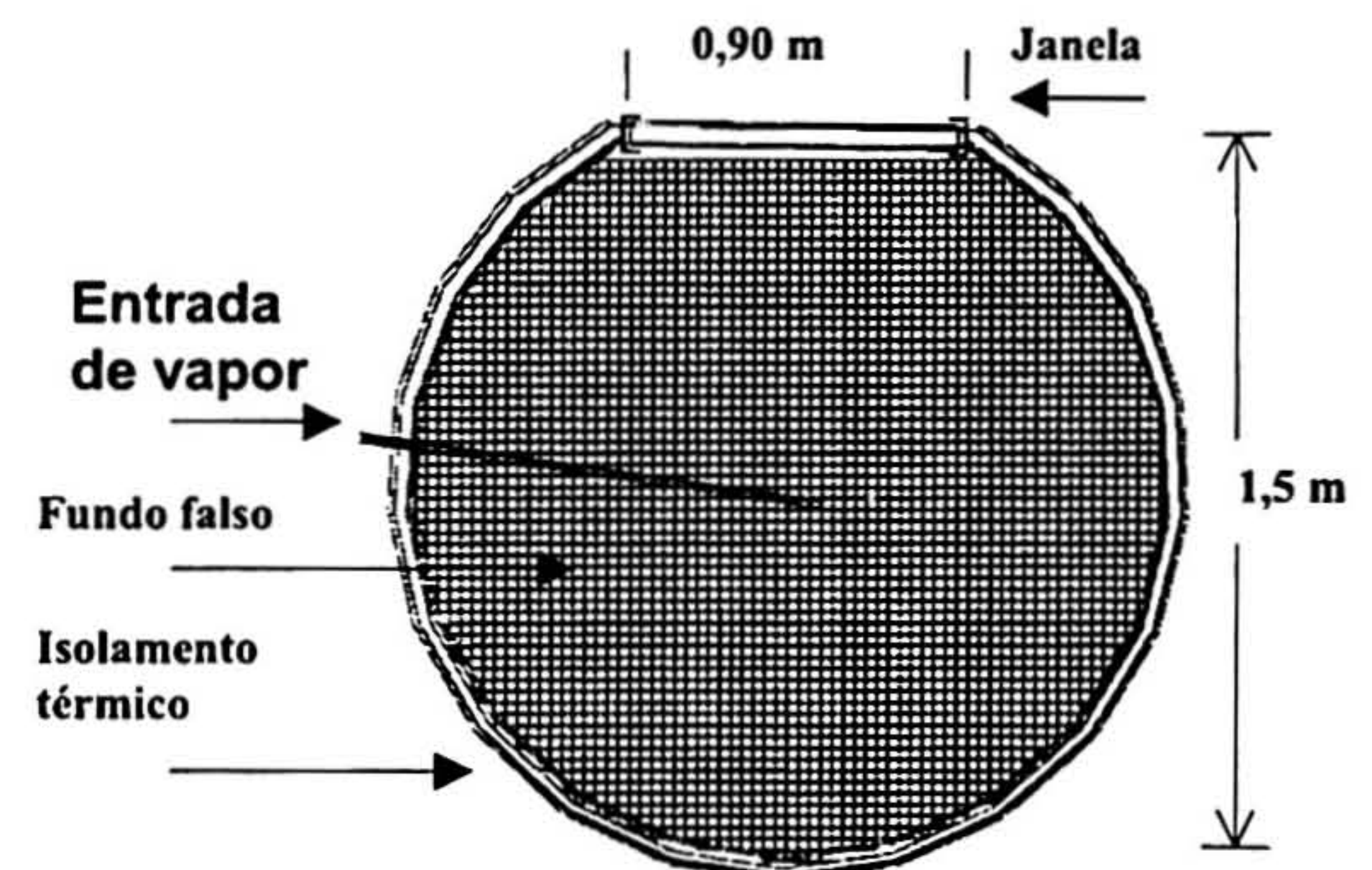


Figura 2 – Corte transversal do depósito do sistema para desinfestação de substrato com vapor de água. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1998.

O sistema instalado na Embrapa Hortaliças requer, em média, três horas de aplicação de vapor para aquecimento, observando-se então a liberação de vapor por toda a superfície da massa de substrato. Recomenda-se prosseguir com a aplicação de vapor por mais uma hora, para garantir a eficácia do tratamento.

Para melhor utilização da capacidade da caldeira, instalou-se um segundo depósito, permitindo tratar cerca de 4.000 L de substrato por dia.

## AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Com o depósito cheio de substrato foi avaliada a evolução da temperatura durante o aquecimento e até quatro horas após a aplicação do vapor, realizando-se amostragem nas posições centro, próximo à janela e na lateral do depósito, às profundidades de 10 e 20 cm da superfície. Aplicou-se vapor até ocorrer a sua liberação em toda a superfície do substrato, o que demorou cerca de 3 h, e considerou-se este momento como início do tratamento térmico. Prosseguiu-se com a aplicação do vapor por uma hora e mediu-se a temperatura de hora em hora. O substrato utilizado foi composto por três partes de terra, uma parte de esterco de bovinos e duas partes de casca de arroz carbonizada, além de corretivo e fertilizante.

Durante a aplicação do vapor a temperatura foi de 100° C em todos os pontos de amostragem e se reduziu lentamente, com pequena diferença entre os três pontos, nas duas profundidades. Quatro horas após a aplicação do vapor a temperatura ainda era superior a 83° C à profundidade de 10 cm e 90° C a 20 cm (Figuras 3 e 4).

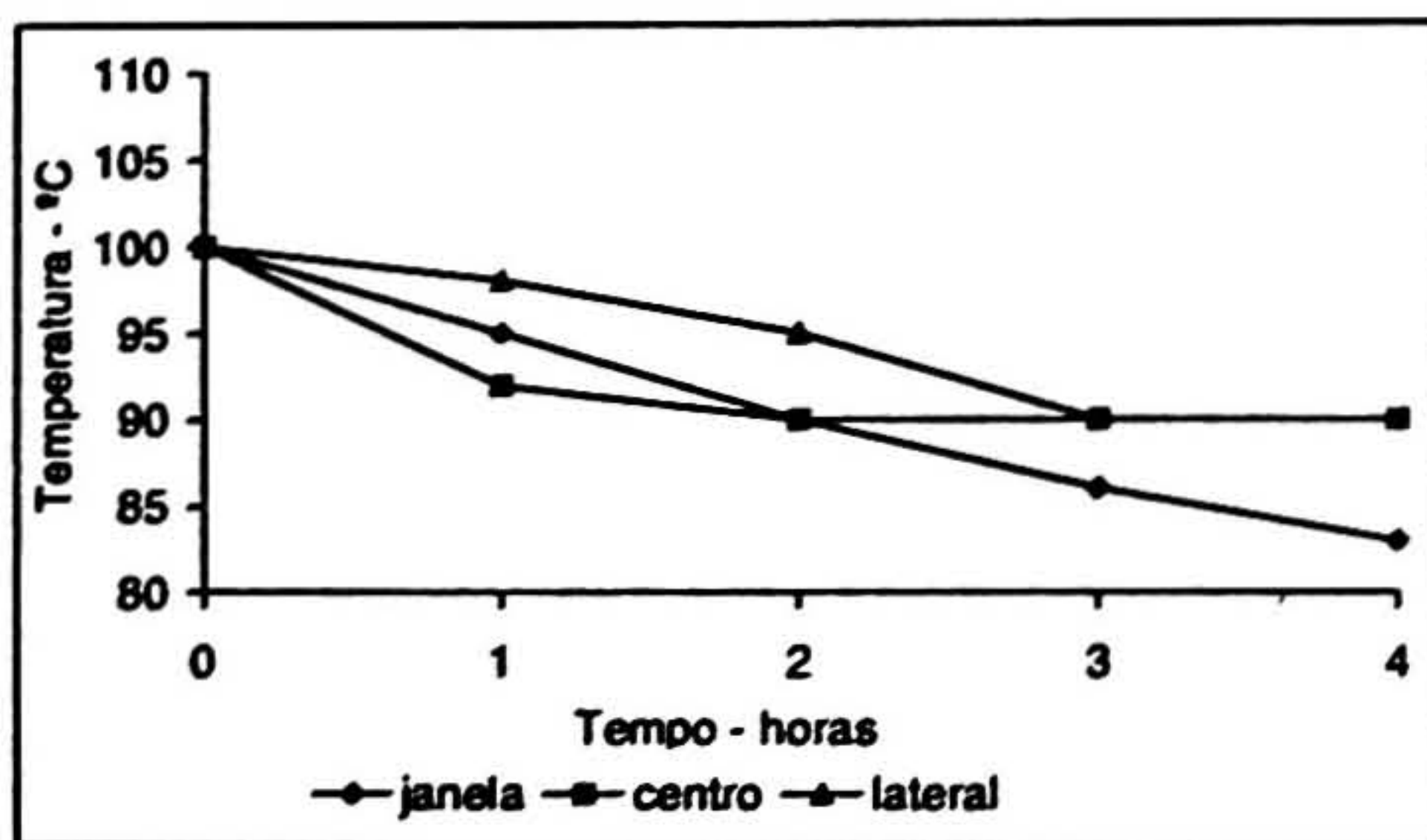


Figura 3 – Temperatura da massa de substrato a 10 cm da superfície, após a aplicação do vapor de água por uma hora. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1998.

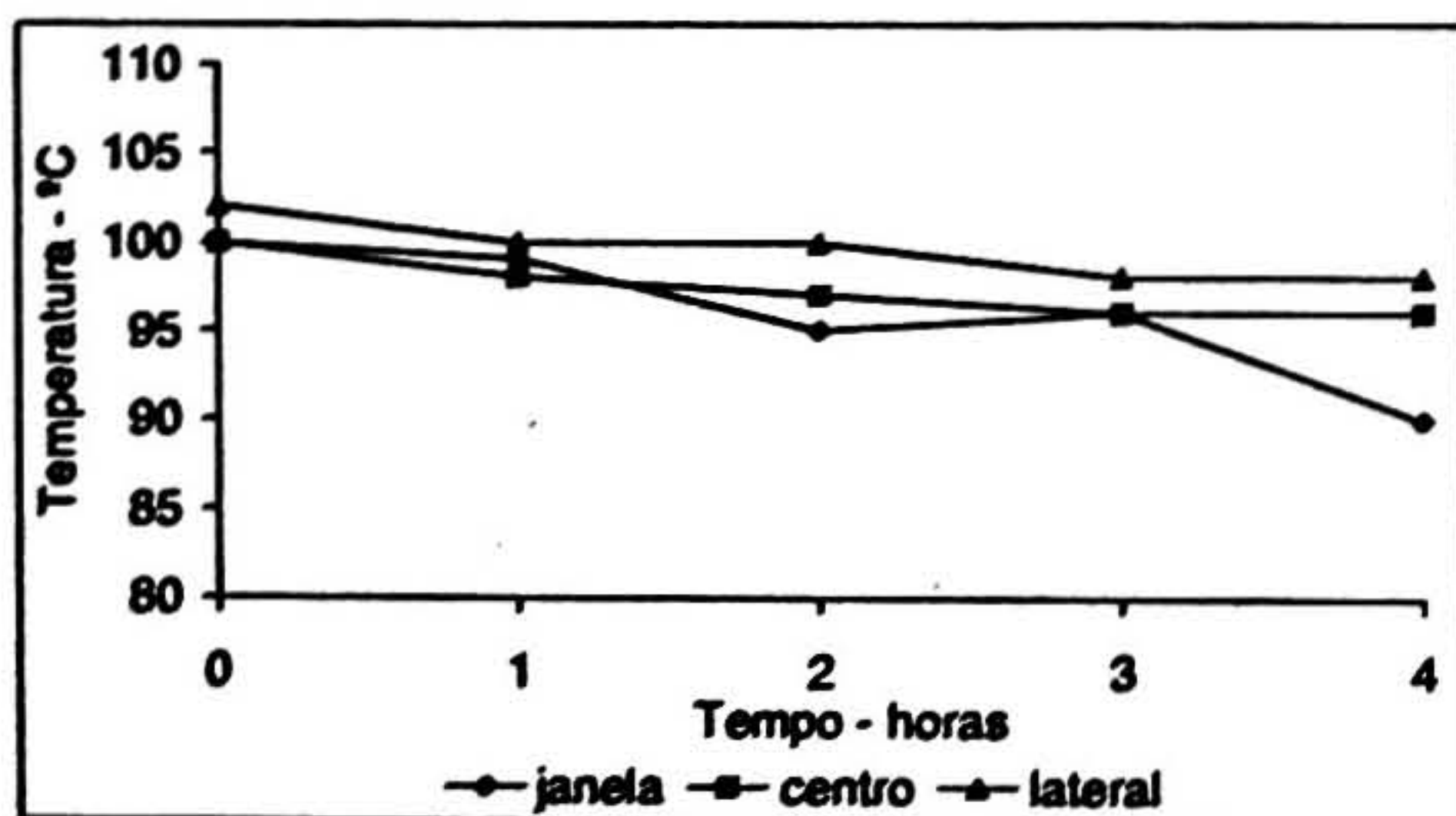


Figura 4 – Temperatura da massa de substrato a 20 cm da superfície, após a aplicação do vapor de água por uma hora. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1998.

A temperatura do substrato observada durante o tratamento, inclusive durante a fase de resfriamento pode ser considerada como desinfestante, pois superou

a temperatura de inativação dos principais patógenos, conforme levantamento feito por Jarvis (1993), resumido na Tabela 1.

A eficácia do protótipo quanto à capacidade de eliminação de patógenos foi avaliada em quatro testes, utilizando-se substrato artificialmente contaminado com os patógenos: *Ralstonia solanacearum*, causador da murcha bacteriana, escleródios do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, causador do mofo branco e esporos do fungo *Fusarium oxysporum*, causador da murcha-de-fusario. Tanto nos testes laboratoriais quanto nos ensaios com plantas, foi comprovada a eliminação dos patógenos, inclusive nas amostras que foram submetidas a apenas uma hora de tratamento térmico.

Nos testes laboratoriais com os substratos tratados, observou-se o desenvolvimento de diversas colônias de microorganismos, mas sem a presença de colônias típicas dos patógenos inicialmente adicionados, indicando que o tratamento não é esterilizante, mas foi suficiente para a eliminação dos patógenos testados. Assim sendo, não ocorreu o "vácuo biológico" que acontece quando se faz a completa esterilização.

## UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de tratamento passou a ser utilizado rotineiramente no processo de produção do substrato utilizado nas atividades de pesquisa da Embrapa Hortaliças, sendo a capacidade de tratamento aumentada com a instalação de um segundo depósito, sendo tratados cerca de 20.000 L de substrato por mês, e não têm sido observados problemas fitossanitários que sejam diretamente relacionados com o processo de desinfestação do substrato.

Inicialmente, a água da caldeira não recebia nenhum tratamento. Ao se utilizar os produtos alcalitec-80 e tecplus-60, recomendados pelo fabricante para evitar o encrustamento interno na câmara de vaporização do equipamento, observou-se morte de mudas de tomate transplantadas para substrato tratado, e também sintomas de toxidez causada por excesso de sódio presente no substrato. Esse elemento é componente dos produtos citados e, provavelmente, ocorreu o arraste de gotículas da solução do produto formada pelo intenso processo de ebulição, que ocorre principalmente no momento que se abre o registro para liberação da pressão de vapor.

Como forma de contornar o problema, passou-se a utilizar a dose mínima recomendada pelo fabricante e a efetuar a drenagem completa da caldeira a cada dia, com o objetivo de evitar a concentração do produto pela evaporação da água. Passou-se também a liberar gradativamente a pressão de vapor para evitar o processo de ebulição intensa na câmara de vaporização.

Para testar-se o efeito dessas medidas, coletou-se amostra da água de condensação que se acumula no fundo do depósito, e com esta água fez-se a irrigação de mudas de tomate, não se observando os sintomas anteriormente ocorridos.

Outra ocorrência importante foi a toxidez e morte de plantas quando se utilizou esterco que não estava completamente curtido. O tratamento térmico seguido do resfriamento lento, provavelmente acelerou a decomposição da matéria orgânica, acarretando a formação de gases tóxicos (provavelmente metano) que teriam ficado retidos nos espaços vazios do substrato tendo sua dissipação dificultada por estarem em vasos plásticos. Esta hipótese é bastante provável porque, ao se realizar nova semeadura nos mesmos vasos, não se observou a repetição dos sintomas.

Não têm sido observados outros sintomas de distúrbios nutricionais. Entretanto alerta-se para o fato de que o excesso de calor no tratamento de substratos pode promover a liberação de manganês e ferro. Portanto, se o material utilizado para a confecção do substrato tiver alto teor destes elementos, pode ocorrer fitotoxidez. Caso se observe o crescimento anormal das plantas, cloroses, necroses ou outros distúrbios, recomenda-se fazer análise química do substrato, incluindo análise de micronutrientes. Comprovada a presença de níveis altos destes elementos, recomenda-se redimensionar o depósito, objetivando reduzir o tempo de aquecimento da massa de substrato. Outra providência é fazer a descarga do depósito logo após o tratamento térmico, proporcionando resfriamento mais rápido do material.

**Agradecimentos:**

**A Edgar Rocha Carvalho, pelos desenhos.**

**Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Reginaldo Napoleão, pelo fornecimento de material biológico.**

**Aos serralheiros José A. de Moura e Francisco F. Romeiro, pelas melhorias realizadas durante a confecção do equipamento.**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- BOLLEN, G.J.** The selective effect of heat treatment on the microflora of a greenhouse soil. *Netherlands Journal of plant pathology*, v.75, n. 1 / 2, p.157-163, 1969. *Review of applied mycology*, v.48, n.6, 1969. Abstract 1542.
- JARVIS, W.R.**, *Managing diseases in greenhouse crops*. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1993. 288 p.
- MÜLLER, J.** Alternativas ao uso de brometo de metila. *Circuito Agrícola*, v. 6, n. 54, p. 20, 1998.
- ROWE, R.C. ; FARLEY, J.D.; COPLIN, D.L.** Airborn spore dispersal and recolonization of steamed soil by *Fusarium oxysporum* in tomato greenhouse. *Phytopathology*, v. 67, p.1513-1517, 1977.
- SONNEVELD, L.E.** Changes in chemical properties of soil caused by steam sterilization. In: **MULDER, D.**, ed. *Soil disinfection*, Amsterdam: Elsevier, 1979. p. 39-50.

# PUBLICAÇÕES DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS

## SÉRIE INSTRUÇÕES TÉCNICAS

- Cultivo da Ervilha;
- Cultivo do Alho;
- Tratamento de sementes de hortaliças para controle de doenças;
- Cultivo do Chuchu;
- Cultivo de Hortaliças;
- Cultivo da Batata-doce;
- Cultivo da Batata;
- Cultivo da Lentilha;
- Cultivo da Mandioquinha-salsa;
- Cultivo do Tomate;
- Cultivo do Tomate para Industrialização;
- Cultivo da Cenoura;
- Cultivo do Grão-de-bico.

## SÉRIE CIRCULAR TÉCNICA

- Manejo de plantas daninhas em hortaliças;
- Manejo da cultura da batata para o controle de doenças;
- Determinação da condutividade hidráulica e da curva de retenção de água no solo com método simples de campo;
- Manejo integrado das doenças da batata;
- O controle biológico de pragas e sua aplicação em cultivos de hortaliças;
- Manejo integrado da mosca branca *Bemisia argentifolii*;
- Irrigação de hortaliças em solos cultivados sob proteção de plásticos;
- Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças;
- Produção de sementes híbridas de abóbora do tipo tetsukabuto.

## SÉRIE DOCUMENTOS (LIVROS)

- Anais do seminário sobre a cultura da batata-doce;
- Diagnóstico de desordens nutricionais em hortaliças;
- Índice de patógenos de sementes de hortaliças não detectadas no Brasil;
- Protótipos de equipamentos para produção de hortaliças;
- Doenças da ervilha;
- Anais do Seminário Internacional sobre Qualidade de hortaliças e frutas frescas;
- Doenças do tomateiro;
- Doenças bacterianas de hortaliças;
- Manejo da irrigação em hortaliças;
- Impactos Socioeconômicos da Pesquisa de Cenoura no Brasil;
- Bibliografia do alface;
- Manipulação e comercialização de hortaliças;
- Manejo cultural da Mandioquinha-salsa.

## BIBLIOGRAFIAS

- Bibliografia de alface;
- Bibliografia de entomologia;
- Bibliografia de mandioquinha-salsa;
- Bibliografia brasileira de irrigação e manejo de água em hortaliças;
- Bibliografia brasileira de sementes de hortaliças;
- Bibliografia brasileira de tomate;
- Bibliografia brasileira de pós-colheita de hortaliças.

# PUBLICAÇÕES DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS

## SÉRIE PESQUISA EM ANDAMENTO

- Biologia da mosca branca em tomate e repolho;
- Caracterização de acessos de batata-doce através dos danos causados nas raízes por crisomelídeos e pela broca da raiz;
- Caracterização da coleção de germoplasma da berinjela;
- Fração de água infiltrada durante a lavagem de segmentos de raízes de batata-doce e considerações sobre seus perigos;
- Introdução e avaliação de cultivares e populações de cenoura e características agronômicas e indicadores de qualidade de raiz.
- Resposta de Cultivares de Tomateiro para Processamento Industrial à Fertirrigação por Gotejamento Subterrâneo;

## SÉRIE PESQUISA EM ANDAMENTO

- Impacto Econômico da Adoção do Manejo Racional da Irrigação em Tomateiro Industrial;
- Susceptibilidade de Populações de Traça-das-Crucíferas à Chlorfluazuron;
- Esverdeamento de Tubérculos de Batata de Clones Avançados da Embrapa Hortaliças;
- Competição de cultivares de pepino tipo "Japonês" sob cultivo protegido e a campo aberto;
- Morte prematura de plantas de quiabeiro causados por associação de nematóides das galhas *Meloidogyne javanica* e *sclerotium rolfsii*;
- Perda de produtividade de tomateiro por infecção de população mista de *Meloidogyne incognita* RAÇA 1 e *M. javanica*;
- Reação de cultivares de batata à infecção por nematóides das galhas *Meloidogyne javanica*.

## SÉRIE PESQUISA EM ANDAMENTO

- Coleta de germoplasma de abóboras e morangas;
- Desenvolvimento de um sistema para desinfestação de substratos para produção de mudas, utilizando vapor de água;
- Caracterização morfológica do germoplasma da batata doce mantido pela EPAGRI;
- Introdução e avaliação de cultivares e populações de cenoura - características agronômicas e indicadores de qualidade de raiz - 1998;
- Organização do Banco de Sementes Botânicas do Banco Ativo de germoplasma de batata-doce, para conservação de "Pool Gênico" a longo prazo;
- Estimativa do rendimento do tomateiro usando modelos estatísticas com teores iniciais de P no solo e níveis de adubação fosfatada.

## SÉRIE COMUNICADO TÉCNICO

- Besouro do Colorado;
- Processamento mínimo de hortaliças;
- Manejo da água do solo no cultivo da batata;
- Traça das Crucíferas;
- Aspecto sanitário da água para fins de irrigação;
- Multiplicação, caracterização e conservação de germoplasma de tomate.

Pedidos de publicações poderão ser feitos através de vale postal ou cheque nominal à Embrapa Hortaliças, no valor total da aquisição, enviados para o seguinte endereço: Área de Comunicação e Negócios Tecnológicos (ACN) - Caixa Postal 218, CEP: 70359-970, Brasília-DF.

Serão também atendidos pedidos feitos por telefone ou fax mediante depósito bancário antecipado no valor do pedido mais despesas de envio. Maiores informações pelo telefone: (061) 385-9009 ou pelo fax: (061) 556-2384 ou 556-5744.

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento, foi criado em 1981 com o objetivo de pesquisar e apoiar o desenvolvimento de tecnologias de cultivo de hortaliças para diversas regiões brasileiras. Sua missão é executar, promover e articular atividades científicas e tecnológicas para o desenvolvimento do Sistema Produtivo de Hortaliças no Brasil. Conta com uma equipe técnica de 50 pesquisadores, atuando principalmente nas áreas de: Melhoramento Genético, Fitopatologia, Entomologia, Fitotecnia, Biotecnologia, Solos e Nutrição de Plantas, Tecnologia Pós-Colheita, Irrigação, Tecnologia de Sementes e Difusão de Tecnologia.

Localizado em Brasília, dispõe de um campo experimental de 115 hectares irrigáveis e área construída de 22.000 m<sup>2</sup>, incluindo laboratórios, casas-de-vegetação, telados, câmaras frias, unidade de beneficiamento de sementes, biblioteca, auditório, salas de aula e outras instalações de apoio.

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças mantém convênios com instituições públicas e privadas, nacionais e internacionais, constituindo-se em um centro de referência na pesquisa de hortaliças.

A série Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças é destinada a agentes de fomento, assistência técnica, extensão rural, produtores rurais, estudantes, professores, pesquisadores, editores de revistas de informação rural e outras pessoas interessadas no assunto.

---

Tratamento Editorial: Área de Comunicação e Negócios Tecnológicos

---

1ª Impressão - Dezembro/98  
Tiragem: 1.000 exemplares



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Km 09 - BR 060 - Caixa Postal: 218 - CEP: 70359-970  
Fone: (061) 385-9000 - Fax: (061) 556-5744 e 556-2384  
e-mail: [cnph@cnph.embrapa.br](mailto:cnph@cnph.embrapa.br)  
[www.cnph.embrapa.br](http://www.cnph.embrapa.br)*