

COLETOR SOLAR NO TRATAMENTO DE SUBSTRATO CONTAMINADO POR NEMATOIDE-DAS-GALHAS DO CAFEIEIRO

José Roberto Vieira Júnior²; Elize Francisca Mendes dos Anjos³; Cléberon de Freitas Fernandes⁴; Sara Inácia de Matos⁵; Vaneide Araújo de Souza Rudnick⁶; Cássya Fonseca Santos⁷; Cristina Ferreira de Souza⁸; Gleiciele Ribeiro da Silva⁹; Matheus Cunha Figueiredo¹⁰

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho- RO, jose—roberto.vieira@embrapa.br

³ Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências Ambientais, estagiária do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, elizeanjos@gmail.com

⁴ Farmacêutico, D. Sc. em Bioquímica, pesquisador, CE, Embrapa Agroindústria Tropical, cleberon.fernandes@embrapa.br

⁵ Engenheira Agrônoma, doutoranda da Bionorte, estagiária do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, van.rudnick@gmail.com

⁶ Farmacêutica, mestre em Ciências Ambientais, estagiária do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, casya@outlook.com

⁷ Engenheira agrônoma, estagiária do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, tinaferresouza@gmail.com

⁸ Engenheiro Agrônomo, estagiário do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia,

⁹ Graduanda em Agronomia, estagiário do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, rbrogleici@outlook.com

¹⁰ Graduanda em Agronomia, estagiário do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Rondônia, matheus.mp100@hotmail.com

RESUMO: O equipamento denominado coletor solar, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados para produção de mudas. O coletor tem a finalidade de controlar as doenças causadas por microrganismos habitantes do solo em substituição a produtos agroquímicos que contaminam o ambiente e ao homem. Foram utilizadas chapas de aço galvanizado, dobradas na forma de tubos de 150 e 200 mm de diâmetro e tubo de PVC de 150 mm. Todos os tubos foram pintados com tinta fosca preta, paralelamente colocados numa caixa composta por tábua plainada de angelim. Os tubos foram preenchidos com substrato infestado de *M. incognita* e tratado por três dias. Para o ensaio *in vivo* o substrato tratado recebeu mudas de feijão com 30 dias de idade, a testemunha foi o substrato infestado com uma suspensão de 500 ovos de *M. incognita*, foram dez repetições para cada tratamento. Após 30 dias foram avaliados e verificou-se que todos os tratamentos foram eficientes para erradicar *M. incognita*, sendo recomendado o uso de tubos em PVC 150 mm.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura, Tubo PVC, *Meloidogyne incognita*.

SOLAR COLLECTOR IN THE TREATMENT OF NEMATOIDE-DAS-GALHAS CONTAMINATED SUBSTRATE

ABSTRACT: The equipment called a solar collector, was developed to desinfect substrates used for seedling production. The manifold has the purpose of controlling diseases caused by soilborne microorganisms in replacing the agrochemical products that pollute the environment and to man. Were used galvanized steel plates, folded in the form of tubes of 150 and 200 mm in diameter and PVC pipe of 150 mm. All the tubes were painted with matte black ink, parallel placed in a housing composed of plainada board of angelim. The tubes were filled with substrate infested with *M. incognita* and treated for three days. For the *in vivo* test the substrate treated received seedlings of beans with 30 days of age, the witness was the substrate infested with a suspension of 500 eggs of *M. incognita* were ten replications for each treatment. After 30 days were evaluated and it was found that all treatments were effective to eradicate *M. incognita*, being recommended the use of PVC pipes at 150 mm.

KEYWORDS: Temperature, PVC pipe, *Meloidogyne incognita*.

INTRODUÇÃO

No estado de Rondônia, o *Meloidogyne* spp. está presente em quase todos os municípios do estado, segundo um levantamento realizado por Vieira Júnior e colaboradores (2015), nas principais áreas cafeeicultoras. Sendo assim, também uma das principais causas de prejuízos na cadeia produtiva, como o café, que no estado de Rondônia vem sendo umas das principais culturas comercializadas em mudas. Dos 161 viveiristas com registro no RENASEM, 118 (73%) comercializam mudas de café (MAPA, 2018).

Atualmente, existem formas de controle que visam manter a população de fitonematoides num nível que não cause danos econômicos, em um manejo com um conjunto de técnicas as quais podemos citar: genético, cultural, físico, biológico, químico e alternativo (FERRAZ et al., 2012). Dentre esses, certamente, o método de controle químico é um dos mais utilizados, com aplicação de nematicidas comerciais (FERRAZ et al., 2010).

Os produtos químicos têm sua eficiência limitada, além de resultar em seleção de populações resistentes. São tóxicos para os seres humanos e causam impactos na saúde da humana, seja com os produtores que trabalham com o produto ou a população em geral, que consome os alimentos contaminados (CARNEIRO, 2015). Além disso, estes produtos apresentam elevado risco ambiental, podendo contaminar lençóis freáticos profundos, rios, o solo, etc.

A busca por métodos não-químicos vem crescendo, sendo assim, a solarização tem sido muito utilizada pelos agricultores, que por sua vez tem mostrado viável a diversas culturas, tendo como vantagens não ser um produto químico podendo tornar-se mais econômico e viável (GHINI, 2001).

O método de solarização é um processo não-químico que tem provado eficácia no controle de patógenos de solo e plantas daninhas, ao mesmo tempo, favorece os microrganismos benéficos do solo. Porém deve-se avaliar as condições do local a ser implementado o sistema, pois o processo depende altamente das condições climáticas entre outros fatores (ROCHA; CARNEIRO, 2016).

O equipamento denominado coletor solar ou solarizador, foi originalmente desenvolvido pela Ghini (2004), para desinfestar substratos utilizados para produção de mudas em viveiros, com o uso da energia solar, em substituição a produtos agrotóxicos que contaminam o ambiente e causam riscos aos seres humanos (GHINI, 2004). O modelo aqui apresentado é uma adaptação do modelo dada as dificuldades de se adquirir alguns materiais descritos na produção do equipamento original. Assim, o objetivo do trabalho foi testar o efeito do tratamento térmico de solos, em tubos com diferentes diâmetros e materiais em solarizador, quanto à eficiência de controle de *Meloidogyne incognita*, para a produção de mudas livres do patógeno, sem prejuízo à sua eficiência, a partir de uma construção com materiais alternativos, mais baratos, porém duráveis e acessíveis, para as condições locais propostas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitopatologia e Casa de Vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Rondônia, em Porto Velho – RO. O coletor solar foi construído conforme especificações de GHINI (2001) com modificações.



Figura 1: Coletor solar construído e utilizado na desinfestação do substrato.

Para tanto, foram utilizadas chapas de aço galvanizado, dobradas na forma de tubos de 150 e 200 mm de diâmetro e tubo de PVC de 150 mm. Todos os tubos foram pintados com tinta fosca preta, paralelamente colocados numa caixa composta por tábuas plainadas de angelim com as seguintes dimensões: 2 cm x 105 cm x 100 cm para no fundo, 2 cm x 105 cm x 30 cm utilizadas nas laterais e ripas de angelim 1 cm x 2,5 cm x 100 cm para o encaixe das peças de vidro. A madeira foi impermeabilizada com massa tipo asfáltica nº 1, para aumentar a durabilidade do equipamento. Deve-se procurar adquirir madeira certificada, de acordo com normas técnicas de manejo florestal sustentável (GHINI; BETTIOL, 1992).

Três peças de vidro transparente de 03 mm x 44 cm x 103 cm foram colocados sobre a parte superior da caixa, para a vedação, o fundo do solarizador foi revestido em três camadas: a primeira camada de mesma chapa de aço galvanizado com 20 mm x 105 cm x 100 cm, a segunda camada foi composta por uma manta térmica (forro para telhados) e a última camada, composta por uma placa de compensado de 6 mm x 105 cm x 100 cm.

Após a montagem determinou-se a capacidade volumétrica dos tubos, conforme descrito a seguir: dois tubos de ferro galvanizado de 150 mm de diâmetro, com capacidade total 36 litros de substrato; um tubo de PVC de 150 mm de diâmetro com capacidade total de 18 litros de substrato; e dois tubos de 200 mm de diâmetro, com capacidade total 64 litros de substrato.

O solo foi colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirados pela abertura inferior, por meio da força da gravidade. Os coletores foram instalados com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local acrescida de 10°. Porto Velho-Rondônia está localizada na latitude de 8°, assim, o coletor solar foi instalado com ângulo de 18° de inclinação. O suporte do coletor foi construído com pinos móveis para facilitar a retirada do substrato tratado e trava para manter na inclinação correta. Cada coletor tem capacidade para tratar 118 litros de substrato por dia de radiação plena.

A temperatura foi verificada com datalogger, por meio de um furo do tamanho diâmetro do extensor nas tampas dos tubos, colocou-se os extensores ao centro de cada tubo e foram programadas no datalogger para serem verificadas a cada 30 min, após três dias foram recuperados os dados gravados no aparelho. O substrato tratado foi recolhido em baldes previamente lavados com hipoclorito e água, após, foram utilizados nos ensaios *in vivo*.

Para os ensaios realizados no coletor, 118 litros de substrato foram autoclavados por uma hora, à uma temperatura de 120 °C em sacos de tecido de 5 litros, após, o substrato foi colocado em estufa por 24 h para secagem à 60 °C.

Os inóculos de nematoides utilizados nos ensaios foram obtidos de populações coletadas no Campo experimental da Embrapa em Ouro preto do Oeste. Estas populações foram Identificadas através de eletroforese, utilizando o método de Carneiro e Almeida (2001) e após aprovação no SisGen, e registradas sob o código de acesso n°. A7126B3, foram multiplicadas em plantas de tomateiro ‘Santa Cruz Kada’, mantidas em casa de vegetação.

Para a extração dos ovos dos nematoides foi seguido o método descrito por Bonetti e Ferraz (1981). A contagem dos ovos para a calibração da suspensão (1.000 ovos/por l de substrato) foi feita em microscópio estereoscópio, utilizando a câmara de contagem (câmara de Peters).

Para avaliar os efeitos do coletor solar sobre os substratos, avaliações *in vivo* foram realizadas, mudas de feijão com 25 dias (*Phaseolus vulgaris* L.) foram colocadas em copos de plástico com capacidade de 500 ml, contendo 500 ml do substrato tratado. Os tratamentos foram: substrato do tubo de PVC 15 cm de diâmetro, substrato do tubo de ferro galvanizado de 15 cm de diâmetro e substrato do tubo de ferro galvanizado de 20 cm de diâmetro e a testemunha, solo não tratado inoculado com suspensão de ovos na mesma proporção do solo tratado e foram dez repetições para cada tratamento.

O período de solarização do substrato no coletor solar foi do dia 22 de setembro de 2015 e nove de setembro de 2018, totalizando 3 dias. As temperaturas máximas médias nos meses de setembro foi: 32,7 °C e 36,3 °C respectivamente. Após 30 dias foram realizadas as seguintes avaliações: altura de parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada; a massa da parte aérea fresca e de sistema radicular fresco, ambas medidas em balança analítica; fator de reprodução, o número de galhas por sistema radicular; o número de ovos e o número total de ovos três contagens de depois cálculo da média), sendo esta contagem realizada em câmara de Peters. Os dados dos ensaios foram submetidos a análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados obtidos nesses experimentos foi realizada com o auxílio do pacote estatístico GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas foram observadas no segundo dia de solarização 65° C, por um período de três horas (Figura 2) tanto para o tubo metálico de 150 mm quanto para o tubo PVC de 150 mm.

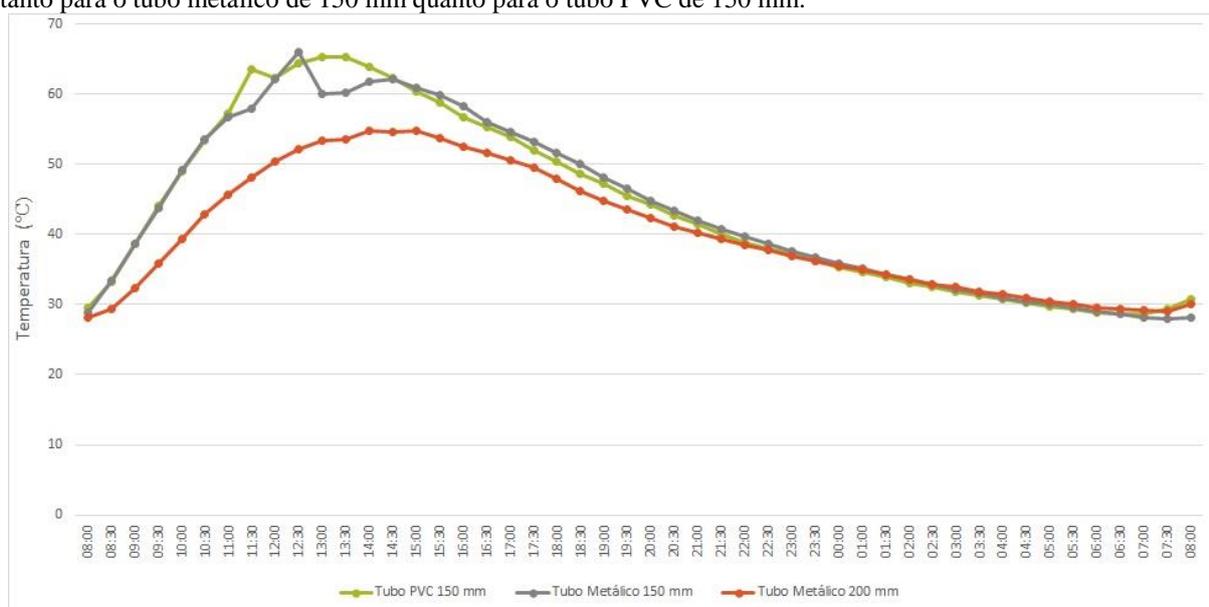


Figura 2: Temperaturas observadas nos tubos de PVC 150 mm, tubo metálico 150 mm e tubo metálico 200 mm.

Temperaturas acima de 35 °C já são prejudiciais aos fitonematóides (SILVA, 2010). Alguns patógenos do solo, como nematóides podem ser inativados no coletor solar em algumas horas de tratamento, devido às temperaturas atingidas, porém, recomenda-se o tratamento por 1 ou 2 dias (GHINI, 1997).

Após três dias de tratamento do substrato no coletor, avaliou-se desenvolvimento de mudas de feijão no substrato. Não houve infestação de *M. incognita* em nenhum dos tratamentos (tubos), se comparados à testemunha (tabela 1). Para a desinfestação, todos os tubos foram eficientes, pois todos atingiram a temperatura mínima letal para *Meloidogyne*. Foram avaliados o peso da matéria fresca da raiz, o peso da matéria fresca da parte aérea e altura da parte aérea, houve um aumento em todos os parâmetros avaliados nas mudas de feijão, a média para o tubo PVC foi de 4,50 g para a matéria do peso fresco da raiz; 1,15 g para matéria fresca da parte aérea e 7,40 cm para altura da parte aérea, para o tubo metálico de 150 mm foi de 9,15 g; 5,99 g e 1,54 cm respectivamente, o tubo metálico de 200 mm teve o melhor rendimento no desenvolvimento do feijoeiro, 13 g, 10 g e 1,52 cm respectivamente.

Miranda (2006) verificou o desenvolvimento e a desinfestação do nematoide das galhas em substrato tratado no coletor solar em mudas de cafeeiros, avaliou-se o a eficiência do coletor comparado ao brometo de metila, concluiu-se que o uso do coletor solar é promissor para a desinfestação de substratos por proporcionar bom desenvolvimento de mudas de cafeeiro, se comparado com brometo de metila, o que para o estado de Rondônia, torna o uso desse equipamento promissor, em diversas culturas vegetais e principalmente na cultura cafeeira, de grande importância econômica para o estado.

Parâmetros nematológicos avaliados como número de ovos por mililitro (N°O/ml), número total de ovos, média de número de ovos (MNO) e fator de reprodução (FR), comprovaram 100% no controle do nematoide-das-galhas em comparação a testemunha, com solo não tratado no coletor solar (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos e parâmetros avaliados em mudas de tomate com substrato tratado no coletor solar onde, No/ml: número de ovos por ml, MNO: média de número de ovos, FR: fator de reprodução e número total de ovos.

Tratamento	N° O/ml	MNO	FR	N° total de ovos
Tubo PVC 150 mm	00,0	00,0	00,0	000
Tubo Metálico 150 mm	00,0	00,0	00,0	000
Tubo Metálico 200 mm	00,0	00,0	00,0	000
Testemunha solo nematoide	33,2	29,0	06,2	312

A utilização de técnicas para o controle de doenças fitossanitárias, com desinfestação de substrato, reduzindo os malefícios ao ambiente, é a proposta da solarização, utilizando a energia solar para atingir este objetivo (KATAN, 2015). Dias-Hernández et al., (2017), testando a tratamento com uso de energia solar e com uso de incorporação de matéria orgânica, comprovou que a metodologia testada foi superior ao solo fumigado com metam sódio, um produto fumigante utilizado na desinfestação de solo, sendo uma alternativa sustentável no manejo de fitonematóides.

CONCLUSÃO

O coletor foi eficiente para desinfestação do substrato, o tubo PVC de 150 mm atingiu a mesma temperatura de 65 °C que o tubo metálico 150 mm, sendo assim recomendado para uso no coletor solar. O coletor solar modificado é recomendado para desinfestação de *M. incognita* e outras espécies de *Meloidogyne* para uso em viveiros para a produção de mudas sadias.

REFERENCIAS

- BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 553, 1981.
- CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, n. 1, v. 25, p. 35-44, 2001.
- DIAS-HERNÁNDEZ, S.; GALLO-LLOBET, L.; DOMINGUEZ-CORREA, P.; RODRÍGUEZ, A. Effect of repeated cycles of soil solarization and biosolarization on corky root, weeds and fruit yield in screen-house tomatoes under subtropical climate conditions in the Canary Islands. **Crop Protection**, v. 94, p. 20-27, 2017.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa, MG, Editora UFV, 2012.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa, MG, Editora UFV, 2010.
- GHINI, R. **Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas sadias**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 5p. (Embrapa Meio Ambiente/ Circular Técnica 4), 2004.

GHINI, R. **SOLARIZAÇÃO DO SOLO**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001.

GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Circular Técnica. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1997. 29 p.

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

BRASIL, Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, no Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, na Instrução Normativa MAPA nº 9, de 2 de junho de 2005, na Instrução Normativa MAPA nº 24, de 16 de dezembro de 2005, na Instrução Normativa MAPA nº 22, de 27 de agosto de 2012, e o que consta do Processo nº 21000.007606/2011- 15. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN35de29denovembrode2012.pdf>. Acesso em: 10 de abr. 2019.

MIRANDA, G. R. B.; GUIMARÃES, R. J.; PEREIRA, E. B.; CAMPOS, V. P.; ALMEIDA, G. R. R. A.; GONZALES, R. G. Formação de mudas de cafeeiro em substratos oriundos de diferentes métodos de desinfestação. **Bragantia**, Campinas, n. 2 v. 65, p. 303-307, 2006.

ROCHA, G. A; CARNEIRO, L. C. Solarização do solo associada à incorporação de material orgânico na redução da viabilidade de escleródios. **Revista De Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, 2016.

SILVA, G. S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 111, 2010.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F.; MATOS, S. I.; FREIRE, T. C.; FONSECA, A. S.; MARREIROS, J. A. A.; ZEFERINO, D. M.; SILVA, D. S. G. **Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015.