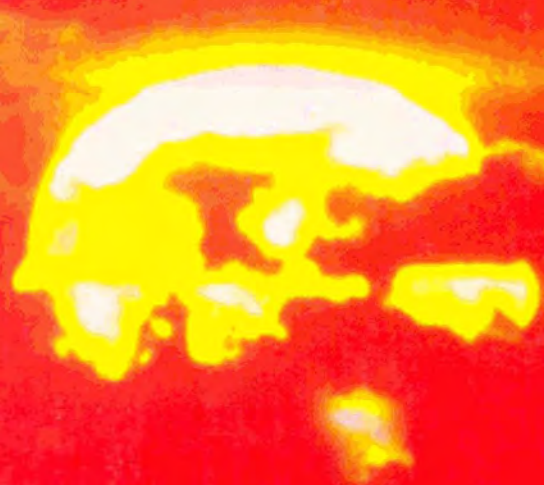


DESINFETAÇÃO DO SOLO COM O USO DE ENERGIA SOLAR: SOLARIZAÇÃO E COLETOR SOLAR



Raquel Ghini

Embrapa

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento:

Arlindo Porto

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA

Chefe Geral: Clayton Campanhola

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Ariovaldo Luchiari Júnior

Chefe Adjunto Administrativo: Rosangela Blotta Abakerli

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

DESINFESTAÇÃO DO SOLO COM O USO DE ENERGIA SOLAR: SOLARIZAÇÃO E COLETOR SOLAR

Raquel Ghini

Jaguariúna, SP

1997

Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 1.

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados à:

**Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e
Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA**

Rodovia SP 340 - km 127,5 - Bairro Tanquinho Velho

Caixa Postal 69

13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (019) 867-5633

Fax: (019) 867-5225

e.mail: adi@cnpma.embrapa.br

Comitê de Publicações: Ariovaldo Luchiari Júnior
Cláudia Conti Medugno
João Fernandes Marques
José Flávio Dynia
Raquel Ghini
Tarcízio Rego Quirino
Maria Amélia de Toledo Leme
Margarete Esteves N. Crippa

Revisão: Lígia Abramides Testa

Editoração: Regina Lúcia Siewert Rodrigues

Normatização: Maria Amélia de Toledo Leme

Tiragem: 500 exemplares

GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar.** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular, 1).

CDD 632.9

©EMBRAPA-CNPMA, 1997

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	05
2. SOLARIZAÇÃO DO SOLO	07
2.1 Conceito	07
2.2. Princípios e mecanismos	07
2.3. Características do tratamento	11
2.4. Efeitos da solarização	14
2.5. Vantagens e desvantagens	17
3. COLETOR SOLAR	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

DESINFESTAÇÃO DO SOLO COM O USO DE ENERGIA SOLAR: SOLARIZAÇÃO E COLETOR SOLAR

Raquel Ghini

1. INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável busca o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente, de forma a satisfazer às necessidades humanas no presente e no futuro. Um de seus objetivos é reduzir a utilização de produtos químicos, o que implica maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas e menor uso de insumos, como pesticidas. Um dos problemas para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas é a ocorrência de doenças de plantas, haja vista que muitas das práticas utilizadas para o controle colaboram para sua degradação.

As doenças de plantas causadas por patógenos de solo constituem um dos principais problemas para a maioria das culturas. Esses patógenos, compreendidos principalmente por espécies de fungos, bactérias e nematóides, podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar tombamento de plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha, devido a danos no sistema vascular. Em consequência, há uma queda na quantidade e na qualidade da produção, originando sérios prejuízos ao agricultor.

¹ Engenheira Agrônoma, Ph.D., Embrapa Meio Ambiente, CaixaPostal 69 - 13820-000 Jaguariúna, SP.

A importância dos fitopatógenos habitantes do solo provém dos problemas apresentados pelos métodos de controle disponíveis. O controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do patógeno na área, por exemplo, mediante cuidados com a qualidade da água de irrigação, de sementes e mudas, e outros materiais que possam conter propágulos do patógeno. Uma vez introduzidos no solo, porém, a erradicação desses patógenos é muito difícil.

Na maior parte dos casos, práticas culturais não são suficientes para o controle, e variedades de plantas resistentes não estão disponíveis. O uso de vapor para a desinfestação de solo está restrito a pequenas áreas, pelo custo do equipamento necessário. O controle químico apresenta problemas quanto a custo, eficiência e contaminação do aplicador, do alimento produzido e do ambiente.

Ante os problemas apresentados pelos métodos disponíveis, a solarização do solo, desenvolvida por Katan et al. (1976), vem sendo adotada em diversos países, como Israel, Estados Unidos, Japão e Itália. A técnica consiste na utilização da energia solar para a desinfestação do solo, por meio da cobertura com um filme plástico transparente. A solarização pode ser empregada tanto em condições de campo como de cultivo protegido. Por não ser um método químico, possui a vantagem de apresentar menor impacto no ambiente e não deixar resíduos, além de ser simples e de fácil aplicação.

Problemas semelhantes aos descritos também são encontrados no tratamento de substratos utilizados na produção de mudas em recipientes. Para esses casos, foi desenvolvido, por Ghini & Bettiol (1991), um coletor solar, que, através da energia solar, promove a desinfestação dos substratos, com as mesmas vantagens da solarização.

2. SOLARIZAÇÃO DO SOLO

2.1. Conceito

A solarização - método de desinfestação do solo para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas - consiste na cobertura, com um filme plástico transparente, do solo em pré-plantio, preferencialmente úmido, durante o período de maior radiação solar.

2.2. Princípios e mecanismos

A cobertura com um filme plástico transparente promove a elevação da temperatura do solo pela energia solar, em repetidos ciclos diários (Fig. 1); quanto maior a profundidade, menores temperaturas são atingidas (Fig. 2).

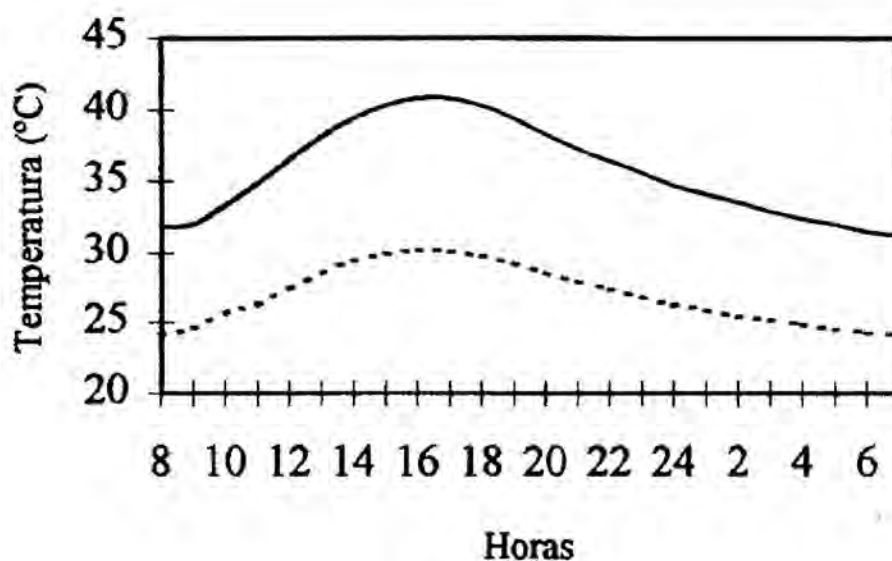


FIG.1. Temperaturas médias do solo solarizado (—) e não solarizado (---), na profundidade de 10 cm, em dezembro de 1992, em Jaguariúna, SP.

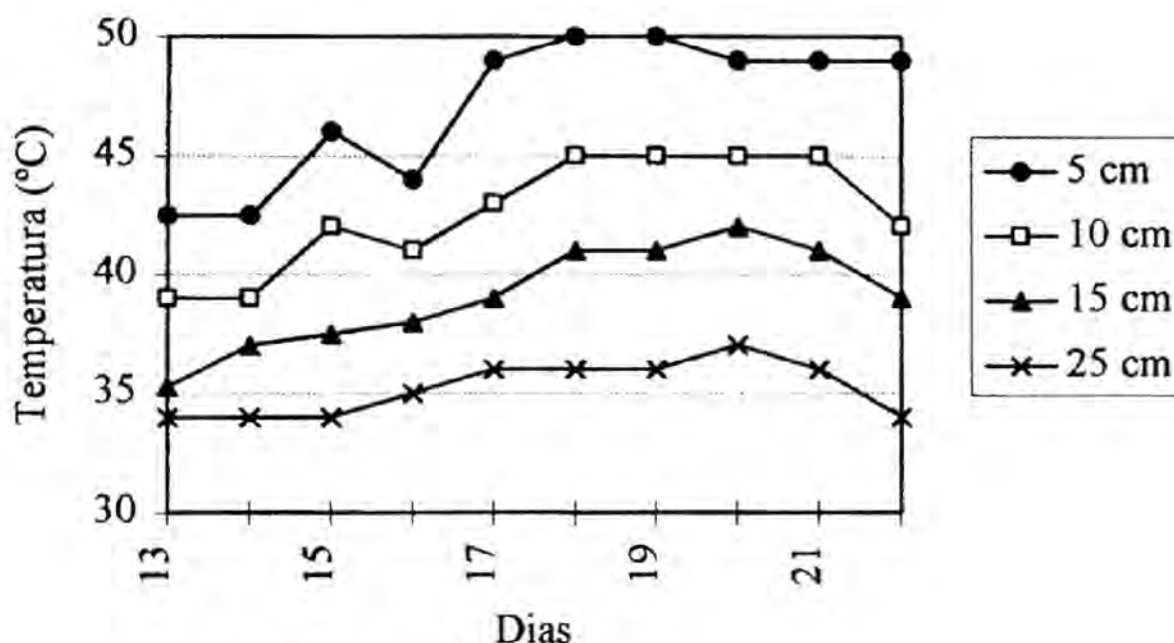


FIG. 2. Temperatura do solo solarizado, em diferentes profundidades, em fevereiro de 1990, em Jaguariúna, SP.

A inativação térmica de diversos patógenos segue, de modo geral, o modelo exponencial, de forma que, quanto menor a temperatura, é necessário um tempo maior de exposição para ocorrer a inativação das estruturas do patógeno. Por esse motivo, o filme plástico deve ser mantido por um período suficiente para que haja a inativação das estruturas do patógeno situadas nas camadas mais profundas do solo.

Parte da população do patógeno morre por efeito direto da elevação da temperatura, especialmente as estruturas localizadas na superfície, onde as maiores temperaturas são atingidas. Nas camadas mais profundas, somente temperaturas subletais são obtidas. Entretanto, apesar de a exposição do patógeno ao calor ser importante fator, não é o único mecanismo envolvido no método. Os processos microbianos induzidos pela solarização podem contribuir para o controle das doenças, já que o aquecimento atua sobre a microbiota do solo em geral. Esses processos

microbianos têm importância especialmente quando o calor acumulado não é suficiente para o controle do patógeno, como, por exemplo, nas camadas mais profundas do solo ou em climas cujas temperaturas não são favoráveis à solarização.

Os propágulos do patógeno, enfraquecidos pelas temperaturas subletais, dão condições e estimulam a atuação de antagonistas. Lifshitz et al. (1983) observaram que as temperaturas subletais produzem rachaduras em escleródios (estruturas de resistência de alguns gêneros de fungos), permitindo a penetração e colonização por microrganismos antagonistas, como diversas espécies de bactérias e estreptomicetos, que causam a redução da quantidade de inóculo no solo.

Em vista de as temperaturas atingidas pelo solo durante a solarização serem relativamente baixas, quando comparadas com o aquecimento artificial (vapor), seus efeitos nos componentes bióticos do solo são menos drásticos. Quando o solo é submetido a altas temperaturas, ocorre a formação do chamado "vácuo biológico", constituído por espaços estéreis. Durante a solarização, as temperaturas atingidas permitem a sobrevivência de alguns grupos de microrganismos. De modo geral, os microrganismos saprófitas, entre eles muitos antagonistas, são mais tolerantes ao calor (Fig. 3) e competitivos do que os patógenos de plantas. Em consequência, há uma alteração na composição microbiana, em favor de antagonistas, estimulando a supressividade do solo a patógenos.

Por esse motivo, a reinfestação do solo solarizado é mais difícil do que no que sofreu um tratamento esterilizante, como o vapor, ou um biocida químico, como a fumigação. A maior dificuldade de reinfestação permite que o tratamento dure diversos ciclos da cultura.

Em resumo, os mecanismos envolvidos na solarização são os seguintes: o controle físico promovido pela elevação da temperatura, o controle biológico resultante da alteração na composição da microbiota do

solo e, ainda, um efeito produzido pelos compostos oriundos da decomposição de microrganismos. Por conseguinte, a redução na incidência de doenças resulta dos efeitos da solarização nos componentes bióticos envolvidos (hospedeiro, patógeno e microrganismos do solo), assim como nas características físicas e químicas do solo, as quais, por sua vez, afetam as atividades e as relações entre microrganismos.

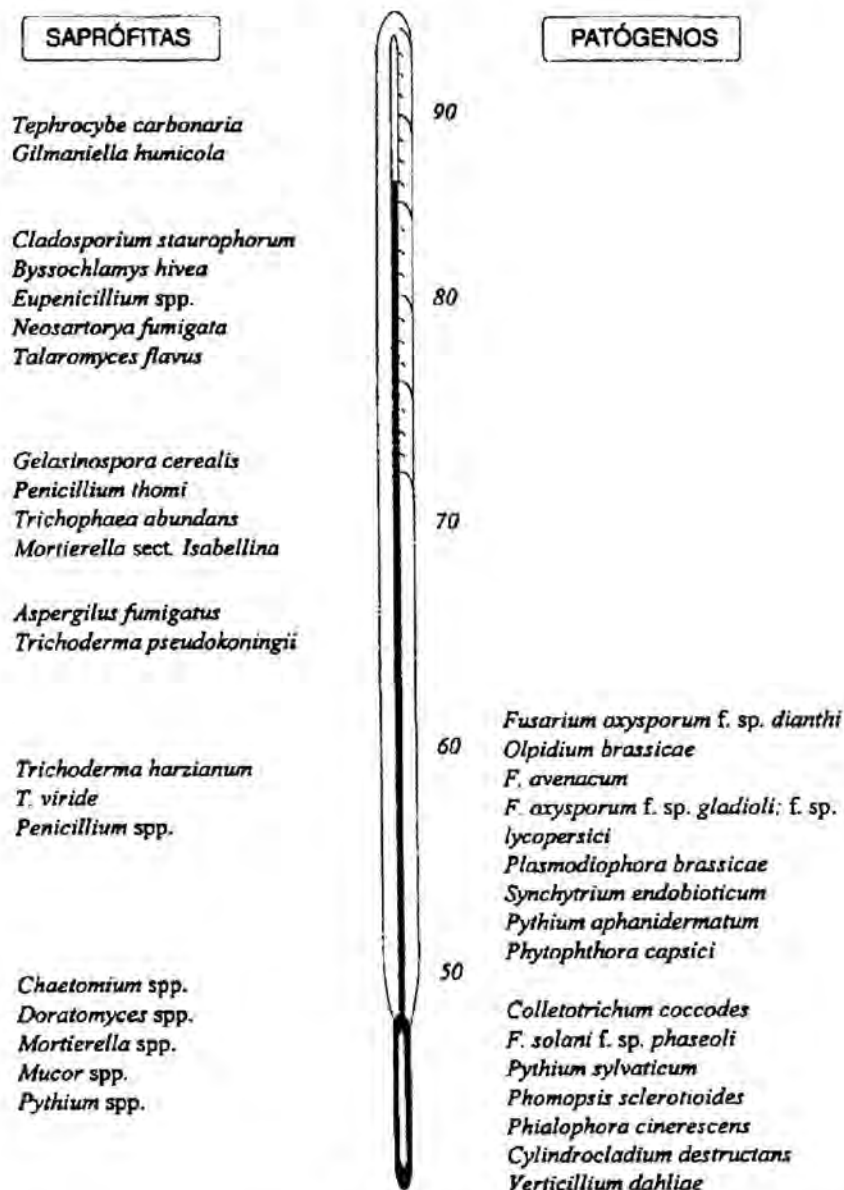


FIG. 3. Temperaturas letais (°C) para fungos de solo submetidos a 30 minutos de tratamento (adaptado de Baker & Roistacher, 1957; Bollen, 1969, 1985).

2.3. Características do tratamento

Época - Recomenda-se realizar o tratamento de solarização durante o período de maior intensidade de radiação solar. Em Jaguariúna, um levantamento das temperaturas do solo solarizado, feito por Ghini et al. (1992), mostrou que, para a região, o período do ano mais favorável à solarização é setembro-março, porém as maiores temperaturas no solo solarizado são atingidas em novembro-janeiro (Fig. 4).

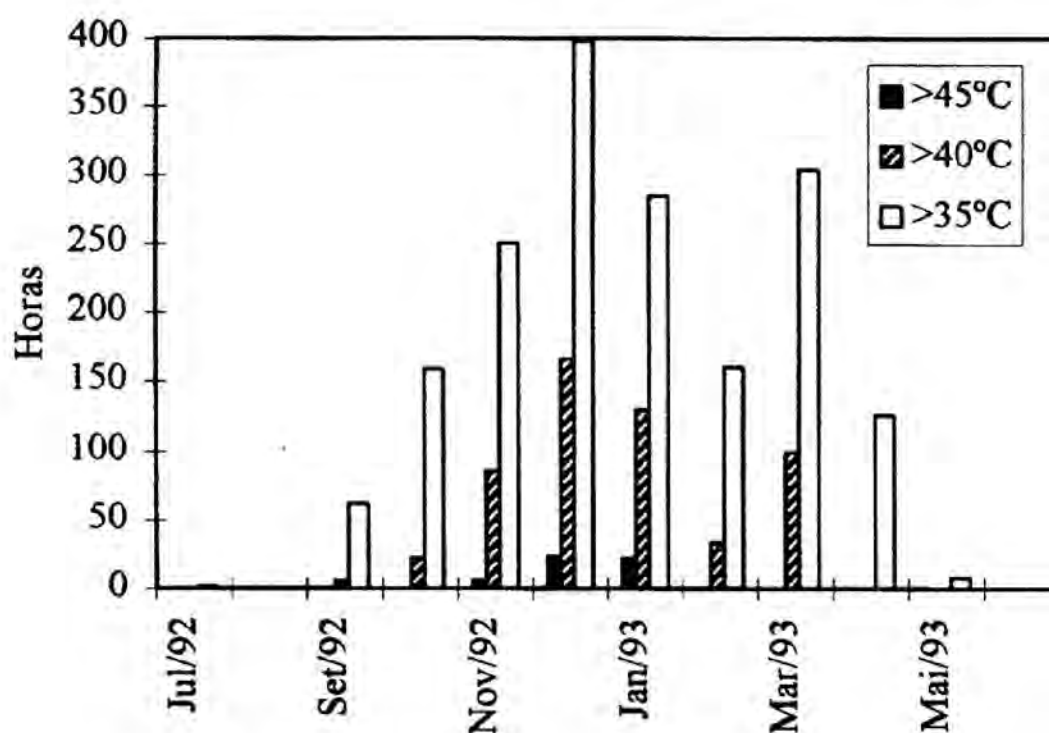


FIG. 4. Horas acumuladas pelo solo solarizado, na profundidade de 10 cm, acima de 35, 40 e 45°C de temperatura, em Jaguariúna (Ghini et al., 1994).

Colocação do plástico - A instalação do filme plástico em grandes áreas no campo pode ser feita por máquinas especialmente desenvolvidas para tal finalidade, ou manualmente, em áreas menores (Fig. 5) ou estufas.

O terreno deve ser preparado de forma usual, isto é, por meio de uma aração e uma gradagem, eliminando-se galhos e outros materiais pontiagudos que possam perfurar o plástico. Na fixação do filme plástico, enterram-se suas bordas em sulcos no solo. A emenda de dois filmes deve ser feita enterrando-se as bordas de ambos num único sulco (Fig. 6). O plástico deve ser colocado após uma chuva ou irrigação, de modo a permanecer sobre o terreno sem a formação de bolsas de ar, cobrindo todos os espaços.



FIG. 5. Colocação manual do plástico no campo

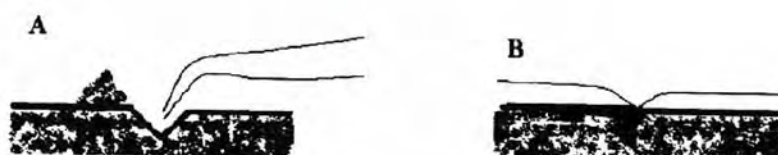


FIG. 6. Colocação do plástico no campo. A: em um sulco aberto no solo preparado, colocam-se dois filmes de plástico transparente; B: as bordas dos filmes são enterradas, fechando-se o sulco com terra e fixando o plástico no solo.

Umidade do solo - A umidade do solo é importante para a eficiência do tratamento, visto que, no solo úmido, ocorre a germinação de estruturas de resistência dos patógenos, tornando-as mais sensíveis à ação da temperatura e dos microrganismos antagonistas. Além disso, geralmente, a umidade promove a condução do calor das camadas superficiais para as mais profundas. Dessa forma, o filme plástico deve ser colocado após uma chuva ou irrigação da área a ser tratada.

Tamanho da área - A área tratada com a solarização deve ser a maior possível e contínua. A solarização do solo em faixas não é recomendada devido à possibilidade de reinfestação do solo solarizado com o inóculo presente na faixa não tratada e ao "efeito de borda". Esse efeito é causado pelas menores temperaturas atingidas pelo solo nas bordas da área solarizada, em vista das perdas de calor para a área sem o plástico, resultando na sobrevivência de patógenos nesse local. Estima-se que, em uma faixa de 40 cm nas bordas, aproximadamente, as temperaturas atingidas não são suficientes para um controle satisfatório. Mesmo para o tratamento de canteiros, sugere-se que a solarização seja realizada em área contínua e, os canteiros, construídos posteriormente.

Tipo de plástico - A principal característica do filme plástico utilizado é a transparência, que permite a passagem dos raios solares, promovendo, de forma eficiente, o efeito estufa e, assim, o maior aquecimento do solo. Os filmes pretos e de outras cores não são recomendados por não serem tão eficientes na elevação da temperatura do solo. A espessura do plástico terá influência sobre sua durabilidade e custo. Plásticos mais espessos são mais caros, porém podem ser reaproveitados. Plásticos retirados de estufas podem ser usados para a solarização, mas apresentam eficiência reduzida, exigindo a prolongação do tratamento para obter os mesmos resultados, pois aquele realizado durante a sua produção impede a passagem de todos os comprimentos de luz.

Permanência do plástico - O tempo de tratamento deve ser o maior possível, isto é, enquanto o solo não estiver sendo cultivado, recomenda-se manter o filme plástico. De modo geral, em condições de campo, o tempo necessário para o tratamento é de um a dois meses aproximadamente. Em condições de estufa, esse período pode ser reduzido, devido às maiores temperaturas obtidas na estufa fechada. Após o período de solarização, o plástico deve ser retirado do campo, podendo ser reaproveitado para nova solarização ou reciclado.

Associação com outros métodos de controle - A integração com outros métodos de controle aumenta as chances de um controle mais efetivo. Devido ao enfraquecimento das estruturas dos patógenos, durante a solarização, pode ocorrer um efeito sinérgico entre os processos adotados. Assim, a solarização pode ser associada a outros métodos, como a incorporação de matéria orgânica no solo, a aplicação de fungicidas em sub-dosagens ou o controle biológico, por meio da incorporação de um ou mais antagonistas para colonizar o solo solarizado.

2.4. Efeitos da solarização

A lista de fungos controlados mediante a solarização é longa, incluindo, entre outros: *Bipolaris sorokiniana*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Plasmodiophora brassicae*, *Pyrenochaeta* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia* spp., *Sclerotium* spp., *Thielaviopsis basicola* e *Verticillium* spp. Um exemplo da eficiência do controle de fungos, no caso, *Verticillium dahliae* em berinjela, é apresentado na Fig. 7. Entre as bactérias, estão *Agrobacterium tumefaciens* e *Streptomyces scabies* e, entre os nematóides, *Criconeila*, *Ditylenchus*, *Globodera*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus* e *Xiphinema* (DeVay et al., 1991; Katan & DeVay, 1991; Souza, 1994); os melhores resultados, porém, têm sido obtidos pela combinação da solarização com outros métodos de controle.

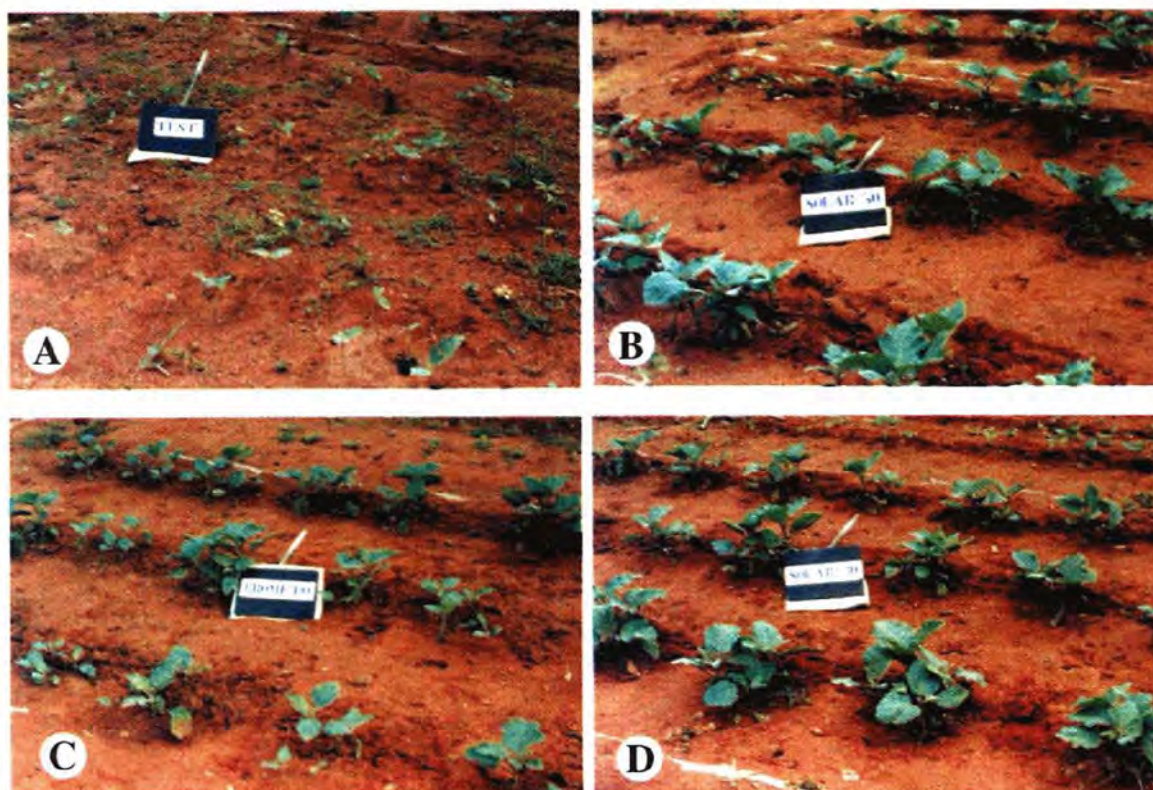


FIG. 7. Controle de *Verticillium dahliae* em berinjela **A**: sem tratamento. **D**: solo tratado com brometo de metila; **B**: solo solarizado durante 30 dias; **C**: solo solarizado durante 50 dias (Ghini et al., 1992).

A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura, sem necessidade de repetir o tratamento de solarização. Seu efeito prolongado resulta da pronunciada redução na quantidade de inóculo, associada a uma mudança no equilíbrio biológico do solo, em favor de antagonistas, retardando a reinfestação (ver 2.2).

Além dos patógenos, diversas plantas daninhas também podem ser controladas pela solarização, que em muitas hortas comerciais, está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas daninhas, visto que significa 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

plantas daninhas constitui excelente indicador da eficiência da técnica. A presença de plantas daninhas 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 (Fig. 8).



FIG. 8. Controle de plantas daninhas, através de solarização, em Jaguariúna.

O uso de herbicidas pode ser reduzido nos solos solarizados, em vista de seu significativo controle. Outro motivo para a redução da quantidade de determinados herbicidas de pré-emergência é o fato de as populações de microrganismos decompositores de tais produtos poderem ser reduzidas com a solarização. Assim, há o aumento da eficiência e da persistência do herbicida no solo, podendo ser observada, em certos casos, fitotoxicidade na cultura, mesmo com a aplicação da dose recomendada do produto.

Maior crescimento de plantas, assim como maior produtividade, é freqüentemente observado nos solos solarizados (Fig. 7). Esse efeito, que pode ocorrer mesmo na ausência de patógenos, deve-se a diversos processos desenvolvidos durante a solarização, os quais envolvem mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo. O maior crescimento se deve ao controle de pragas ou patógenos primários e/ou secundários, à alteração da comunidade microbiana do solo em favor de antagonistas ou microrganismos promotores de crescimento, à inativação térmica de plantas invasoras e à liberação de nutrientes no solo, como, por exemplo, nitrogênio, nas formas de amônia e nitrato, cálcio e magnésio, devido à morte e decomposição de parte da microbiota. Esses mecanismos, além de outros, como mudanças na composição gasosa do solo, liberação de substâncias voláteis, melhoria da estrutura do solo e penetração profunda da umidade, constituem um processo integrado que altera o ambiente do solo, resultando em maior crescimento de plantas (Katan & DeVay, 1991).

2.5. Vantagens x desvantagens

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

Entre as desvantagens, podem-se citar: a necessidade de máquinas para a colocação do plástico em áreas extensas; a necessidade de o solo permanecer sem cultivo durante o tratamento; as limitações climáticas e o custo proibitivo para culturas menos rentáveis.

3. COLETOR SOLAR

A desinfestação de substratos para a produção de mudas é sério problema para muitos agricultores. As mudas infectadas e os substratos contaminados disseminam os patógenos para novas áreas, além de provocar o surgimento de doenças desde o início do ciclo da cultura, podendo significar sérios prejuízos.

Um equipamento, denominado coletor solar (Fig. 9), foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados em recipientes em viveiros de plantas, com o uso da energia solar (Ghini & Bettiol, 1991).

O coletor consiste, basicamente, em uma caixa de madeira com tubos de ferro galvanizado e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares (Fig.10). O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, através do efeito da gravidade. Os coletores devem ser 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 aumentar 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.

Certos patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematóides (Fig.11), podem ser inativados no coletor em algumas horas, porém recomenda-se o tratamento por um ou dois dias (Ghini, 1993).

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, de baixo

custo, e não apresenta riscos para o operador. Além disso, seu uso 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”.



FIG. 9. Coletor solar para desinfestação de substratos (Ghini & Bettiol, 1991).

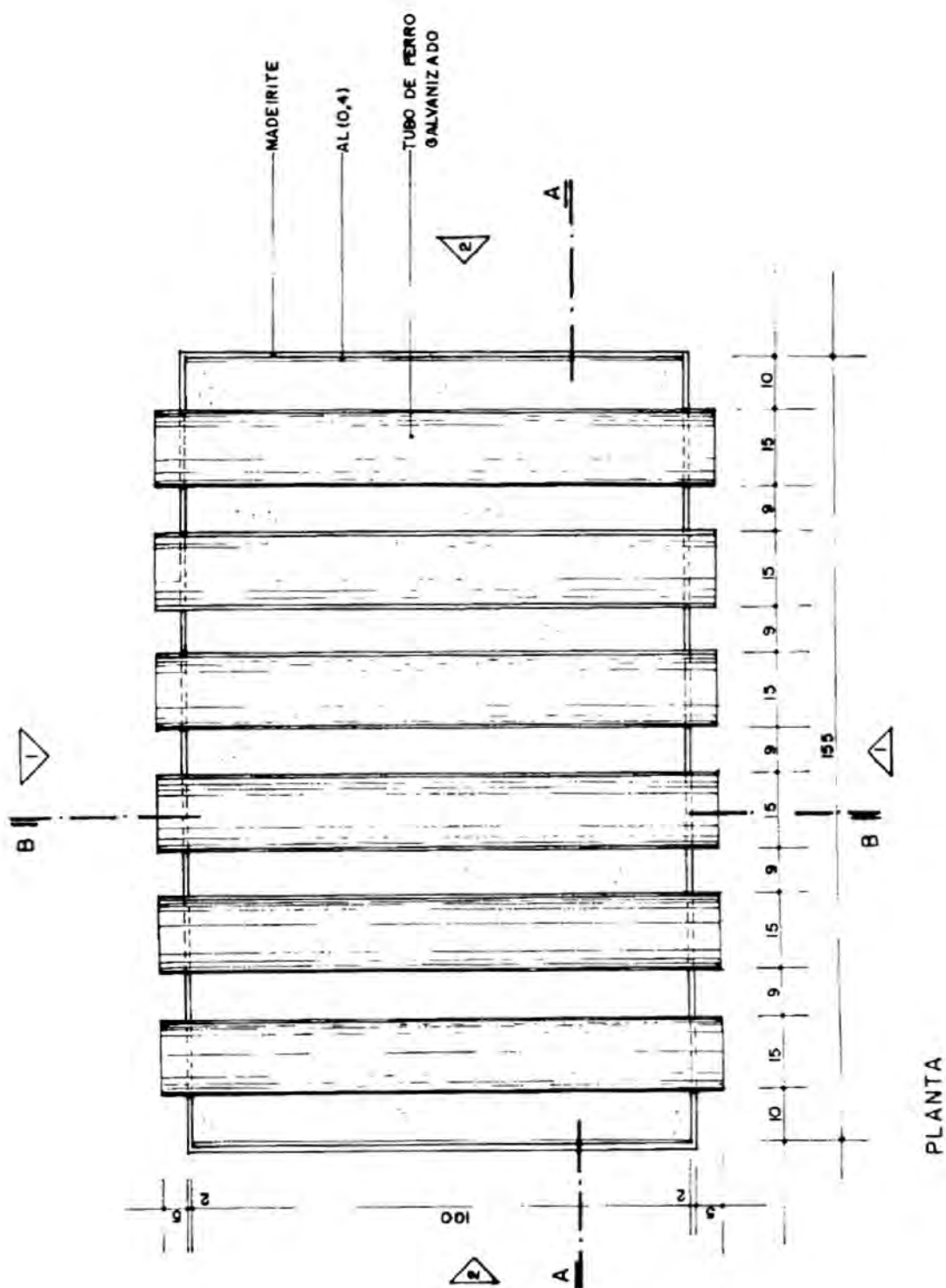


FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). AL = chapa de alumínio.

Continua

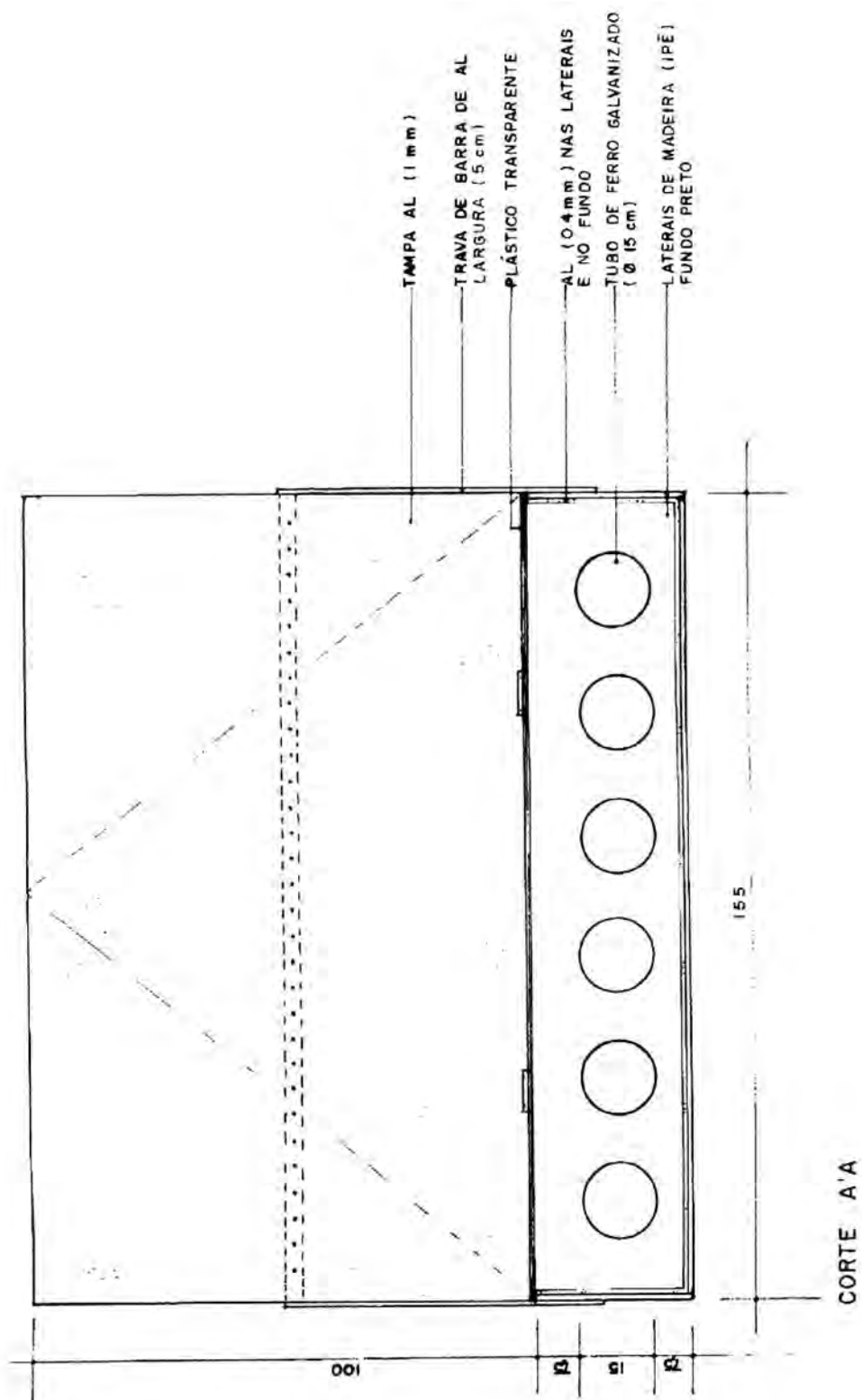


FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.

Continua

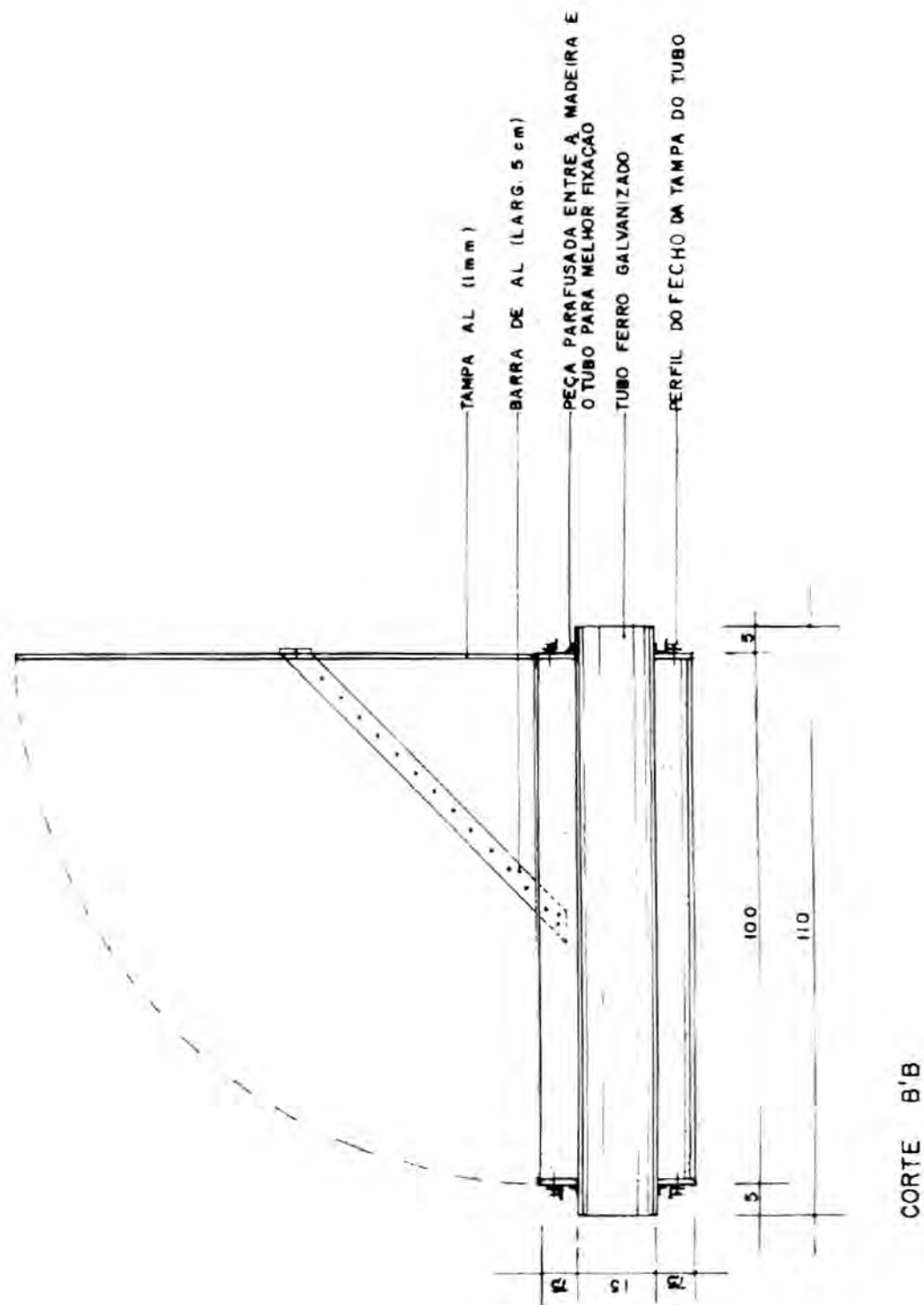
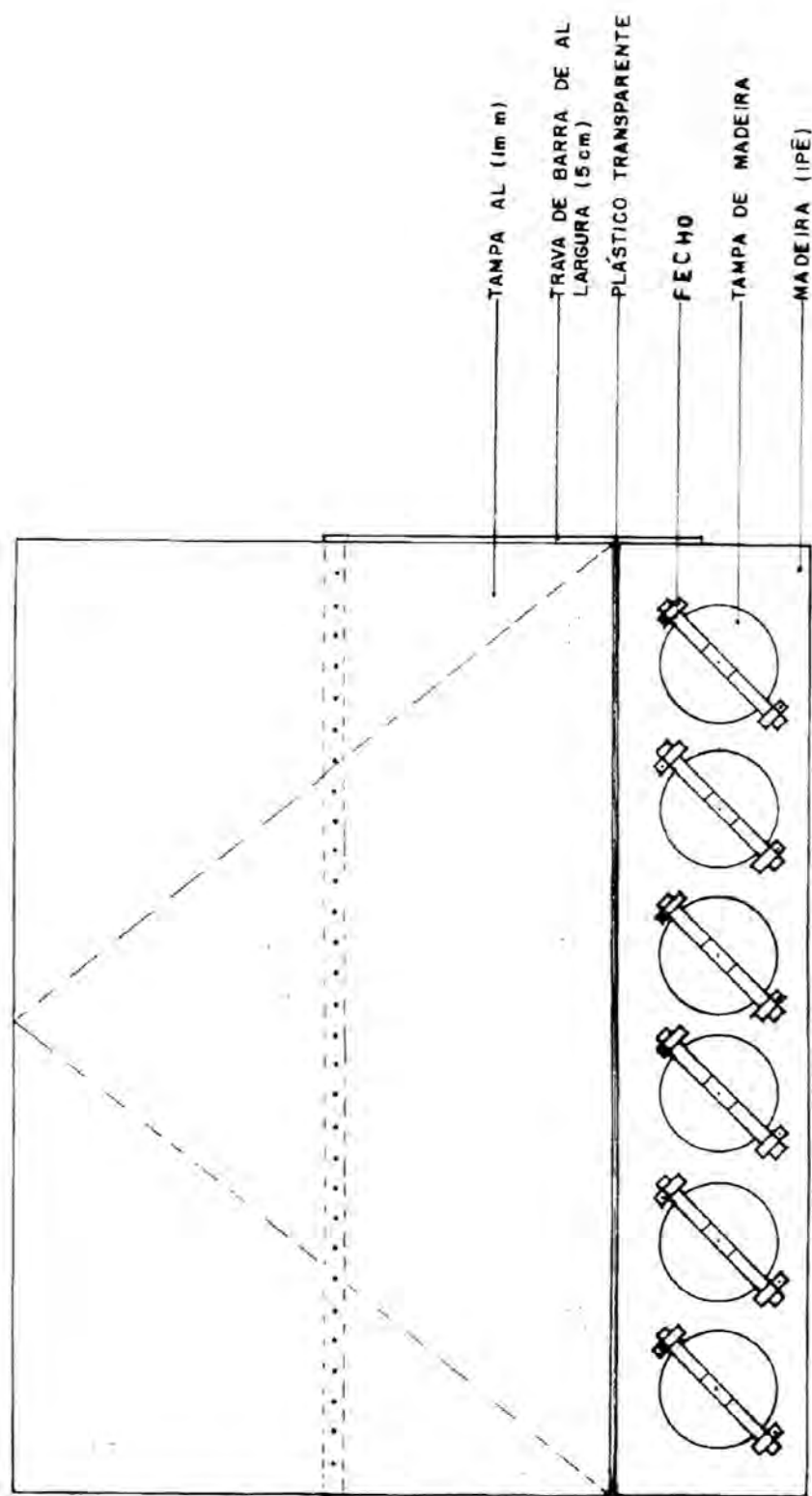


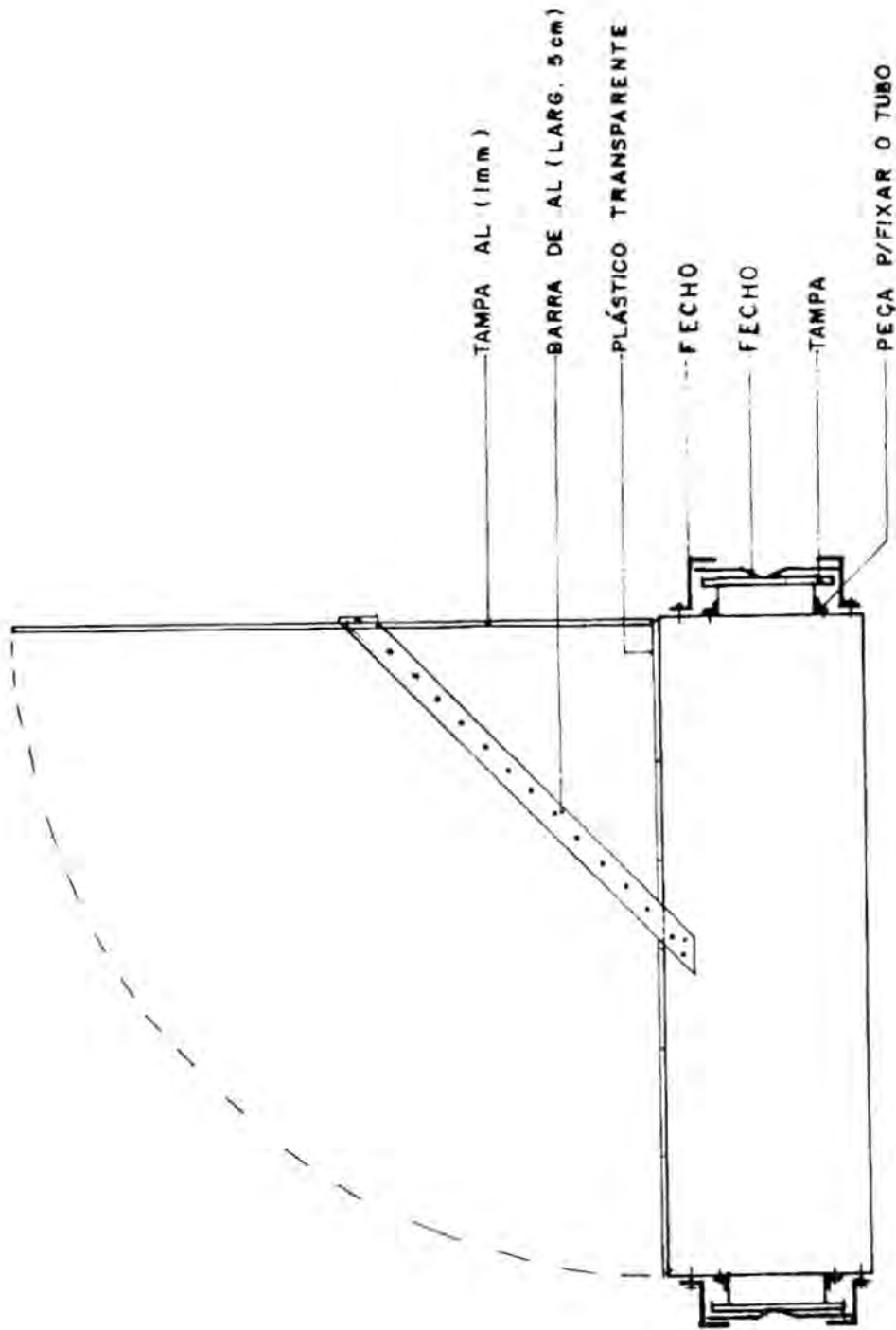
FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.
Continua



ELEVÇÃO I

FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.

Continua



ELEVAÇÃO 2

FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.

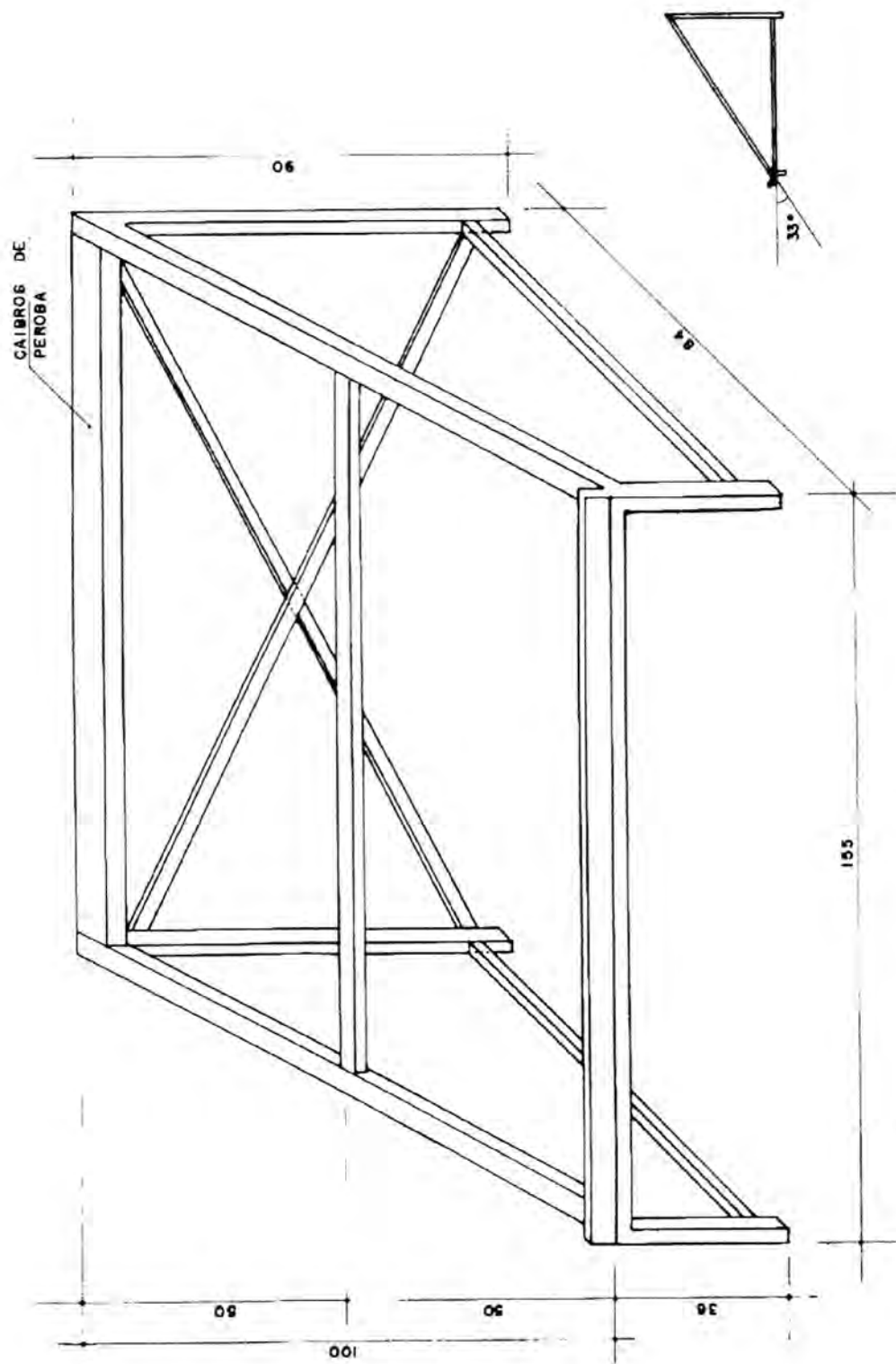


FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.

Continua

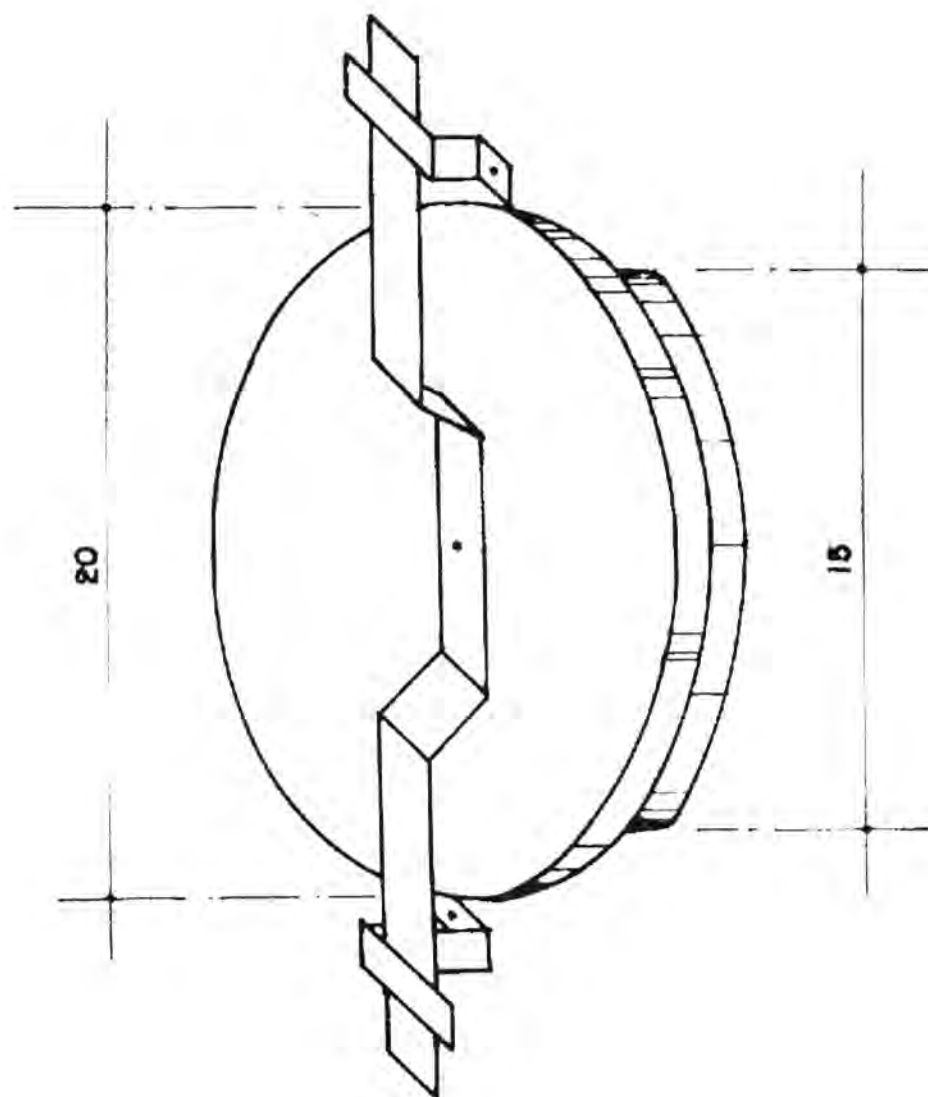


FIG. 10. Projeto para construção do coletor solar (dimensões em cm) (Ghini & Bettiol, 1991). Al = chapa de alumínio.

Conclusão



FIG. 11. Controle de *Meloidogyne arenaria* em mudas de tomateiro, após 0, 1, 2, 3 e 4 dias de tratamento do solo no coletor solar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAKER, K.F.; ROISTACHER, C.N. Heat treatment of soil. In: BAKER, K.F., ed. **The U.C. system for producing healthy container grown plants**. Berkeley: California Agriculture Experiment Station Extension Service, 1957. p.123-137.
- BOLLEN, G.J. De invloed van het stomen op biologische eigenschappen van de grond. **Tuinbouwmededelingen**, v.32, n.12, p.475-480, 1969.
- BOLLEN, G.J. Lethal temperatures of soil fungi. In: PARKER, C.A.; ROVIRA, A.D.; MOORE, K.J.; WONG, P.T.W. **Ecology and management of soilborne plant pathogens**. St. Paul: APS, 1985. p.191-193.

- DeVAY, J.E.; STAPLETON, J.J.; ELMORE, C.L., eds. **Soil solarization**: Proceedings of the First International Conference on Soil Solarization, Amman, Jordan, 19-25 February 1990. Rome: FAO, 1991. 396p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 109.)
- GHINI, R. A solar collector for soil disinfestation. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v.99, p.45-50, 1993.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v.17, p.281-286, 1991.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. ; AMORIM, A. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.786-803.
- GHINI, R.; BETTIOL, W.; SOUZA, N. L. de. Solarização do solo para o controle de *Verticillium dahliae* em berinjela. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n.4, p.384-388, 1992.
- GHINI, R.; PARAIBA, L.C.; LIMA, M.W.P. de. Determinação de período para solarização do solo na região de Campinas, SP. **Summa Phytopathologica**, v.20, n.2, p.131-133, 1994.
- KATAN, J.; DEVAY, J.E. **Soil solarization**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 267p.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, v.66, p.683-688, 1976.
- LIFSHITZ, R.; TABACHNIK, M.; KATAN, J.; CHET, I. The effect of sublethal heating on sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. **Canadian Journal of Microbiology**, v.29, n.12, p.1607-1610, 1983.
- SOUZA, N.L. Solarização do solo. **Summa Phytopathologica**, v.20, n.1, p.3-15, 1994.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

