

SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE DE *VERTICILLIUM DAHLIAE* EM BERINJELA*

RAQUEL GHINI^{1**}, WAGNER BETTIOL^{1**} & NILTON LUIZ DE SOUZA²

¹EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura, Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP.

²Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP.

(Aceito para publicação em 06/07/92)

GHINI, R.; BETTIOL, W. & SOUZA, N.L. Solarização do solo para o controle de *Verticillium dahliae* em berinjela. Fitopatol. bras. 17:384-388. 1992.

RESUMO

Em solo previamente infestado com *Verticillium dahliae*, realizou-se a solarização, através de cobertura com plástico transparente (35 µm de espessura), durante 30 e 50 dias. O efeito da solarização foi semelhante ao da aplicação de brometo de metila para a cultura de berinjela em relação

aos seguintes parâmetros: altura da planta, peso da matéria verde das plantas, porcentagem de plantas com sintomas de escurecimento do sistema vascular, reisolamento do patógeno e produção de frutos.

Palavras chave: controle físico, desinfestação do solo.

ABSTRACT

Soil solarization for the control of *Verticillium dahliae* in eggplant

In soil artificially infested with *Verticillium dahliae*, the solar heating by polyethylene mulching (35 µm thick), for 30 or 50 days was similar to the application of methyl

bromide in relation to following parameters in eggplant: plant height, dry shoot weight, percentage of vascular symptoms, re-isolation of *Verticillium* and fruit yield.

INTRODUÇÃO

A solarização do solo, método físico de controle de fitopatógenos, pragas e plantas daninhas, consiste na elevação da temperatura a partir do uso de energia solar, com a aplicação de um filme de polietileno sobre o solo úmido (Katan *et al.*, 1976).

A desinfestação do solo através da solarização foi estudada para o controle de diversos patógenos em diferentes locais (Katan *et al.*, 1987), com resultados promissores. Entre os fungos controlados estão: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (Camargo, 1988), *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* (Ramirez-Villapudua & Munnuecke,

1987), *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Hardy & Sivasithamparam, 1983), *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Katan *et al.*, 1976); *F. oxysporum* f. sp. *niveum* (Martyn & Hartz, 1986); *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Katan *et al.*, 1983; Ben-Yephet *et al.*, 1987); *Macrophomina phaseolina* (Sheikh & Ghaffar, 1984); *Phytophthora cinnamomi* (Barbercheck & Broembsen, 1986); *Plasmiodiophora brassicae* (Porter & Merriman, 1983a); *Pyrenochaeta terrestris* (Katan *et al.*, 1980; Rabinowitch *et al.*, 1981; Camargo, 1988; Harz *et al.*, 1989); *Sclerotium cepivorum* (Porter & Merriman, 1983a); *Sclerotium rolfsii* (Mihail & Alcorn, 1984); *Sclerotium oryzae* (Usmani & Ghaffar, 1982); *Sclerotinia minor* (Vannacci *et al.*, 1988) e *Verticillium dahliae* (Katan *et al.*, 1976; Pullman *et al.*, 1981; Ashworth & Gaona, 1982; Hardy & Sivasithamparam, 1983).

A solarização também é relatada como efetiva no controle de vários fitonematóides (Grinstein *et al.*, 1979;

* Trabalho apresentado no XIV Congresso Paulista de Fitopatologia (Botucatu, 4 a 6 de fevereiro de 1991).

** Bolsista do CNPq.

Porter & Merriman, 1983b; Grego *et al.*, 1985; Barbercheck & Broembsen, 1986); plantas daninhas (Jacobsohn *et al.*, 1980; Horowitz *et al.*, 1983; Egley, 1983; Rubin & Benjamin, 1984); bactérias (Stapleton & Devay, 1986) e ácaros (Gerson *et al.*, 1981).

A murcha de *Verticillium* é uma das principais doenças da berinjela, sendo motivo de abandono do seu cultivo em muitas regiões, pois os prejuízos são, frequentemente, totais. Só as medidas preventivas são eficientes contra este fungo, visto que as variedades de berinjela mais cultivadas não apresentam resistência e o controle químico não tem mostrado resultados satisfatórios (Salgado & Tokeshi, 1980).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da solarização do solo no controle de *Verticillium dahliae* em berinjela, tendo em vista ser uma técnica de aplicação relativamente simples, não oferecendo qualquer perigo no manuseio e que mostrou ser eficiente no controle de diversos fitopatógenos (Grinstein *et al.*, 1979c).

MATERIAL E MÉTODOS

O isolado de *V. dahliae* foi multiplicado em milho de pipoca, por 20 dias, a 25°C e luz ambiente. O inóculo, assim produzido, constituído de conídios, micélio e microescleródios, foi homogeneizado em liquidificador e incorporado ao solo, na dosagem de 2,5 g/cova. Previamente, realizaram-se adubações com 2 kg de esterco de curral/cova e calagem com 2 t de calcário/ha.

Um mês após a infestação do solo, foi iniciada a solarização através da cobertura do solo com um filme de polietileno transparente, com espessura de 35 µm, que permaneceu sobre o solo durante 30 ou 50 dias. Durante o tratamento, foram medidas diariamente as temperaturas do solo coberto e não, a 5, 10, 15 e 25 cm de profundidade, às 15:00 horas, com auxílio de termômetros, além da temperatura ambiente e precipitação.

O brometo de metila, tratamento químico utilizado como padrão de controle, foi aplicado 10 dias antes do transplante das mudas de berinjela, na dosagem de 393 cm³/parcela de 18 m². Todos os tratamentos foram aplicados de forma que terminassem na mesma data.

O ensaio seguiu delineamento experimental de blocos casualizados, com 7 repetições. Cada parcela foi composta por 21 covas, possuindo a área de 18 m² (5,0 x 3,6m).

O espaçamento utilizado foi 1,0 x 0,6m, sendo transplantadas cinco mudas da cultivar F100/cova. A adubação da cultura seguiu as recomendações de Pedro Jr. *et al.* (1987). No período do ensaio, as plantas foram pulverizadas com oxiclreto de cobre, mancozeb e fenitroton.

Avaliaram-se a altura e peso da matéria verde das plantas, porcentagem de plantas com sintomas de escurecimento dos vasos e produção de frutos de berinjela. Para tanto, foi coletada 1 planta por cova, 1, 2 e 3 meses após o transplante. De plantas com sintomas da doença, foram retirados pedaços de tecido do sistema vascular. Esses foram desinfestados, superficialmente, e transferidos

para meio de cultura BDA com 500 ppm de tetraciclina, visando reisolar o *V. dahliae* e observar a ocorrência de outros patógenos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colocação do plástico promoveu um aumento da temperatura, sendo este aumento inversamente proporcional à profundidade (Figura 1). A elevação da temperatura resultou no controle de *Verticillium dahliae*, visto que a solarização por 30 e 50 dias não diferiu da aplicação de brometo de metila para todos os parâmetros avaliados (Tabela 1). Houve menor número de plantas de berinjela com escurecimento do sistema vascular nos tratamentos solarizados que na testemunha, o que determinou uma menor recuperação do patógeno nesses tratamentos.

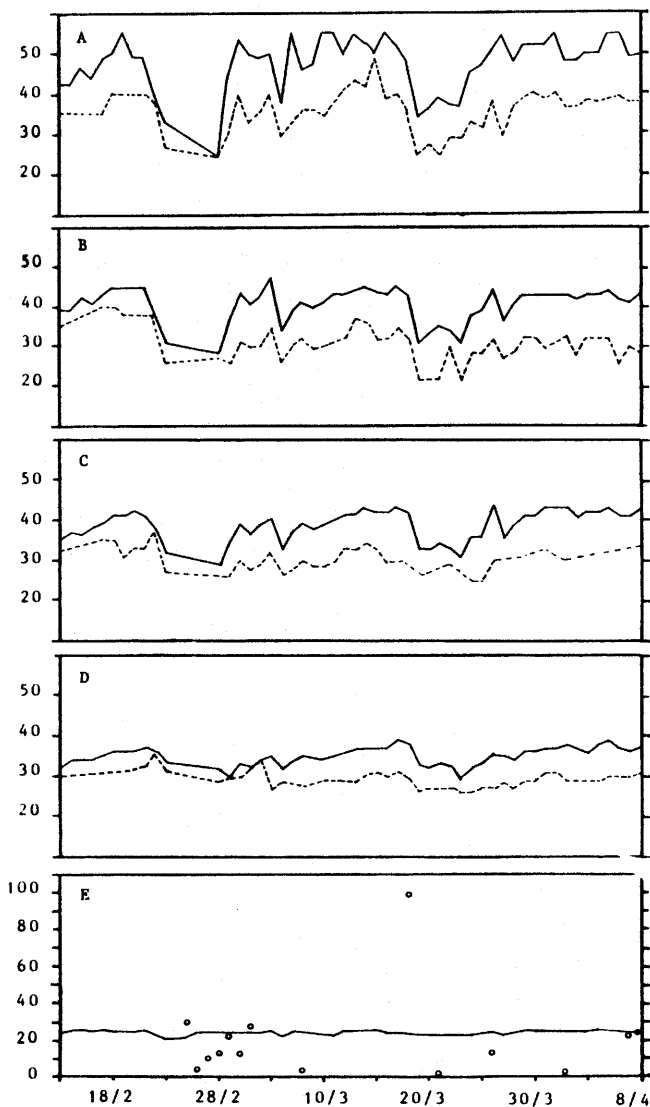


FIG. 1 - Efeito da solarização sobre a temperatura do solo nas profundidades de 5 cm (A), 10 cm (B), 15 cm (C) e 25 cm (D). Temperatura ambiente em °C e precipitação em mm (E).

TABELA 1. Efeito da solarização do solo no controle de *Verticillium dahliae* da berinjela.

Tratamento	Altura de Plantas (cm) ^{1/}	Peso de matéria verde (g) ^{2/}	Total de plantas com escurecimento ^{2/}	Produção de berinjelas (kg/parcela) ^{3/}
Solarização 50 dias	21,0 b ^{4/}	38,4 b	44	35,4 b
Solarização 30 dias	21,5 b	32,9 ab	45	32,9 b
Brometo de Metila	19,9 ab	33,9 ab	60	33,7 b
Testemunha	16,3 a	19,8 a	84	21,2 a
CV %	17,6	19,6	—	19,2

^{1/} 2 meses após o transplante das mudas.

^{2/} 3 meses após o transplante

^{3/} Para a análise estatística, os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$

^{4/} Médias, de 7 repetições compostas por 21 covas/parcela, seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan 5%)

Outros patógenos também foram controlados, visto que foi observada a ocorrência de *Fusarium* sp., *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne arenaria* em diversas plantas doentes da testemunha.

Vários autores relatam maior crescimento das plantas, como foi observado neste trabalho, além de rápida germinação das sementes, maturação precoce e maior produtividade em solo solarizado (Katan et al., 1976; Katan, 1980; Rabinowitch et al., 1981; Stapleton & Devay, 1982; Katan et al., 1983; Barbercheck & Broembsen, 1986). Tal mecanismo pode ser resultado da liberação de minerais no solo (Chen & Katan, 1980; Stapleton et al., 1985), aumento da condutividade elétrica, estímulo de microrganismos benéficos e controle de patógenos secundários (Katan, 1980/1981).

Uma vantagem da solarização é a mudança na população microbiana do solo em favor de saprófitas termo-resistentes, protegendo o solo de uma reinfestação e aumentando a duração do tratamento (Katan et al., 1976; Grinstein et al., 1979b; Elad et al., 1980; Stapleton & Devay, 1982; Greenberger et al., 1987). O enfraquecimento de propágulos de fungos pelas temperaturas subletais e o consequente ataque por microrganismos antagonísticos também podem estar associados ao controle (Bollen, 1969; Freeman et al., 1990).

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciam a viabilidade técnica da solarização do solo para o controle de *V. dahliae*. Entretanto, há necessidade da realização de estudo da viabilidade econômica da técnica, da melhor época de solarização para as diversas regiões produtoras e de seu efeito em plantios subsequentes. Esse estudo é importante porque, devido à ocorrência do patógeno, a cultura é nômade e possivelmente essa técnica permitiria a fixação do produtor na área, inclusive cultivando as demais espécies susceptíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng^o Agr^o Antônio Fernando Bresciani da Cooperativa dos Plantadores de Cana da Região de Capivari Ltda. pelo fornecimento das

mudas; ao Eng^o Agr^o José Abrahão Haddad Galvão da EMBRAPA/CNPDA pela colaboração na condução do ensaio; e ao Prof. Dr. Mário M. Inomoto da ESALQ/USP pela classificação dos nematóides.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHWORTH, L.J. & GAONA, S.A. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology* 72(2): 243-246. 1982.
- BARBERCHECK, M. E. & BROEMBSEN, S.L.V. Effects of soil solarization on plant-parasitic nematodes and *Phytophthora cinnamomi* in South Africa. *Plant Dis.* 70(10): 945-950. 1986.
- BEN-YEPHET, Y., STAPLETON, J.J., WAKEMAN, R.J.; DEVAY, J.E. Comparative effects of soil solarization with single and double layers of polyethylene film on survival of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*. *Phytoparasitica* 15(3): 181-185. 1987.
- BOLLEN, G.J. The selective effect of heat treatment on the microflora of greenhouse soil. *Neth. J. Plant Pathol.* 75: 175-183. 1969.
- CAMARGO, M. Esporulação de *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walter e Larson, sua patogenicidade em cebola (*Allium cepa* L.) associada à de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanazawa) Snyder & Hansen e efeito da solarização do solo aos dois patógenos. Piracicaba, ESALQ, 1988. (Tese, Doutorado).
- CHEN, Y. & KATAN, J. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science* 130(5): 271-277. 1980.
- EGLEY, G.H. Weed seed and seeding reductions by soil solarization with transparent polyethylene sheets. *Weed Science* 31: 404-409. 1983.
- ELAD, Y.; KATAN, J.; CHET, I. Physical, biological, and chemical control integrated for soilborne diseases in potatoes. *Phytopathology* 70(5): 418-422. 1980.

- FREEMAN, S.; SZTEJNBERG, A.; SHABI, E.; KATAN, J. Long-term effect of soil solarization for the control of *Rosellinia necatrix* in apple. *Crop Protection* 9(4): 312-316. 1990.
- GERSON, U.; YATHOM, S.; KATAN, J. A demonstration of bulb mite control by solar heating of the soil. *Phytoparasitica* 9(2): 153-155. 1981.
- GREENBERGER, A.; YOGEV, A. & KATAN, J. Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology*, 77 (12): 1663-1667. 1987.
- GRECO, N.; BRANDONISIO, A.; ELIA, F. Control of *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera carotae* and *Meloidogyne javanica* by solarization. *Nematologia Medit.* 13:191-197. 1985.
- GRINSTEIN, A.; ORION, D.; KATAN, J. Solar heating of soil for control of *Verticillium dahliae* - *Pratylenchus thornei* complex disease in potatoes. *Nematropica* 9(2): 100. 1979a.
- GRINSTEIN, A.; KATAN, J.; RAZIK, A.A.; ZEYDAN, O.; ELAD, Y. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of the soil. *Plant Dis. Repr.* 63(12):1056-1059. 1979b.
- GRINSTEIN, A.; ORION, D.; GREENBERGER, A.; KATAN, J. Solar heating of the soil for the control of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus thornei* in potatoes. In: SCHIPPERS, B. & GAMS, W. Eds. *Soilborne plant pathogens*. London, Academic Press, 1979c. p. 431-438.
- HARDY, G. E. ST. J. & SIVASITHAMPARAM, K. Soil solarization: effects on *Fusarium* wilt of carnation and *Verticillium* wilt of eggplant. In: PARKER, C.A. *et. al.* *Ecology and management of soilborne plant pathogens*. St. Paul. The American Phytopathological Society. 1983. p. 279-281.
- HARTZ, T.K.; BOGLE, C.R.; BENDER, D.A.; AVILA, F.A. Control of pink root disease in onion using solarization and fumigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114(4):587-590. 1989.
- HOROWITZ, M.; REGEV, Y.; HERZLINGER, G. Solarization for weed control. *Weed Science* 31: 170-179. 1983.
- JACOBSON, R.; GREENBERGER, A.; KATAN, J.; LEVI, M.; ALON, H. Control of egyptian broomrape (*Orbanche aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. *Weed Science* 28: 312-316. 1980.
- KATAN, J. Solar pasteurization of soils for disease control status and prospects. *Plant Dis.* 64(5): 450-454. 1980.
- KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19:211-236. 1981.
- KATAN, J.; FISHLER, G.; GRINSTEIN, A. Short and long term effects of soil solarization and crop sequence on *Fusarium* wilt and yield of cotton in Israel. *Phytopathology*. 73(8): 1215-1219. 1983.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* 66(5): 683-688. 1976.
- KATAN, J.; GRINSTEIN, A.; GREENBERGER, A.; YARDEN, O.; DEVAY, J.E. The first decade (1976-1986) of soil solarization (solar heating): a chronological bibliography. *Phytoparasitica* 15(3): 229-255. 1987.
- KATAN, J.; ROTEM, I.; FINKEL, Y.; DANIEL, J. Solar heating of the soil for the control of pink root and other soilborne diseases in onions. *Phytoparasitica* 8(1): 39-50. 1980.
- MARTYN, R.D. & HARTZ, T.K. Use of soil solarization to control *Fusarium* wilt of watermelon. *Plant Dis.* 70(8): 762-766. 1986.
- MIHAIL, J.D. & ALCORN, S.M. Effects of soil solarization on *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*. *Plant Dis.* 68(2): 156-159. 1984.
- PEDRO Jr., M.J. *et al.*; eds. *Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo*. 4 ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1987. 231p. (IAC. Boletim 200).
- PORTER, I.J. & MERRIMAN, P.R. Evaluation of soil solarization for control of clubroot of crucifers and white rot of onions in southeastern Australia. In: PARKER, C.A. *et. al.* *Ecology and management of soilborne plant pathogens*. The American Phytopathological Society, 1983a. p. 282-284.
- PORTER, I.J. & MERRIMAN, P.R. Effects of solarization of soil on nematode and fungal pathogens at two sites in Victoria. *Soil Biology and Biochemistry* 15(1): 39-44. 1983b.
- PULLMAN, G.S.; DEVAY, J.E.; GARBER, R.H.; WEINHOLD, A.R. Soil solarization: effects on *Verticillium* wilt of cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology* 71(9): 954-959. 1981.
- RABINOWITZ, H.D., KATAN, J.; ROTEM, I. The response of onions to solar heating, agricultural practices and pink-root disease. *Scientia Horticulturae* 15: 331-340. 1981.
- RAMIREZ-VILLAPUDUA, J. & MUNNECKE, D.E. Control of cabbage yellows (*Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans*) by solar heating of field soils amended with dry cabbage residues. *Plant Dis.* 71(3):217-221. 1987.
- RUBIN, B. & BENJAMIN, A. Solar heating of the soil: involvement of environmental factors in the weed control process. *Weed Science.* 32: 138-142. 1984.
- SALGADO, C.L. & TOKESHI, H. Doenças das solanaceas. In: GALLI, F.. *Manual de Fitopatologia*. Piracicaba, Editora Agrônoma Ceres, 1980. p. 497-510.
- SHEIKH, A.H. & GHAFAR, A. Reduction in viability of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* with polyethylene mulching of soil. *Soil Biol. Biochem.* 16(1): 77-79. 1984.

STAPLETON, J.J. & DEVAY, J.E. Effect of soil solarization on population of selected soilborne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. *Phytopathology* 72(3): 323-326. 1982.

STAPLETON, J.J. & DEVAY, J.E. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection* 5(3): 190-198. 1986.

STAPLETON, J.J.; QUICK, J.; DEVAY, J.E. Soil solarization effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. *Soil Biol. Biochem.* 17(3): 369-373. 1985.

USMANI, S.M.H. & GHAFFAR, A. Polyethylene mulching of soil to reduce viability of sclerotia of *Sclerotium oryzae*. *Soil Biol. Biochem.* 14: 203-206. 1982.

VANNACCI, G.; TRIOLO, E.; MATERAZZI, A. Survival of *Sclerotinia minor* Jagger sclerotia in solarized soil. *Plant and Soil* 109(1): 49-55. 1988.
