

EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NA SOBREVIVÊNCIA DE *Phytophthora capsici* EM CULTIVO PROTEGIDO*

JANAÍNA M. MARQUE**, NILTON L. SOUZA & ANIELLO A. CUTOLO FILHO¹

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, fax: (014) 6802-7206, e-mail: jimmarque@fca.unesp.br

(Aceito para publicação em 31/10/2001)

Autor para correspondência: Janaina M. de Marque

MARQUE, J.M., SOUZA, N.L. & CUTOLO FILHO, A. A. Efeito da solarização do solo na sobrevivência de *Phytophthora capsici* em cultivo protegido. Fitopatologia Brasileira 27:042-047. 2002.

RESUMO

Foram realizados três experimentos em Botucatu, estado de São Paulo (22°51'S e 48°26'W), em túnel plástico completamente fechado para verificar a eficiência da solarização do solo na sobrevivência de *Phytophthora capsici*, agente causal da murcheira do pimentão (*Capsicum annuum*). Os experimentos, com duração de 35 dias cada, foram instalados nos períodos de fevereiro a março, abril a maio e junho a julho do ano de 1998. O patógeno, cultivado em grãos de trigo, contidos em bolsas de tecido sintético, foi colocado a 5, 15 e 25 cm de profundidade

em duas parcelas idênticas de 33,25 m², sendo uma coberta com plástico de polietileno transparente de 75 µm (solarizada) e a outra sem cobertura (testemunha). Constatou-se que a solarização, aplicada em ambiente protegido, foi eficiente nesses experimentos no controle de *P. capsici* artificialmente colocada no solo nos três períodos testados, variando apenas o tempo de cobertura do solo de acordo com a época do ano.

Palavras-chave adicionais: *Capsicum annuum*, murcheira do pimentão, controle, casa de vegetação.

ABSTRACT

Effect of soil solarization on the survival of *Phytophthora capsici* in plastic green house

Three assays were carried out in Botucatu, state of São Paulo (22°51'S and 48°26'W), in a closed plastic greenhouse to verify the efficiency of the soil solarization method on survival of *Phytophthora capsici*, the causal agent of blight in peppers (*Capsicum annuum*). The assays were performed over three different 35-day periods in the summer, autumn and winter of 1998. The pathogen, cultivated on wheat seeds, was put into nylon bags and

buried at depths of 5, 15 and 25 cm in two identical plots of 33,25 m² each; one of them was covered with transparent polyethylene of 75 µm (solarized) while the control was left other without a cover. It was concluded that the solarization method, in the plastic greenhouse, was efficient in these assays for controlling *P. capsici* put in soil artificially in all three periods, length of time the soil, must be covered, according to the season.

INTRODUÇÃO

Por ser a quinta hortaliça mais consumida no Brasil o pimentão (*Capsicum annuum* L.) caracteriza-se como de elevada importância agrônômica. Portanto, o controle efetivo, barato e racional de doenças como a murcheira, causada por *Phytophthora capsici* Leonian, que freqüentemente causa a morte da planta, torna-se de grande importância, principalmente em condições de estufa (cultivo protegido) onde os investimentos são altos e o emprego de pesticidas para seu controle é problemático, tanto em termos de segurança operacional como ecológico. Dessa forma, a solarização do solo representa um método viável de controle de doenças, visto que não agride o ambiente e não cria um efeito de vácuo biológico, mantendo um satisfatório equilíbrio da microbiota do solo (Souza, 1994). A solarização, descrita por Katan

(1985), consiste na cobertura do solo desnudo e úmido com filme de polietileno transparente, sendo que o efeito benéfico do tratamento pode persistir por todo o ciclo da cultura.

Assim, a presente pesquisa objetivou verificar o efeito da solarização na sobrevivência de *P. capsici* em condições de cultivo protegido. O controle eficaz permitiria o uso continuado das estufas bem como a manutenção do equilíbrio biológico do solo, melhorando a rentabilidade do produtor.

MATERIAL E MÉTODOS

O patógeno foi cultivado em grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) esterilizados com duas autoclavagens a 120 °C por 30 min, com intervalo de três dias. Foram mantidos 100 g de grãos em cinco frascos Schott – Reagent de 500 ml com 60 ml de água destilada. A incubação se deu no escuro a 24 °C, com agitação periódica para facilitar a completa infestação, o que ocorreu após 15 dias (Theron *et al.*, 1982).

Realizaram-se três experimentos em épocas distintas, com 15 dias de intervalo entre cada um, promovendo um

* Dissertação de Mestrado do primeiro autor. Universidade Estadual Paulista (1999)

** Bolsista da CAPES

rodízio entre as parcelas, para que a solarização anterior não interferisse nos resultados. Cada experimento teve a duração de cinco semanas, nos períodos de 06/02 a 13/03; 08/04 a 13/05 e 03/06 a 07/07/1998. Os experimentos foram conduzidos em uma casa de vegetação de 10 m de largura, 20 m de comprimento e 3 m de altura. A casa de vegetação foi fechada com filme de polietileno de 100 µm de espessura, transparente e aditivado (aditivo antiultravioleta), inclusive as laterais, a fim de evitar a entrada de possíveis chuvas e ventos. Não foi utilizado sombrite.

Para a colocação do patógeno no solo foram utilizadas bolsas de tecido sintético (nylon) com 100 grãos cada uma. Essas bolsas foram amarradas numa vareta de forma a permanecerem a 5, 15 e 25 cm de profundidade. Não foram colocadas bolsas na área externa à casa de vegetação.

Foram utilizadas duas áreas idênticas de 33,25 m², sendo uma delas solarizada e a outra não, e em cada uma foram colocados dez conjuntos de bolsas. A área solarizada foi coberta com filme de polietileno transparente e aditivado, com 4 m de largura, 10 m de comprimento e 75 µm de espessura. Durante o período de solarização os solos de ambas as áreas tiveram suas temperaturas monitoradas nas mesmas profundidades das bolsas contendo o patógeno, por um aparelho Delta – T Logger DL2E, conectado a sensores instalados em diferentes pontos das áreas solarizada e testemunha. Um sensor foi colocado a 1 m de altura entre as parcelas, visando monitorar a temperatura do ar. O equipamento foi programado para fazer leituras a cada 30 min.

Em cada um dos três experimentos foi feita uma coleta por semana durante 35 dias, retirando-se, a partir do sétimo dia da instalação, dois conjuntos de bolsas de cada área.

Após cada semana de solarização (sete, 14, 21, 28 e 35 dias) as bolsas coletadas foram abertas e os grãos contidos em cada uma foram transferidos para cinco placas contendo meio de cultura seletivo para *P. capsici*, segundo Papavizas *et al.* (1981). Cada placa recebeu dez grãos, que foram mantidos no escuro a 24 °C durante o tempo necessário para se observar a possível sobrevivência do patógeno, constatada pelo crescimento das colônias. Paralelamente foram plaqueados os grãos que ficaram nos frascos em laboratório, como referencial de sobrevivência do patógeno.

A avaliação consistiu na contagem do número de grãos em torno das quais se formaram colônias do pseudofungo, calculando-se a porcentagem de grãos com *P. capsici* viável. Os resultados foram submetidos à análise de regressão linear simples, para a determinação da taxa de redução de sobrevivência (coeficiente angular da reta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes colonizadas que foram retidas em frascos em laboratório foram plaqueadas e mantidas nas mesmas condições de incubação que as sementes coletadas no solo. Em todos os períodos avaliados aquelas sementes apresentaram 100% de sobrevivência do patógeno, portanto, o pseudofungo permaneceu viável em condições de laboratório.

Não foi observada a formação de oosporos no substrato durante os experimentos.

Em todos os experimentos constatou-se que as temperaturas do solo a 5 cm de profundidade, tanto na área solarizada como na testemunha, tiveram uma variação acompanhando a curva da temperatura do ar, por ser mais superficial e estar mais exposta à ação desse fator ambiente. A 15 cm de profundidade as amplitudes foram menores, o que aconteceu com mais intensidade a 25 cm de profundidade. Isso ocorre porque em profundidades maiores tanto a perda, como o ganho de calor são menores, por estarem menos expostas às variações da temperatura do ar, como relatado por Daffari *et al.* (1994).

No primeiro experimento (Figura 1) houve uma queda brusca na sobrevivência do patógeno a 5 cm de profundidade na parcela solarizada após duas semanas de tratamento. Isto se deve ao fato de que as temperaturas médias atingidas neste período foram maiores do que 45 °C, valor que, segundo Bollen (1985), é letal para *P. capsici*. Na testemunha a maior queda ocorreu na terceira semana após a instalação na profundidade de 5 cm. Como o solo, nesta parcela, não estava coberto, a elevação da temperatura foi mais lenta, atrasando a morte do patógeno em uma semana. A 15 cm de profundidade a morte de 100% do patógeno foi obtida após a terceira semana de instalação na área solarizada, e na testemunha, após a quarta semana. Nestas profundidades as temperaturas são menores por causa da má condução de calor, o que retarda a morte do pseudofungo. A 25 cm de profundidade o controle se deu de forma semelhante à profundidade de 5 cm. Isto ocorreu porque a estufa sendo completamente fechada, proporciona o aumento e preservação da temperatura em seu interior, e conseqüentemente, do solo. Outro fator que contribui na morte de *P. capsici* a 25 cm é explicado por Bowers *et al.* (1990), segundo os quais o oomiceto não tem boa capacidade de sobrevivência em profundidades maiores que 20 cm, provavelmente devido à rarefação do oxigênio. Outro fator que contribui para a erradicação do patógeno é a manutenção, por um período prolongado, de temperaturas subletais, que ativam mecanismos biológicos em solos solarizados (Katan, 1980), com o enfraquecimento do patógeno (Phillips, 1990), devido à supressividade (Greenberger *et al.*, 1987) e à competição (Lifshitz *et al.*, 1983). Os resultados obtidos neste experimento foram semelhantes aos de Polizzi *et al.* (1994), que também verificaram o efeito letal da solarização sobre *P. capsici*. Nesta época do ano a casa de vegetação completamente fechada, mesmo na ausência da solarização, também funciona como método efetivo de erradicação de *P. capsici*, visto que a temperatura interna atinge valores que refletem num aumento da temperatura do solo em níveis letais para o patógeno.

No período de 08 de abril a 12 de maio de 1998, quando se realizou o segundo experimento (Figura 2), as temperaturas do ar e do solo foram menores que no período anterior por ser época de outono. Sendo um período de menor radiação, o patógeno perdeu a viabilidade mais lentamente. Observa-se que a 5 cm de profundidade o controle de 100% do patógeno

só ocorreu na quinta semana, tanto na área solarizada como na testemunha. No entanto, a sobrevivência de propágulos de *P. capsici* na área solarizada estava reduzida, na quarta semana, a cerca de 2%, enquanto que na testemunha ainda era de aproximadamente 12%. A 15 cm de profundidade o controle foi obtido na quinta semana. Na terceira semana, a porcentagem de sobrevivência do patógeno estava na faixa de 10%, tanto na testemunha como na área solarizada. A 25 cm de profundidade a sobrevivência do patógeno caiu para 7% na parcela solarizada e para 12% na testemunha na terceira coleta do experimento, decrescendo então, até chegar a zero na quinta coleta. Apesar do período para se obter um controle satisfatório ser mais longo, houve uma queda acentuada na sobrevivência na primeira semana após a instalação; porque as temperaturas médias ficaram abaixo da temperatura ótima de crescimento

de *P. capsici* (Erwin e Ribeiro, 1996), prejudicando o crescimento do oomiceto em todas as profundidades, além do efeito da interação com outros microrganismos nativos do solo, não estudados no presente trabalho.

No período de inverno, quando se realizou o terceiro experimento verifica-se que na parcela solarizada houve 100% de morte após quatro semanas nas três profundidades estudadas. Na testemunha uma pequena porcentagem de sobreviventes foi observada na última semana avaliada. Essa sobrevivência, mesmo sendo mínima, atua decisivamente na reinfestação do solo pelo pseudofungo em estudo. Neste período a erradicação do patógeno provavelmente foi obtida por outros mecanismos, tais como fungistase, supressividade e antagonismo. Esses fenômenos podem ser induzidos pela solarização, segundo trabalhos realizados por Greenberger

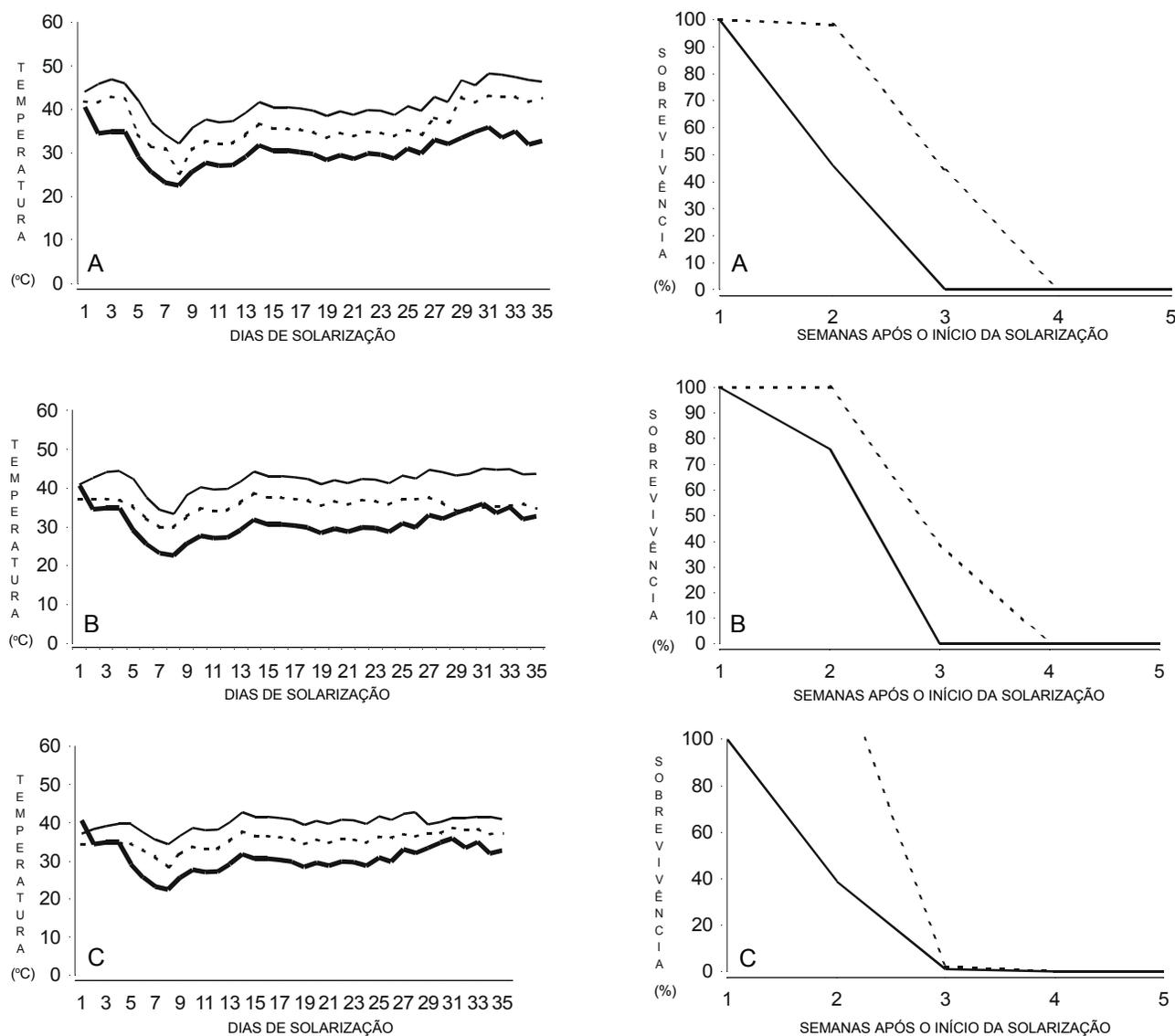


FIG. 1 - Temperaturas máximas (°C) do solo e porcentagem de sobrevivência de *Phytophthora capsici* na parcela solarizada (—) e na testemunha (- -) a 5 cm (A), 15 cm (B) e 25 cm (C) de profundidade e temperatura média (°C) do ar (—) no período de 06/02 a 13/03/1998.

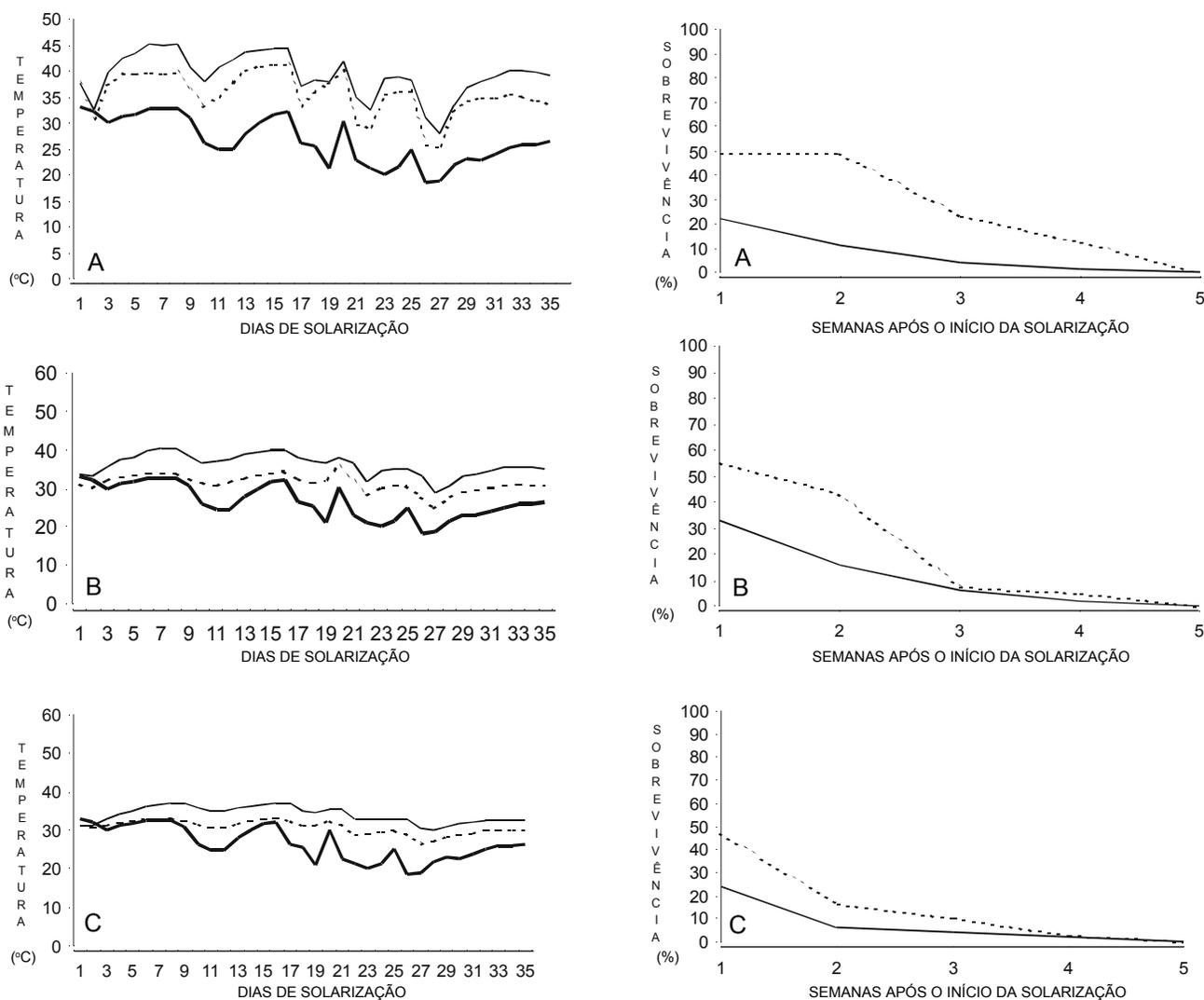


FIG. 2 - Temperaturas máximas (°C) do solo e porcentagem de sobrevivência de *Phytophthora capsici* na parcela solarizada (—) e na testemunha (- - -) a 5 cm (A), 15 cm (B) e 25 cm (C) de profundidade e temperatura média (°C) do ar (—) no período de 08/04 a 13/05/1998.

et al. (1987); Lifshitz *et al.* (1983) e Phillips (1990).

As estações do ano determinam a eficácia da solarização por condicionarem a radiação e, conseqüentemente, a temperatura do ar. Em períodos mais frios o tempo de cobertura do solo deve ser maior para se obter resultado satisfatório na erradicação do microorganismo patogênico, como mostram os dados dos experimentos realizados durante o outono e o inverno. Neste caso, a solarização é necessária, pois reduz o tempo necessário para a morte do patógeno, já que a temperatura interna da casa de vegetação não é suficiente para elevar rapidamente a temperatura do solo em níveis letais para *P. capsici*. Nos períodos de verão, quando a radiação é mais alta, a eficiência da técnica é mais perceptível (Daffari *et al.*, 1994). No interior de ambientes protegidos, como casa de vegetação ou túnel plástico, as perdas de calor são menores (Mahrer, 1991; Daffari *et al.*, 1994). Isso permite que o agricultor fique com a área em tratamento por um tempo menor, sem, contudo, comprometer a eficiência do processo. Nesta

época do ano apenas a casa de vegetação completamente fechada, mesmo na ausência da solarização, pode funcionar como método efetivo de erradicação de *P. capsici*, visto que a temperatura interna atinge valores que refletem num aumento da temperatura do solo em níveis letais para o patógeno. Mesmo assim, o uso da solarização é recomendado, pois diminui o tempo de tratamento do solo.

O efeito letal do aumento da temperatura do solo também pode ser analisado pela taxa de redução da sobrevivência, representada pelo coeficiente angular obtido nas análises de regressão. Considerando a faixa de 5 a 25 cm de profundidade no perfil do solo comprova-se que no primeiro experimento a taxa de redução de sobrevivência foi de 44,6% por semana, em média, sendo que no segundo foi de 6,2% e no terceiro de 9,9%. Estes valores mostram que, quanto maior a temperatura do ar, mais rápida é a redução da quantidade de patógeno sobrevivente no solo. O mesmo ocorreu em relação à testemunha. No primeiro período, a média da taxa

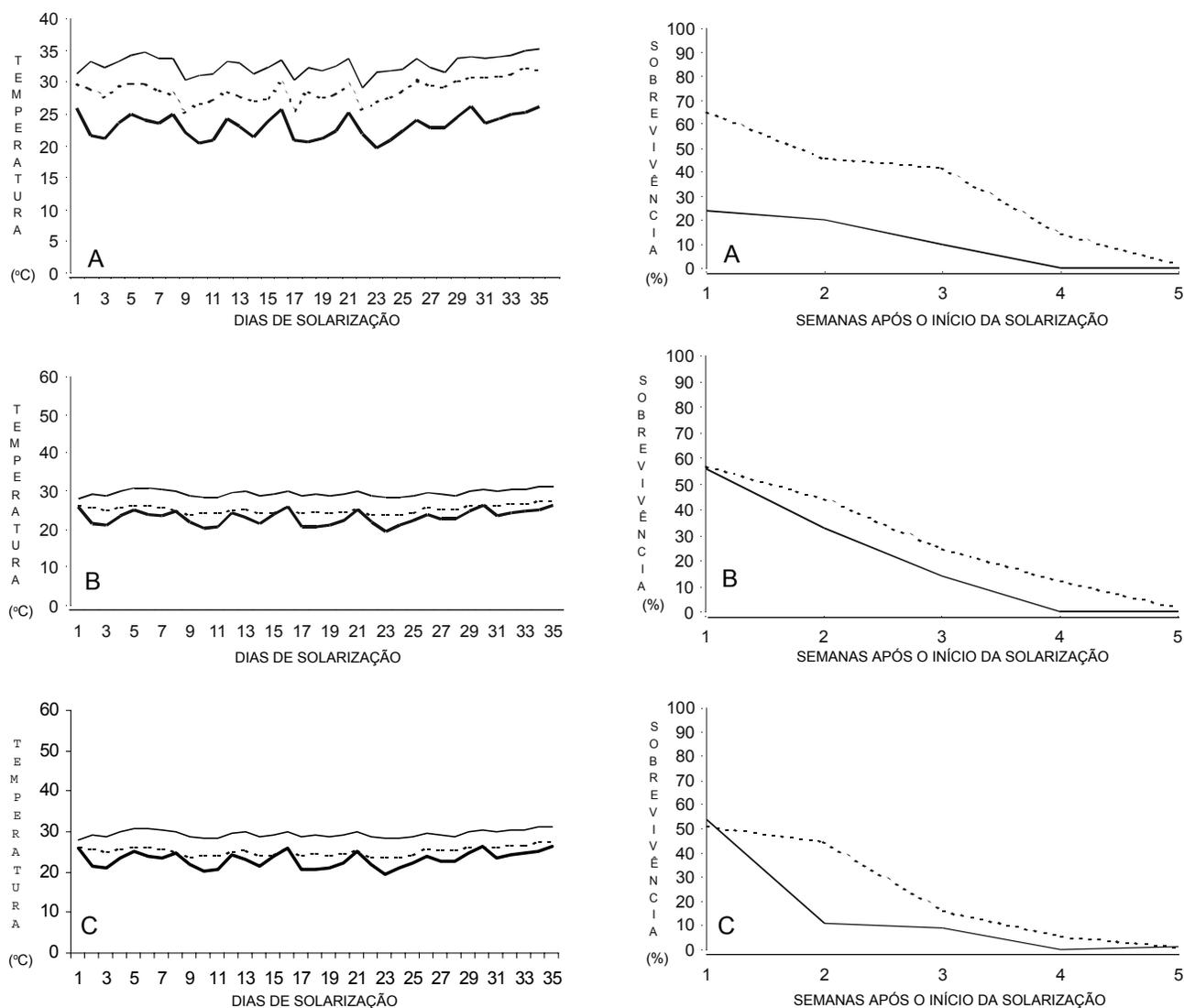


FIG. 3 - Temperaturas máximas (°C) do solo e porcentagem de sobrevivência de *Phytophthora capsici* na parcela solarizada (—) e na testemunha (- - -) a 5 cm (A), 15 cm (B) e 25 cm (C) de profundidade e temperatura média (—) do ar (—) no período de 03/06 a 07/07/1998.

de redução da sobrevivência foi de 44,6% na parcela solarizada e de 36,6% na testemunha, o que significa que a solarização é mais eficiente nesta época do ano (verão). Nos períodos seguintes isso não aconteceu. Os valores das taxas de redução da sobrevivência foram, em média, maiores na testemunha, apesar de a diferença ser pequena. Teoricamente, esses dados significam que o patógeno demoraria mais para morrer em solo solarizado que na testemunha. Na realidade, ocorreu o contrário. Este resultado pode ser explicado pelo coeficiente linear que também foi menor na parcela solarizada, ou seja, na primeira semana do experimento o efeito da solarização foi maior, compensando a menor taxa de redução da sobrevivência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLLEN, G.J. Lethal temperatures of soil fungi. In: Parker, C.A., Rovira, A.D., Moore, K.J., Wong, P.T.N. & Kollmorgen, J.F. (Eds.) Ecology and management of soilborne plant pathogens. St. Paul: APS. 1985. pp.191-193.
- BOWERS, J.H., PAPAIVIZAS, G.C. & JOHNSTON, S.A. Effect of soil temperature and soil water matric potencial on the survival of *Phytophthora capsici* in natural soil. *Plant Disease* 74:771-777. 1990.
- DAFFARI, E.F., ALBA, C.G. & GARCÍA, E.G. *La desinfección del suelo por energía solar: solarización*. Andalucía: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Comunicación I+D Agroalimentaria, 8/94.
- ERWIN, D.C. & RIBEIRO, A.K. *Phytophthora capsici*. In: Erwin, D.C. & Ribeiro, A.K. (Eds.). *Phytophthora diseases worldwide*. St. Paul: APS Press. 1996. pp.262-268.
- GREENBERGER, A., KATAN, J. & YOGEN, A. Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology* 77:1663-1667. 1987.
- KATAN, J. Solar heating of soils for disease control: status and

- prospects. *Plant Disease* 64:450-454. 1980.
- KATAN, J. Solar desinfestation of soils. In: Parker, C.A., Rovira, A.D., Moore, K.J., Wong, P.T.N. & Kollmorgen, J.F. (Eds.) *Ecology and management of soilborne plant pathogens*. St Paul: Academic Press. 1985. pp.274-278.
- LIFSHITZ, R., TABACHNIK, M., KATAN, J. & CHET, I. The effect of sublethal heating on sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. *Canadian Journal of Microbiology* 29:1607-1610. 1983.
- MAHRER, Y. Physical principles of solar heating of soils by plastic mulching in fields and in glasshouses and simulation models. In: Katan, J. & Devay, J.E. (Eds.) *Soil solarization*. CRC Press. 1991. pp.75-86.
- PAPAVIZAS, G.C., BOWERS, J.H. & JOHNSTON, S.A. Selective isolation of *Phytophthora capsici* from soils. *Phytopathology* 71:129-133. 1981.
- PHILLIPS, A.J.L. The effects of soil solarization on sclerotial populations of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Pathology* 39:38-43. 1990.
- POLIZZI, G., AGOSTEO, G.E. & CARTIA, G. Soil solarization for the control of *Phytophthora capsici* on pepper. *Acta Horticulturae* 366:331-338. 1994.
- SOUZA, N.L. Solarização do solo. *Summa Phytopathologica* 20:3-15. 1994.
- THERON, M.J., DONALD, M.G.D., BREMBSEN, L.S. & VAN DER MERWE, A.J. The effect of warm water treatment of *Pinus radiata* seedlings on mycorrhizal survival, root growth capacity and *Phytophthora* eradication. *South African Forestry Journal* 123:31-35. 1982.