

Solarização: histórico, resultados recentes e perspectivas

Raquel Ghini

Embrapa Meio Ambiente, CP 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP., e-mail: raquel@cnpma.embrapa.br.

A solarização é um método de desinfestação do solo para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas, que consiste na cobertura, com um filme transparente de polietileno, do solo em pré-plantio, preferencialmente úmido, durante a época de maior radiação solar, por um período de até dois meses. O método, desenvolvido em Israel (Katan et al., 1976), foi baseado em observações realizadas por extensionistas e agricultores no Vale do Rio Jordão, que verificaram o aquecimento do solo quando coberto com plástico. No Japão, no mesmo período, agricultores e pesquisadores também vinham utilizando tal princípio para o controle de doenças de plantas em condições de cultivo protegido. Também quase simultaneamente, nos Estados Unidos, foi relatado em 1977 o resultado de estudos iniciados em 1976 sobre o uso da solarização para o controle de *Verticillium dahliae*. A partir de então a metodologia foi testada e utilizada com sucesso em muitos países (Katan & De Vay, 1991).

Muitos trabalhos de pesquisa descrevem o controle de uma grande variedade de patógenos pela solarização. A lista de fungos controlados com a solarização é longa, incluindo: *Bipolaris sorokiniana*, *Didymella lycopersici*, *Fusarium* spp., *Plasmodiophora brassicae*, *Pyrenochaeta* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia* spp., *Sclerotium* spp., *Thielaviopsis basicola*, *Verticillium* spp. e outros. Alguns fungos são altamente sensíveis à solarização, como *Verticillium dahliae* e *Phytophthora* spp. Entre as bactérias, estão *Agrobacterium tumefaciens* e *Streptomyces scabies* e entre os nematóides, *Criconeilla*, *Ditylenchus*, *Globodera*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema* e outros; porém os melhores resultados têm sido obtidos com a combinação da solarização com outros métodos de controle. Alguns patógenos apresentam controle parcial ou inconsistente, como *Macrophomina*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *pisi* e *Meloidogyne* (Katan & DeVay, 1991).

No Brasil, o primeiro artigo científico publicado sobre solarização também teve como objetivo o controle de *V. dahliae*, por Ghini et al. (1992). A vinda do Dr. Jaacov Katan para participar como palestrante durante a IV Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, realizada em Campinas, SP, de 8 a 10 de outubro de 1991, despertou o interesse de diversos grupos de pesquisadores (Reunião, 1991). A primeira revisão de literatura sobre o assunto em português foi publicada por Souza (1994). Nesse período, o método foi testado para o controle de diversos fitopatógenos, especialmente na região Sudeste do país. Diversas dissertações e teses sobre o assunto foram defendidas, especialmente na FCA/UNESP/Botucatu, ESALQ/USP/Piracicaba e UFV/Viçosa. Mais recentemente, devido ao sucesso dos resultados obtidos e à necessidade de métodos alternativos para o controle de patógenos veiculados pelo solo, outros grupos de diferentes regiões do Brasil estão testando a solarização.

Experimentos também foram realizados com o objetivo de avaliar outros efeitos da solarização, além de testes de eficiência do método no controle das doenças. Em um projeto financiado pela FAPESP, envolvendo o Instituto Biológico, o IAC, a ESALQ/USP e a Embrapa Meio Ambiente, entre outras atividades relacionadas com a eficiência do método, foram realizados quatro ensaios no estado de São Paulo, nos municípios de Mogi das Cruzes, Jarinú, Piracicaba e Itatiba, nos anos de 2000 e 2001, com o objetivo de avaliar os efeitos da solarização nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. A solarização reduziu significativamente a resistência à penetração dos solos, exceto em solo turfoso. Esse foi o primeiro relato com relação a essa característica de solos, demonstrando que a solarização promove alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, melhorando a estrutura, liberando nutrientes e induzindo a supressividade (Ghini et al., 2003).

A solarização tem-se mostrado viável para diversas culturas, especialmente hortaliças e plantas ornamentais, apresentando vantagens decorrentes do fato de não ser um método químico. A energia solar, elevando a temperatura do solo, promove uma alteração na composição da microbiota, sem eliminá-la totalmente, dificultando a reinfestação com patógenos, o que aumenta a durabilidade do tratamento. Assim, os componentes físicos e biológicos envolvidos na solarização atuam de forma sinérgica para o controle de patógenos veiculados pelo solo. Além disso, apresenta também como vantagens a simplicidade e a facilidade de aplicação. Para diferentes culturas, a solarização tem-se apresentado eficiente no controle de diversos patógenos e plantas invasoras, inclusive para patógenos que não são adequadamente controlados pelos métodos convencionais; melhora as características físicas e biológicas do solo; promove um maior crescimento de plantas e aumenta a produtividade.

Diversas desvantagens limitam a maior utilização da solarização, como a necessidade de máquinas para a colocação do plástico em áreas extensas; a necessidade do solo permanecer sem cultivo durante o tratamento; as limitações climáticas; a menor eficiência no controle do inóculo localizado em grandes profundidades; e o custo proibitivo para algumas culturas menos rentáveis.

Com o interesse crescente na redução dos impactos negativos da agricultura ao ambiente, grande ênfase vem sendo dada a outros métodos de controle de doenças de plantas, além dos químicos. Os métodos alternativos têm que ser econômica, ambiental e tecnicamente viáveis, assegurando um efetivo controle sem causar distúrbios no equilíbrio biológico do agroecossistema. A busca de alternativas não químicas para o controle de patógenos veiculados pelo solo, tanto aplicadas de forma exclusiva ou como componente de programas de manejo integrado, tem sido intensificada devido à proximidade da retirada do brometo de metila do mercado.

Nesse cenário, a solarização possui grandes perspectivas

de utilização. Com a ampliação de áreas com cultivo orgânico, há a possibilidade do uso de solarização principalmente para o controle de plantas invasoras. Em cultivo protegido, além do controle de patógenos, a solarização “de espaços” dentro de estufas com a finalidade de erradicar o inóculo presente nas estruturas pode ser realizada fechando-se a estufa e pendurando-se plásticos verticalmente. Nessas condições, a temperatura interna é superior a 60°C, promovendo a eliminação do inóculo remanescente dos últimos cultivos (Katan, 1996).

Problemas relacionados aos aspectos práticos da aplicação da técnica podem ser solucionados caso a caso. O tratamento de áreas extensas pode ser substituído pela solarização de reboleiras, onde o patógeno está presente. O desenvolvimento de um filme plástico líquido, que pode ser aplicado via pulverização, facilitaria o uso do método (Stapleton, 1990).

Certamente, o principal fator que justifica a adoção da técnica é a relação custo/benefício, porém são poucas as avaliações econômicas, especialmente no que se refere às externalidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Katan, J. Soil solarization: integrated control aspects. In: Hall, R. (Ed.) Principles and Practice of Managing Soilborne Plant

- Pathogens. St. Paul. APS Press. 1996. pp. 250-278.
2. Katan, J.; DeVay, J.E. Soil solarization. Boca Raton, CRC Press, 1991. 267p.
3. 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.
4. 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.
5. Ghini, R.; Patricio, F.R.A.; Souza, M.D. de; Sinigaglia, C.; Barros, B.C.; Lopes, M.E.B.M.; Tessarioli Neto, J.; Cantarella, H. Efeito da solarização do solo sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.71-79, 2003.
6. Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, 4., 1991, Campinas. Anais... Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. 228p. Coordenação Wagner Bettiol.
7. Stapleton, J.J. Sprayable polymer mulches for soil solarization and soil sealing applications in the San Joaquin Valley of California. *Proceedings, 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Agadir, Morocco. 1990.* pp.419-421
8. Souza, N.L. de. Solarização do solo. *Summa Phytopathologica*, v.20, n.1, p.3-15, 1994.

Solarização do solo para as culturas de alface, cenoura e morango

Flávia Rodrigues Alves Patricio

Pesq. Científico - Instituto Biológico

Considerando as potencialidades da solarização para a desinfestação de áreas intensivamente cultivadas, especialmente com produtos agrícolas de elevado valor econômico e/ou as próximas a grandes concentrações urbanas, recentemente vários experimentos foram conduzidos visando adaptar a técnica ao manejo de algumas culturas. Também foi estudado o efeito da solarização sobre o comportamento de fitopatógenos cujo controle ainda é um desafio, como nematóides formadores de galhas e a bactéria *Ralstonia solanacearum*.

Os experimentos foram realizados por pesquisadores do Instituto Biológico, da Embrapa Meio Ambiente, da ESALQ-USP e do Instituto Agrônomo. Visando dar subsídios à incorporação da solarização ao manejo das culturas de alface, cenoura e morango, além do controle de fitopatógenos, outras variáveis também foram avaliadas, como a produção, a infestação por plantas daninhas, além de alterações químicas e microbiológicas dos solos.

Entre os fitopatógenos estudados, encontram-se *Rhizoctonia solani* AG1-I, e *Sclerotinia minor*, agentes causais, respectivamente, da queima da saia e da podridão do pé. Essas doenças são limitantes para a cultura da alface na região de Mogi das Cruzes, SP, município que pertence ao cinturão verde de São Paulo, responsável por aproximadamente 40 % da produção brasileira dessa hortaliça. A solarização foi empregada por 60 dias (com filme plástico transparente de 100mm de espessura) em três verões consecutivos, 1997/1998, 1998/1999 e 1999/2000. Também foram aplicados fungicidas específicos para esses patógenos, pencycuron e procimidone, indicados, respectivamente, para *R. solani* e *S. minor*, nas parcelas solarizadas e não solarizadas. A solarização

reduziu a incidência e a severidade da queima da saia para níveis próximos a 0,0 % e a incidência de 25 a 40 % de podridão do pé na testemunha, para 0,0 a 0,5 % nas parcelas que receberam o tratamento, nas duas safras que sucederam a retirada do plástico. As aplicações dos fungicidas resultaram na redução dos danos causados por ambas doenças nas parcelas não solarizadas, mas foram desnecessárias nas áreas solarizadas, especialmente porque a redução do inóculo oferecida pela solarização foi muito grande (Sinigaglia & Patricio, 2000, Sinigaglia et al., 2001).

O patógeno *Verticillium dahliae* foi controlado na cultura do morango após a aplicação da solarização no verão (com filme plástico transparente de 100mm de espessura, 60 a 90 dias de tratamento), em experimento instalado em Itatiba, SP, importante município produtor dessa cultura. Nesse experimento, entretanto, as parcelas testemunhas apresentaram pouca doença (12,0%) (Sinigaglia et al., 2002).

A técnica da solarização também foi avaliada para patógenos de difícil controle, como nematóides formadores de galhas. Em experimento instalado em solo arenoso, em local próximo a Piracicaba, SP, avaliou-se o efeito da solarização, aplicada por 60 dias no verão, associada ou não à cama de frango, e ao nematicida carbofuram, sobre o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Após a solarização foi efetuado o plantio de cenoura no local. Os tratamentos que incluíram a solarização isolada e/ou associada ao nematicida e à cama de frango, resultaram na redução a níveis muito baixos da infestação do solo pelos nematóides formadores de galhas (de 590 juvenis de *M. incognita* e *M. javanica*/250 cm³ de solo na testemunha, para entre 0,0 a 2,5 nos tratamentos solarizados) (Oliveira et al., 2002).