

# AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SOLARIZAÇÃO E DO BROMETO DE METILA SOBRE A POPULAÇÃO DE FUNGOS DO SOLO

## EFFECT OF THE SOIL SOLARIZATION AND BROMIDE METHYL EFFECT ON SOIL FUNGI POPULATION

**Wilson Story Venâncio<sup>1\*</sup>, César Júnior Bueno<sup>2</sup>, Nilton Luiz de Souza<sup>2,3</sup>**

<sup>1\*</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Campus em Uvaranas, Ponta Grossa, PR, Brasil, (42) 3220-3086; e-mail: wsvenc@uepg.br

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências Agronômicas - Campus em Uvaranas UNESP, Botucatu, SP

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, PIBIC/CNPq/UEPG

*Recebido para publicação em 29/03/05*

*Aceito para publicação em 13/07/05*

### RESUMO

A microbiota do solo é de grande importância no desenvolvimento de culturas. Os métodos de controle, químico (brometo de metila) e físico (solarização), alteram a microbiota, principalmente, a população de fungos do solo. O presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento da população de fungos do solo antes, durante e após o uso de solarização, comparando-o com brometo de metila. O delineamento foi de blocos ao acaso, com sete repetições e com três tratamentos (solarização, brometo de metila e testemunha). Os parâmetros avaliados foram a população de fungos do solo, de forma quantitativa e qualitativa, antes, durante e após o uso dos tratamentos. A temperatura do solo e a precipitação foram avaliadas somente durante o período de solarização. A quantidade da população de fungos do solo foi monitorada a 0-5, 10-15 e 20-25 cm de profundidade através de diluição seriada em placas de petri. Para a avaliação qualitativa da população de fungos do solo, efetuou-se comparação morfológica com uma coleção de fungos previamente isolados do solo amostrado, sendo a avaliação expressa em número de espécies. A temperatura do solo foi monitorada a 5, 10, 15 e 25 cm de profundidade através de termômetro e a precipitação por meio de estação meteorológica. A temperatura média observada na parcela solarizada a 5 cm de profundidade foi de 41°C contra 34°C na parcela testemunha. A precipitação média foi de 10 mm/dia durante o experimento. A solarização reduziu a população de fungos do solo em ambas às camadas amostradas, mas na superficial (0-5cm) essa redução foi mais drástica devido à ocorrência de altas temperaturas nesse horizonte do solo. No entanto, a população não foi erradicada totalmente, fato este ocorrido no tratamento com brometo de metila. A solarização reduziu também o número de espécies de fungos do solo, mas na camada de 20-25 cm, essa diminuição foi a zero. A recolonização da população de fungos do solo foi maior no tratamento com brometo de metila em

relação aos demais, devido a não competição por espaço e alimento com os antagonistas e os organismos termotolerantes selecionados no tratamento solarizado. No entanto, esse rápido aumento da população de fungos do solo no tratamento com brometo de metila não foi acompanhado por diversificação de espécies, fato este já constatado no tratamento solarizado e testemunha.

Palavras-chave: recolonizadores, controle físico, controle químico no solo

### ABSTRACT

Soil microbial is of great importance in agriculture. The chemical (methyl bromide) and physical (soil solarization) control methods change the soil microbial, mainly, the soil fungi population. The present work aimed to study the soil fungi population behavior before, during and after the solarization use comparing it with methyl bromide. The statistic delineation was made of blocks placed randomly, seven reps and with three treatments (soil solarization, methyl bromide and control). The parameters appraised were the soil fungi population in a quantitative and qualitative way before, during and after the use of those treatments. The soil temperature and precipitation were evaluated only during treatments. The amount of soil fungi population was monitored at 0-5, 10-15 and 20-25 cm depth through seriate dilution in petri plates. For the qualitative evaluation of the soil fungi population it was made a morphologic comparison with a collection of fungi isolated from the soil evaluated, being this evaluation expressed in number of species. The soil temperature was monitored at 5, 10, 15 and 25 cm depth through thermometer and precipitation by meteorological station. The temperature measured observed in the solarization plot, at 5 cm depth was 41°C against 34°C in the control, and the precipitation was of 10 mm/day during experiment. Soil solarization reduced the soil fungi population in both layers evaluated, but in the superficial ones (0-5cm) that reduction was more drastic due to occurrence of high temperatures in that horizon of the soil. However, the population was not eradicated totally, this fact happening with the treatment with methyl bromide. Soil solarization also reduced the number of species of soil fungi, but in the layer at 20-25 cm, it decreased to zero. The re-grouping of the soil fungi population was larger in the treatment with methyl bromide in comparison to the others, due to a non-competitiveness for space and food with the antagonistic ones and the thermo-tolerant organisms selected in the solarization treatment. However, this rapid increase of soil fungi population in the treatment with methyl bromide was not followed by diversification of species, this fact was already verified in the solarization and control treatments.

Key words: resettlers, physical control, chemical control in the soil

### Introdução

A microbiota do solo é de grande importância no desenvolvimento de culturas, principalmente em regiões de agricultura intensiva. Inúmeros métodos de controle tais como o químico e o físico podem causar

alterações nessa microbiota. French & Herbet (1980) relataram que o brometo de metila, quando aplicado ao solo de forma correta, controla todos os organismos vivos, eliminando insetos, nematóides (exceto alguns formadores de cisto), a maioria das sementes de plantas daninhas, bactérias e fungos tanto fitopatogê-

nicos quanto saprófitas. Munneck (1977) constatou que em solos tratados com brometo de metila pode ocorrer reinfestação por fitopatógenos, visto que o processo de fumigação afeta as características biológicas do solo. Os autores relataram que o solo natural é “biologicamente neutro” devido à presença de muitos organismos, e a quebra desta “normalidade” pode, muitas vezes, beneficiar os fitopatógenos. No controle físico, especificamente no uso da solarização do solo, ocorre o efeito direto e indireto da técnica sobre os patógenos. No efeito direto da solarização, ocorre a inativação dos microrganismos fitopatogênicos e saprófitas por altas temperaturas e no efeito indireto o controle biológico e a supressividade do solo, devido à permanência dos organismos termotolerantes. Segundo Stapleton & DeVay (1986), o efeito da solarização é mais pronunciado em microrganismos que não são bons competidores no solo. Muitos patógenos de planta se enquadram neste grupo, visto que os mesmos apresentam requerimentos fisiológicos especializados que os condicionaram a uma maior adaptação para uma coexistência com o hospedeiro. Gamliel et al. (1989) e Stapleton (1990) relataram que o solo sob efeito da solarização apresenta, ainda que parcialmente, um “vácuo biológico” após a retirada do plástico. O substrato disponível tende a ser utilizado pelos microrganismos mais competitivos, como os antagonistas, *Bacillus* spp., *Pseudomonas fluorescens* e fungos termotolerantes, passando a serem prevalentes e resultando em uma suspensão da recolonização pelo patógeno.

Em função do exposto acima, o presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento da população de fungos do solo antes, durante e após o uso da solarização, comparando-a com o brometo de metila.

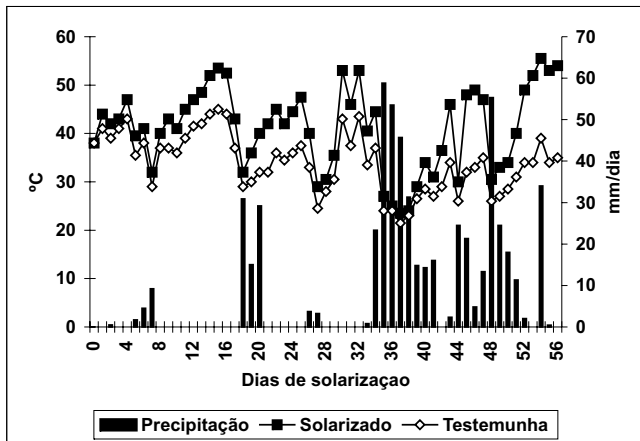
### Material e métodos

O ensaio foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu/SP. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com sete repetições e com três tratamentos (solarização, brometo de metila e testemunha). No tratamento sola-

rizado, utilizou-se o filme de polietileno não aditivado de 35µm de espessura. Utilizou-se 393 cc de Bromex por parcela (106,25 g/m<sup>2</sup>) no tratamento com brometo de metila, cobrindo com plástico por 72 horas. Os parâmetros avaliados foram a população de fungos do solo de forma quantitativa e qualitativa antes, durante e após o uso dos tratamentos. Antes e durante os tratamentos, a avaliação foi semanalmente até completar 56 dias, enquanto que após, monitorou-se a população a cada 14 dias até completar também 56 dias. Para monitorar a população de fungos, foram determinadas ao acaso parcelas de monitoramento M1 e M2 para retirada de amostras de solo. As amostras foram retiradas de três profundidades (0-5; 5-10 e 10-15 cm). O método utilizado para avaliar de forma quantitativa a população de fungos do solo foi o de diluição seriada em placas de petri de Warcup (1960) e Drosdowicz & Kulinska (1982). Para o método qualitativo, efetuou-se comparação morfológica com uma coleção de fungos previamente isolados do solo amostrado. Para cada diluição foram feitas três repetições. O meio utilizado foi o Martin modificado (Martin, 1950 e Tuite, 1969). Foram monitoradas a temperatura do solo do tratamento solarizado e testemunha a profundidade de 5, 10, 15 e 25 cm através de termômetros e a precipitação, por meio de estação meteorológica.

### Resultados e discussão

De acordo com a Figura 1, observou-se que a 5 cm de profundidade a temperatura média da parcela solarizada foi de 41°C contra 34°C da parcela testemunha. Constatou-se também uma precipitação média de 10 mm/dia durante o experimento, o que não prejudicou o efeito cumulativo da temperatura no solo no tratamento solarizado, visto através da rápida recuperação da temperatura após a ocorrência da chuva em comparação com o tratamento testemunha (Figura 1). Segundo Katan et al. (1970), um aumento de aproximadamente 10°C nas camadas superiores é suficiente para eliminar alguns patógenos, quer pelo efeito direto da temperatura, quer pelo efeito cumulativo de temperatura subletais, selecionando os antagonistas e os organismos termotolerantes.



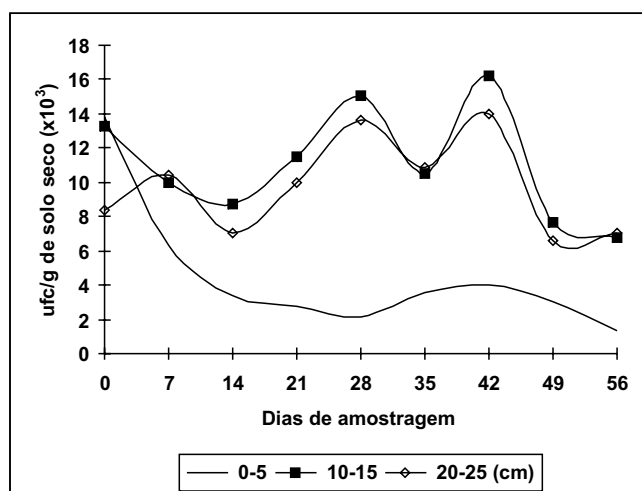
**Figura 1** - Temperaturas diárias do solo (15:00 hs), registradas durante a solarização, a 5 cm de profundidade e a precipitação

De acordo com a Figura 2, a solarização reduziu a população de fungos do solo em ambas as camadas amostradas, mas na superficial (0-5cm) essa redução foi mais drástica. No entanto, a população de fungos não foi totalmente eliminada (Figura 2) em ambas as camadas amostradas. Outro fato constatado na Figura 2 foi à ocorrência de uma rápida redução na população de fungos nas avaliações de sete e 14 dias, corroborando com Souza (1994) e Stapleton & DeVay (1986) que relataram a diminuição da microbiota do solo em solos solarizados. No entanto, nas avaliações subsequentes houve um aumento na população, mas que ao final do tratamento (56 dias) tendeu-se a diminuir a população em relação a inicial. Segundo Katan et al. (1970) e Borges (1990), a solarização seleciona antagonistas e os organismos termotolerantes que são mais competitivos em relação aos fitopatógenos. Gamliel et al (1989) relataram que fungos, bactérias e actinomicetos termotolerantes e termofílicos podem sobreviver e suas populações podem, até, aumentar. De acordo com a Figura 2, ao final do tratamento (56 dias), nas camadas profundas (10-15 e 20-25 cm) não houve diferença quanto a população de fungos, mas essas camadas diferiram em relação a camada superficial provavelmente devido a ocorrência de maiores temperatura nesse horizonte do solo. Na Figura 3, observou-se que o número de espécies de fungos do solo foi diminuído diferentemente em ambas as camadas amostradas, mas na camada de 20-25 cm de profundidade o número de espécies foi a zero. No tratamen-

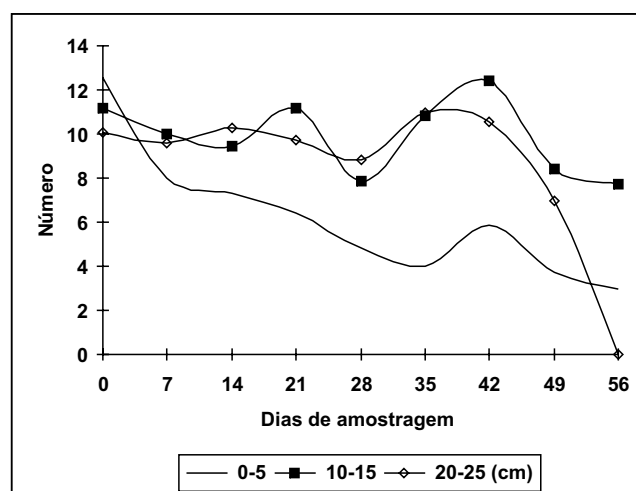
to com brometo de metila, a população de fungos do solo foi reduzida drasticamente a quase zero, em ambas as profundidades amostradas, conforme a Figura 4. De acordo com French & Hebert (1980), o brometo de metila controla quase todos os organismos vivos quando aplicado ao solo, corroborando com os dados da Figura 4 do presente trabalho na amostragem de zero dia. No tratamento testemunha pode-se observar uma constante de população nas três profundidades amostradas (Figura 4) no dia zero. Com relação a recolonização natural da população de fungos do solo, após a aplicação dos tratamentos, constatou-se um maior recrudescimento no tratamento com brometo de metila em comparação com os demais tratamentos (Figura 4). Observou-se que no tratamento com brometo de metila o aumento populacional dos fungos do solo ocorreu de forma equânime em ambas as profundidades amostradas (Figura 4). No tratamento solarizado o recrudescimento dos fungos do solo foi mais lento em comparação com o tratamento com brometo de metila (Figura 4). Diferentemente do observado no tratamento com brometo de metila, no tratamento solarizado, as camadas mais profundas apresentaram maior número de fungos do solo do que na camada superficial, devido provavelmente a ocorrência de maiores temperaturas nesse horizonte (Figura 4). Warcup (1951) e Bollen (1974) citam que os microrganismos recolonizadores dos solos tratados apresentam como origem quatro fontes, que são: os organismos que sobrevivem ao tratamento; os infestantes do ar; aqueles provenientes do subsolo não tratado; e os infestantes de material vegetal propagativo (sementes, bulbos, mudas, etc.). A recolonização mais rápida no tratamento com brometo de metila deve-se ao fato de quase não haver população de fungos no solo, o que favoreceu o aumento populacional de acordo com as fontes citadas por Warcup (1951) e Bollen (1974) sem competição por organismos resistentes. No tratamento solarizado, a recolonização foi mais lenta porque segundo Gamliel et al (1989) e Stapleton (1991), a população de antagonistas e fungos termotolerantes selecionados pela técnica durante o tratamento fizeram supressão para as fontes dos microrganismos recolonizadores. Quanto ao número de fungos recolonizadores do solo (Figura 4), os tratamentos solarizado e testemunha não diferiram entre si, mas estes diferiram em relação ao

tratamento com brometo de metila. De acordo com a Figura 5, apesar do aumento do número da população de fungos do solo no tratamento com brometo de metila ter sido maior em relação ao demais tratamentos, esse recrudescimento foi pobre em termos de espécies, predominando quase exclusivamente *Trichoderma* spp. Essa constatação corrobora com os trabalhos de Millhouse & Munneck (1979, 1981) que relataram que em solos fumigados ocorre a predominância de poucas espécies de fungos e bactérias em relação a solos não tratados, tendo nos trabalhos dos autores predominado *Trichoderma* spp. e *Penicillium* spp. na nova composição da população fúngica. No tratamento solarizado, apesar do número de população de fungos ter sido lento em relação ao tratamento com brometo de metila, esse recrudescimento foi alto em termos de espécies de fungos, principalmente nas camadas profundas (10-15 e 20-25 cm) aonde a população de fungos foi maior (Figuras 4 e 5). Essa diversidade de espécies explica a ocorrência de supressividade em solos

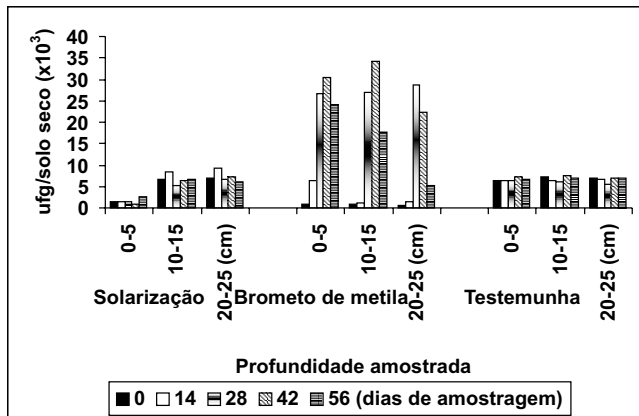
solarizados (Gamliel et al, 1989 e Stapleton, 1991) e, segundo Katan et al. (1970), ensaios de solarização há o controle de fitopatógenos, mas sem alterar drasticamente a composição biológica do solo. No tratamento com brometo de metila e testemunha o número de espécies de fungos foi similar em ambas as camadas amostradas, enquanto que no tratamento solarizado, esse número foi maior nas camadas mais profundas (10-15 e 20-25cm) do que na superficial (Figura 5). Ainda com relação ao número de espécies de fungos do solo, os tratamentos solarizado e testemunha além de apresentar maior número em relação ao tratamento com brometo de metila, estes não apresentaram diferenças entre si (Figura 5). A solarização do solo além de manter uma pequena parte da população natural de fungos do solo, seleciona os antagonistas e os termoresistentes, principalmente em diversificação de espécies, favorecendo o controle biológico e a supressividade do solo contra fitopatógenos que causam doenças em plantas.



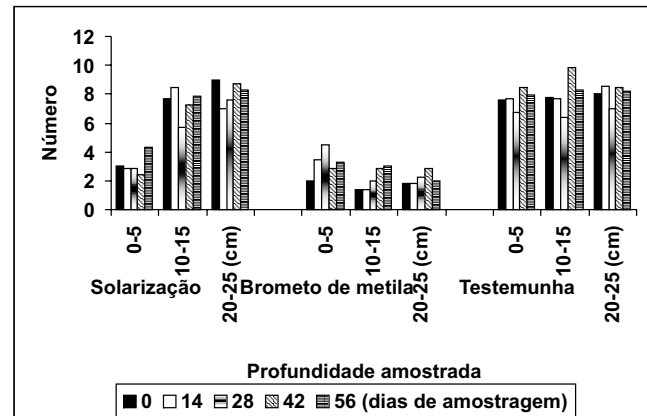
**Figura 2** - Avaliação quantitativa da população de fungos do solo, em três profundidades, antes e durante o tratamento de solarização.



**Figura 3** - Avaliação qualitativa da população de fungos do solo, em três profundidades, antes e durante o tratamento de solarização.



**Figura 4** - Avaliação quantitativa da população de fungos do solo, em três profundidades, no período de recolonização, nos três diferentes tratamentos.



**Figura 5** - Avaliação qualitativa da população de fungos do solo, em três profundidades, no período de recolonização, nos três diferentes tratamentos.

#### REFERÊNCIAS

- BOLLEN, G.J. Fungal recolonization of heat-treated glasshouse soils. **Agro-Ecosystems**, Amsterdam, v.1, p.139-155, 1974.
- BORGES, M.L.V. Solarização do solo e proteção de culturas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.13, n.3-4, p.91-113, 1990.
- DROZDOWICZ, A., KULINSKA, D. **Técnicas de Levantamento da microflora telúrica e de isolamento de fungos saprófitos do solo**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1982. 73p.
- FRENCH, E.R., HEBERT, T.T. **Métodos de investigação fitopatológica**. San José: Editorial IICA, 1980. 289p.
- GAMLIEL, A., KATAN, J., CHEN, Y., GRINSTEIN, A. Solarization for the reclamation of container media. **Acta Horti.**, Wageningen, v.225, p.181-188, 1989.
- KATAN, J., GREENBERGER, A., ALON, H., GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.5, p.683-688, 1976.
- MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science.**, Baltimores, v.69, p.215-232, 1950.
- MILLHOUSE, D.E., MUNNECKE, D.E. Increased growth of *Nicotiana glutinosa* as partially related to accumulation of ammonium-nitrogen in soil fumigated with methyl bromide. **Phytopathology**, St. Paul, v.69, n.8, p.793-797, 1979.
- MILLHOUSE, D.E., MUNNECKE, D.E. Effects of methyl bromide dosage on microorganisms in soil before and after growth of *Nicotiana glutinosa*. **Phytopathology**, St. Paul, v.71, n.4, p.418-421, 1981.
- MUNNECKE, D.E. Methyl bromide for control of soilborne fungal pathogens. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, Griffith, v.3, p.853-856, 1977.
- SOUZA, N.L. Soil solarization. **Summa Phytopathologica**, Jaguaruna, v.20, n.1, p.3-15, 1994.
- STAPLETON, J.J. Thermal inactivation of crop pests and pathogens and other soil changes caused by solarization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOIL SOLARIZATION, 1, 1990, Ammam. **Proceedings**, Rome:FAO, 1991. p.37-47.
- STAPLETON, J.J., DeVay, J.E. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. **Crop. Protection**, Guildford, v.5, p.190-198, 1986.
- TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess Publishing, 1969. 239p.
- WARCUP, J.H. Effect of partial sterilization by steam or formalin on the fungus flora of an old forest nursery soil. **Trans. Brit. Mycol. Soc.**, London, v.34, p.519-532, 1951.
- WARCUP, J.H. Methods for isolation and estimation of activity of fungi in soil. In: Parkinson, D., Waid, J.S. **The ecology of soil fungi**. Liverpool: Liverpool University Pres., 1960, p.3-21.