

# FITOTECNIA

## PRODUÇÃO DA CENOURA E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DECORRENTE DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA CONTROLE DA TIRIRICA <sup>(1)</sup>

MARTA DOS SANTOS FREIRE RICCI <sup>(2\*)</sup>; FABIO FREIRE DE OLIVEIRA <sup>(3)</sup>;  
SIMONE CORDEIRO DE MIRANDA <sup>(4)</sup>; JANAINA RIBEIRO COSTA <sup>(2)</sup>

### RESUMO

Dentre os desafios do cultivo orgânico de hortaliças destaca-se o controle de plantas daninhas, devido à proibição do uso de herbicidas. Entre as invasoras, a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) é de difícil controle pela sua alta competitividade. A solarização é uma alternativa para desinfestação do solo, a qual consiste em cobri-lo com plástico transparente, com bons resultados no controle da tiririca. A fim de avaliar a influência do preparo e do revolvimento do solo sobre a eficiência da solarização no controle da tiririca, bem como seu posterior efeito sobre o cultivo da cenoura, foi realizado um experimento na Fazendinha Agroecológica, em Seropédica (RJ). O experimento foi disposto em blocos ao acaso com três repetições, em arranjo fatorial 2 x 3 mais uma testemunha adicional, sendo: 1) solo solarizado, preparado (com grade aradora) e revolvido 30 dias após a solarização (manualmente com auxílio de uma enxada); 2) solo solarizado, preparado e revolvido aos 60 dias; 3) solo solarizado, preparado e não revolvido; 4) solo solarizado, não preparado e revolvido aos 30 dias; 5) solo solarizado, não preparado e revolvido aos 60 dias; 6) solo solarizado, não preparado e não revolvido; solo não solarizado, não preparado e não revolvido (testemunha). A solarização iniciou-se em 29/1/2002, e durou cem dias. A solarização reduziu em 86% a infestação de tiririca no cultivo da cenoura. Até 10 cm de profundidade, a temperatura do solo foi superior nas parcelas solarizadas, porém a 5 cm, a solarização foi mais eficiente quando associada ao preparo do solo, não havendo efeito do revolvimento. A solarização aumentou os valores da biomassa microbiana e dos teores de Ca, Mg e P do solo. O desenvolvimento da cenoura foi influenciado pela solarização que resultou em maior produtividade.

**Palavras-chave:** controle de invasoras, cobertura plástica, *Daucus carota*, horticultura orgânica.

---

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em 20 de fevereiro de 2004 e aceito em 4 de agosto de 2006.

<sup>(2)</sup> Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74505 23851-970 Seropédica (RJ). Email: marta@cnpab.embrara.br. \* Autora correspondente.

<sup>(3)</sup> Estudante de Doutorado em Técnicas Energéticas e Nucleares, PROTEN, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE).

<sup>(4)</sup> UFRRJ, Bolsista de Residência Agrônômica em Agroecologia.

## ABSTRACT

### CARROT PRODUCTION AND EFFECT ON SOIL FERTILITY AND NUTRITION AS FUNCTION OF SOIL SOLARIZATION FOR PURPLE NUTSEDGE WEED CONTROL

Herbicides are not allowed in organic farming system which turns the control of weeds plants quite difficult during the cultivation of vegetables. Amongst the weeds, purple nutsedge is specially hard to control due to its aggressiveness. Solarization represents an alternative to soil desinfection, which consists in covering the soil with a transparent plastic piece and it is capable to show good results regarding purple nutsedge control. An experiment was performed at Embrapa Agrobiologia, aiming to verify the influence of soil preparation and revolving on the efficiency to purple nutsedge control as well as the afterward effect over carrot cultivation. The experiment was set up as a randomized block design with three replications in a factorial 2 x 3 and one additional control: 1) solarized soil prepared (with a grader) and (manual hoe) revolved 30 days after the solarization treatment; 2) solarized soil, prepared and revolved 60 days after the solarization treatment; 3) solarized soil, prepared but not revolved; 4) solarized soil which was only revolved 30 days after the solarization treatment; 5) solarized soil which was only revolved 60 days after the solarization treatment; 6) soil submitted only to solarization; and 7) not solarized soil, not prepared and not revolved (control). Solarization started on January 29, 2002 and lasted 100 days. Solarization reduced 86% of purple nutsedge infestation during carrot cultivation. At the 10 cm depth, soil temperature was higher in the solarization treatments, but at 5 cm depth, solarization was more efficient when associated to soil that has been prepared. The use of hoe to revolve soil did not show any effect. Solarization increased microbial biomass values and soil Ca, Mg and P concentrations. Carrot growth parameters were highly influenced by solarization, resulting in yield increase.

**Key words:** weeds control, plastic cover, *Daucus carota*, organic horticulture.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo orgânico de hortaliças possui algumas exigências técnicas e econômicas que limitam de forma considerável seu manejo, dentre os quais destaca-se o controle de plantas daninhas, tendo em vista que não é permitido o uso de herbicidas. Entre as plantas daninhas, destaca-se a tiririca (*Cyperus rotundus* L.), pela sua agressividade e abrangência geográfica, pois é encontrada em todos os países de clima tropical e subtropical, sendo considerada a mais importante planta invasora do mundo (KISSMANN, 1991).

Na agricultura orgânica, o controle da tiririca somente é possível por meio de capinas manuais. Devido a sua grande capacidade e rapidez de infestação, a capina manual torna-se um método de controle caro, havendo, portanto, a necessidade de se buscar alternativas de controle dessa invasora.

A prática da cobertura plástica do solo para seu aquecimento é conhecida pelo nome de solarização do solo. Essa prática vem demonstrando ser eficiente no controle de plantas daninhas. Trata-se de um método físico de controle de patógenos, pragas e plantas daninhas, mediante a elevação da temperatura do solo, cobrindo-se o solo umedecido com um plástico fino e transparente (KATAN et al., 1983). Segundo BAKER e ROISTACHER (1957), solos submetidos durante 30 minutos a temperaturas entre 60 e 70 °C tornam-se livres da maioria de fungos, bactérias e nematóides fitopatogênicos.

A prática da solarização feita com o objetivo de desinfestação do solo vem sendo utilizada em regiões com estações climáticas bem definidas, onde o verão se caracteriza por períodos prolongados de alta radiação solar, como é o caso de regiões tropicais.

Outros processos para desinfestação do solo são de difícil utilização pelo produtor, como no caso do forno para produção de vapor, de baixo rendimento, ou de autoclaves dispendiosas, de difícil manuseio, exigindo manutenção rigorosa e consumindo energia elétrica em demasia (CASTRO et al., 2003).

De acordo com KATAN et al. (1980), a solarização tem a vantagem de ser um método simples e seguro, não poluir e ser relativamente barato, com bons resultados no controle de espécies dos gêneros *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria* e *Cyperus* (GRINSTEIN et al., 1979; PULMAN et al., 1979; KATAN, 1981). Apesar de Castro et al. (2003) terem obtido a completa inativação de diversas plantas daninhas, inclusive da tiririca, ao solarizar diferentes substratos para a produção de mudas de beterraba (*Beta vulgaris* L.), em bandejas de poliestireno expandido no sistema orgânico, vários outros autores observaram apenas um controle parcial da solarização sobre a tiririca (ELMORE, 1991; RICCI et al., 1997; 2000). A resistência dessa espécie se deve ao seu eficiente sistema de propagação que pode ser por semente, ou vegetativamente, por bulbos basais, tubérculos e rizomas (KISSMANN, 1991).

À medida que a profundidade do solo aumenta, menor é o efeito da solarização sobre o controle da tiririca devido à redução da temperatura. Segundo KATAN (1981), a solarização é mais eficiente no controle de sementes e rizomas de plantas daninhas até 5 cm de profundidade, onde se alcançam as máximas temperaturas, diminuindo sua eficiência a partir dessa profundidade até tornar-se inexpressiva.

Para aumentar a eficácia do processo, alguns autores sugerem manter o solo constantemente umedecido durante o processo de solarização. A água por ser boa condutora de calor, conduz o calor até camadas mais profundas, tornando mais eficiente o efeito da solarização (GRINSTEIN et al., 1979; PULMAN et al., 1979; KATAN, 1981; NAVARRO, 1991).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do preparo do solo antes da colocação da cobertura plástica, bem como de revolvimentos do solo efetuados durante o período de solarização, sobre a eficiência da solarização realizada com a finalidade de controlar a população de tiririca, bem como seu efeito na biomassa microbiana do solo, no desenvolvimento e na produção da cenoura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área da Fazenda Agroecológica, área destinada à agricultura orgânica, situada no km 47 da antiga rodovia Rio-São Paulo, no município de Seropédica (RJ), a 22° 45' S de latitude e 43° 45' W de longitude, a 33 m de altitude.

A área utilizada estava completamente infestada por *Cyperus rotundus* L. (tiririca) e outras invasoras, tais como: *Paspalum notatum* Flüggé (gramabatatais), *Chloris gayana* Kunth (capim-de-rhodes), *Cenchrus echinatus* L. (capim carrapicho), *Panicum maximum* Jacq (capim-colonião), *Indigofera hirsuta* L. (anileira) e *Commelina erecta* L. (trapoeraba).

O experimento foi disposto no delineamento em blocos ao acaso com três repetições, em arranjo fatorial 2 x 3 mais uma testemunha adicional. No fatorial avaliaram-se dois níveis de preparo de solo (preparado e não preparado) e três níveis de revolvimento (0, 30 e 60 dias após a colocação do plástico - d.a.c.p.), totalizando sete tratamentos constituídos da seguinte forma: 1) solo solarizado, preparado com grade aradora e revolvido manualmente com auxílio de uma enxada, 30 dias após a colocação da cobertura plástica, 2) solo solarizado, preparado e revolvido 60 dias após, 3) solo solarizado, preparado e não revolvido após a colocação da cobertura plástica, 4) solo solarizado, não preparado e revolvido 30 dias após a colocação da cobertura plástica, 5) solo solarizado, não

preparado e revolvido 60 dias após, 6) solo solarizado, não preparado e não revolvido, após a colocação da cobertura plástica, 7) testemunha: solo não solarizado, não preparado e não revolvido.

A solarização foi feita utilizando-se plástico de polietileno transparente com 50 µm de espessura, durante o período de cem dias, contados a partir de 29/1/02. As parcelas mediram 1,00 x 1,00 m, sendo considerado como bordadura uma faixa de 0,50 m entre duas parcelas. Antes da colocação do plástico, foi feito o preparo do solo, utilizando-se microtrator com enxada rotativa.

O solo da área experimental foi classificado como um Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999), tendo apresentado as seguintes características antes da colocação da cobertura plástica: pH 7,1 (em água); Ca (3,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg (1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); P (99,5 mg dm<sup>-3</sup>); K (219,5 mg dm<sup>-3</sup>) e Al (0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

O revolvimento foi feito 30 e 60 dias após o início da solarização, com o objetivo de atingir maior número de tubérculos e rizomas de tiririca presentes nas camadas mais profundas do solo. Consistiu em retirar o plástico, revirar manualmente o solo com uma enxada e retornar o plástico para o local após o revolvimento.

Durante a solarização, avaliou-se a temperatura do solo nas parcelas, duas vezes por semana, nas profundidades de 5 e 10 cm, sempre às 14 h.

Após a solarização, no mesmo dia em que o plástico foi retirado, avaliou-se a biomassa microbiana do solo (BMS), utilizando-se amostras retiradas nas profundidades 5 e 10 cm, na área central das parcelas, as quais foram analisadas pelo método da fumigação-extração (DE-POLLI e GUERRA, 1999), no laboratório de solo da Embrapa Agrobiologia. Na mesma ocasião, foram contados os tubérculos presentes em uma área de 0,09 m<sup>2</sup> (0,30 x 0,30 m) até a profundidade de 0,30 m.

Em seguida as parcelas foram novamente preparadas e cultivadas com cenoura (*Daucus carota* L.), cultivar Brasília, semeada no espaçamento 0,25 x 0,05 m, em 26/5/2002. A adubação de plantio constituiu-se de 6 L de esterco bovino curtido para cada metro quadrado de canteiro, tendo sido utilizado parte para cobrir os sulcos de plantio e parte espalhada sobre a área da parcela.

As parcelas foram irrigadas de acordo com a necessidade da cultura e capinadas manualmente uma vez apenas, aos 40 dias após a semeadura da cenoura, preservando-se sem capina somente a área de 0,09 m<sup>2</sup> (0,30 x 0,30 m) delimitada no centro das parcelas, a fim de avaliar a reinfestação da área pela tiririca. Foram realizadas duas avaliações da reinfestação da área pela tiririca, aos 15 e 45 dias após a semeadura da cenoura, contando-se somente as brotações epigeas de tiririca presentes.

A colheita da cenoura foi realizada 100 dias após a semeadura, em 3/9/2002, avaliando-se o comprimento e o diâmetro das raízes e a produtividade. As folhas foram secas em estufa a 65 °C, e posteriormente moídas e analisadas quanto aos teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio, no laboratório de análise de tecido vegetal da Embrapa Agrobiologia. A determinação do teor de N foi feita a partir da digestão sulfúrica e destilação (BREMNER e MULVANEY, 1982); de P, K, Ca e Mg por digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983), sendo o P determinado em espectrofotômetro na faixa visível a partir da formação da cor azul do complexo fosfatomolibdato na presença de ácido ascórbico como redutor (CLAESSEN et al., 1997) e os demais nutrientes em espectrofotômetro de absorção atômica.

No fim do experimento, amostras de solos foram retiradas na profundidade de 0 a 20 cm e analisadas no laboratório de Solos da Embrapa Agrobiologia, quanto aos valores de pH em água, teores de P, K, Ca, Mg e carbono orgânico (CLAESSEN et al., 1997).

**Tabela 1.** Números de tubérculos e de brotações epigeas de tiririca por metro quadrado, em função dos fatores preparo e revolvimento do solo. Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ, 2003

| Revolvimento do solo <sup>(1)</sup> | Número de tubérculos m <sup>2</sup> de solo |         | Número de brotações epigeas m <sup>-2</sup> de solo |         |           |         |
|-------------------------------------|---|---------|---|---------|-----------|---------|
|                                     | P   | NP      | 15 d.a.p.   |         | 45 d.a.p. |         |
|                                     |   |         | P   | NP      | P         | NP      |
| 30 d.a.c.p.                         | 86 b A                                      | 133 b A | 51 b A  | 152 a A | 58 b B    | 180 a A |
| 60 d.a.c.p.                         | 130 b A                                     | 152 b A | 103 b A   | 44 b A  | 106 a A   | 56 b B  |
| Não Revolvido                       | 152 b A                                     | 122 b A | 103 b A   | 156 a A | 103 a B   | 162 a A |
| Média do fatorial                   |   | 129 b   |   | 102 b   |           | 111 b   |
| Média da Testemunha                 |   | 489 a   |   | 330 a   |           | 784 a   |
| C.V. (%)                            |   | 67,7    |   | 74,1    |           | 60,4    |

<sup>(1)</sup> P = solo preparado; NP = solo não preparado; (d.a.c.p.) = dias após a colocação do plástico; (d.a.p.) = dias após o plantio. Letras maiúsculas iguais na linha (preparo do solo) e minúsculas na coluna (revolvimento do solo), não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

Os resultados estão de acordo com as observações reportadas por RICCI et al. (1997), que obtiveram redução de 50% da população reinfestante de tiririca durante o cultivo da cenoura em canteiros pré-solarizados, e redução média de 59% nos canteiros cultivados com cenoura, vagem, beterraba e repolho (RICCI et al., 2000).

Embora a análise estatística não tenha indicado diferença significativa para o fator preparo do solo, a população infestante de tiririca, avaliada 15 e 45 dias após a semeadura da cenoura, foi respectivamente 73,1% e 67,1% menor, quando comparado aos tratamentos onde o solo não foi preparado antes da solarização (Tabela 1).

A análise de variância foi feita pelo programa SISVAR versão 4.3, softwair desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras (MG). Os dados foram testados quanto às pressuposições da análise de variância, como normalidade e/ou homogeneidade dos erros do modelo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solarização foi altamente eficiente no controle da tiririca, porém os fatores preparo e revolvimento do solo não influenciaram no número de tubérculos de tiririca presentes no solo (Tabela 1), não contribuindo, portanto, para melhorar a eficiência da solarização. Considerando-se a média dos seis tratamentos do fatorial, nos quais o solo foi solarizado, obteve-se uma redução de 73,6% no número de tubérculos de tiririca presentes no solo quando comparado à testemunha. A reinfestação da área pela tiririca, avaliada 15 e 45 dias após a semeadura da cenoura, mediante a contagem do número de brotações epigeas, foi, respectivamente, 69% e 86% menor, em relação à testemunha (Tabela 1).

Observou-se a influência da solarização e do fator preparo do solo na temperatura nos primeiros 5 cm de profundidade do solo, porém não do fator revolvimento (Tabela 2).

Considerando-se as médias dos tratamentos, obteve-se a seguinte ordem crescente de temperatura nos primeiros 5 cm de profundidade: testemunha (não solarizado, não preparado e não revolvido), 37 °C < solo solarizado e não preparado (49,3 °C) < solo solarizado e preparado (51,8 °C). Como se pode observar, o preparo do solo elevou em mais 2,5 °C a temperatura nos primeiros 5 cm do solo, pois promove a quebra da estrutura do solo que por sua vez, auxilia na condução do calor devido à maior penetração da

água da irrigação realizada antes da colocação da cobertura plástica (KATAN et al., 1980; 1983). A 10 cm de profundidade, a temperatura foi influenciada somente pela solarização, mas não pelo preparo e revolvimento do solo, sendo bem menor a diferença de temperatura registrada nos tratamentos solarizados (34,9 °C) em relação à testemunha (47,9 °C).

A elevação da temperatura do solo devido à solarização promoveu significativo aumento nos valores da biomassa microbiana do solo (BMS) nos tratamentos do fatorial quando comparada à testemunha (Tabela 2), bem como nos valores de pH e nos teores Ca, Mg e P do solo (Tabela 3). Tais resultados são explicados pelo fato de ocorrer maior

decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) e conseqüentemente, maior solubilização e disponibilização dos nutrientes na MOS ou mesmo dos nutrientes contidos na BMS, visto que a elevação da temperatura causa a morte de parte dos indivíduos componentes que são mais sensíveis a temperaturas altas, afetando dessa maneira, a BMS (WARDLE e HUNGRIA, 1994; SARATHCHANDRA et al., 1989). Pela mesma razão, pode ocorrer ainda a liberação de nutrientes contidos em indivíduos pertencentes a meso e macrofauna do solo (Tabela 3). RICCI et al. (1999) observaram que a solarização do solo reduziu drasticamente a população de minhocas até 30 cm de profundidade e de formigas até 10 cm.

**Tabela 2.** Biomassa microbiana (BMS) e temperatura do solo nas profundidades de 5 e 10 cm, em função dos fatores preparo e revolvimento do solo. Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), 2003

| Revolvimento do solo <sup>(1)</sup> | BMS                            |         | Temperatura do solo |          |          |          |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------|---------------------|----------|----------|----------|
|                                     |                                |         | 5 cm                |          | 10 cm    |          |
|                                     | P                              | NP      | P                   | NP       | P        | NP       |
|                                     | —mg C.g <sup>-1</sup> de solo— |         | —°C—                |          |          |          |
| 30 d.a.c.p.                         | 195 a A                        | 208 b A | 53,0 a A            | 50,4 a B | 49,2 a A | 48,8 a A |
| 60 d.a.c.p.                         | 212 a A                        | 232 a A | 51,3 a A            | 49,5 a B | 47,4 a A | 48,0 a A |
| Não Revolvido                       | 191 a A                        | 198 b A | 51,0 a A            | 47,9 a B | 47,5 a A | 46,7 a A |
| Média do fatorial                   | 206,0 a                        |         | 50,6 a              |          | 47,9 a   |          |
| Média da Testemunha                 | 96,1 b                         |         | 37,0 b              |          | 34,9 b   |          |
| C.V. (%)                            | 9,3                            |         | 3,1                 |          | 3,0      |          |

<sup>(1)</sup> P = solo preparado; NP = solo não preparado; (d.a.c.p.) = dias após a colocação do plástico; Letras maiúsculas iguais na linha (preparo do solo) e minúsculas na coluna (revolvimento do solo), não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

O preparo do solo aumentou significativamente os teores de Ca, P e K do solo, quando comparadas às parcelas não preparadas, enquanto o revolvimento do solo não alterou nenhuma das características químicas avaliadas (Tabela 3). Considerando-se que o preparo do solo elevou a temperatura do solo nos primeiros 5 cm de profundidade, conclui-se que esse aumento foi responsável pela maior disponibilidade de nutrientes observada na camada arável do solo por acelerar a decomposição da matéria orgânica, a exemplo dos resultados obtidos por CHEN et al. (1991). Esses autores obtiveram aumentos nos teores de NH<sub>4</sub>, Mn, Mg, Cu e Fe após a solarização do solo e atribuíram tais aumentos à decomposição da matéria orgânica e da biomassa microbiana do solo. Sinigaglia et al. (2001) relataram aumentos nos teores de NH<sub>4</sub>, Mn, Cu e Fe; FREITAS et al. (2002), nos teores de NH<sub>4</sub>, Mg e Mn e BARROS et al. (2004) nos teores de NH<sub>4</sub> e Mn em solos solarizados.

As análises dos teores de nutrientes presentes no tecido foliar da cenoura demonstraram que os fatores solarização e preparo do solo influenciaram o teor de Ca acumulado. O teor médio desse nutriente nos tratamentos do fatorial (solarizados), foi 23,1 g kg<sup>-1</sup>, contra 18,2 g kg<sup>-1</sup> encontrado na testemunha não solarizada (Tabela 4), representando um aumento de 26,9%. O fator preparo do solo embora tenha aumentado a disponibilidade de Ca no solo (Tabela 3), reduziu o acúmulo deste nutriente na parte aérea da cenoura, sendo encontrado em média, 20,3 g kg<sup>-1</sup> nas plantas onde o solo foi preparado, contra 25,9 g kg<sup>-1</sup>, onde não houve preparo do solo. Como o Ca é um nutriente com grande mobilidade no solo (CLEMENTE e MARCONI, 1994), pode-se deduzir que esse nutriente tenha sido deslocado por lixiviação para as camadas mais profundas do solo. Para os demais nutrientes (Mg, P e K), não foi observada influência de nenhum dos fatores estudados.

**Tabela 3.** Médias dos valores de pH e dos teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio do solo, em função dos fatores preparo e revolvimento do solo. Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), 2003

| Revolvimento do solo <sup>(1)</sup> | pH (H <sub>2</sub> O)                         |         | Ca      |         | Mg                             |         | P       |         | K       |         |
|-------------------------------------|---|---------|---------|---------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                     | P   | NP      | P       | NP      | P                              | NP      | P       | NP      | P       | NP      |
|                                     | —————cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ————— |         |         |         | —————mg dm <sup>-3</sup> ————— |         |         |         |         |         |
| 30 d.a.c.p.                         | 6,3 b A                                       | 6,3 b A | 4,8 a A | 3,3 a B | 1,7 a A                        | 1,5 a A | 364 a A | 136 a B | 291 a A | 178 a B |
| 60 d.a.c.p.                         | 6,4 b A                                       | 6,1 b A | 4,7 a A | 3,2 a B | 1,6 a A                        | 1,5 a A | 194 b A | 147 a B | 315 a A | 153 a B |
| Não revolvido                       | 6,3 b A                                       | 6,2 b A | 3,8 a A | 3,8 a B | 1,6 a A                        | 1,7 a A | 324 a A | 130 a B | 334 a A | 206 a B |
| Média do fatorial                   | 6,3 b   |         | 3,9 a   |         | 1,6 a                          |         | 216 a   |         | 246 b   |         |
| Média da testemunha                 | 7,1 a   |         | 3,7 b   |         | 1,3 b                          |         | 134 b   |         | 294 b   |         |
| C.V. (%)                            | 3,5   |         | 15,5    |         | 20,8                           |         | 67,2    |         | 14,9    |         |

<sup>(1)</sup> P = solo preparado; NP = solo não preparado; (d.a.c.p.) = dias após a colocação do plástico; Letras maiúsculas iguais na linha (preparo do solo) e minúsculas na coluna (revolvimento do solo), não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

**Tabela 4.** Teores médios de cálcio, magnésio, fósforo e potássio da parte aérea da cenoura (g kg<sup>-1</sup>), em função dos fatores preparo e revolvimento do solo. Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), 2003

| Revolvimento do solo <sup>(1)</sup> | Ca       |          | Mg       |          | P        |          | K        |          |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                     | P        | NP       | P        | NP       | P        | NP       | P        | NP       |
| 30 d.a.c.p.                         | 21,5 a B | 22,3 b A | 3,42 a A | 3,13 a A | 3,76 a A | 3,55 a A | 32,4 a A | 33,8 a A |
| 60 d.a.c.p.                         | 19,9 a B | 31,1 a A | 3,34 a A | 4,44 a A | 4,05 a A | 4,30 a A | 34,2 a A | 29,8 a A |
| Não revolvido                       | 19,6 a B | 24,3 b A | 3,23 a A | 3,25 a A | 4,49 a A | 4,28 a A | 35,0 a A | 37,9 a A |
| Média do fatorial                   | 23,1 a   |          | 3,47 a   |          | 4,07 a   |          | 33,8 a   |          |
| Média da testemunha                 | 18,2 b   |          | 3,11 a   |          | 3,75 a   |          | 32,5 a   |          |
| C.V. (%)                            | 11,3     |          | 22,4     |          | 12,9     |          | 10,2     |          |

<sup>(1)</sup> P = solo preparado; NP = solo não preparado; (d.a.c.p.) = dias após a colocação do plástico; Letras maiúsculas iguais na linha (preparo do solo) e minúsculas na coluna (revolvimento do solo), não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

O desenvolvimento da cenoura avaliado pelo comprimento e diâmetro de raízes foi significativamente influenciado pela solarização do solo, não havendo, entretanto, efeito dos fatores preparo e revolvimento do solo. Nas raízes das plantas cultivadas nas parcelas não solarizadas, observaram-se comprimento e diâmetro menores (Tabela 5), quando comparadas às raízes de plantas cultivadas nas parcelas solarizadas.

A produtividade da cenoura obtida nos tratamentos solarizados foi maior quando comparada à produtividade da testemunha, sendo 52 t ha<sup>-1</sup> (média do fatorial), contra 7,9 t ha<sup>-1</sup> (testemunha) (Tabela 5). Esse procedimento resultou em maior infestação de plantas daninhas na testemunha, refletindo em uma produtividade bem menor da cenoura. A primeira é que a competição exercida pela tiririca no tratamento não solarizado (testemunha) foi maior. Durante o ciclo da cenoura, de cem dias, houve necessidade de realizar apenas uma capina nas parcelas dos tratamentos solarizados. Nas parcelas da testemunha,

mesmo havendo necessidade de realizar maior número de capinas, optou-se por realizar o mesmo número de capinas necessárias às parcelas solarizadas. Esse procedimento resultou em maior infestação de plantas daninhas na testemunha, refletindo na produtividade bem menor da cenoura.

Normalmente, durante o ciclo produtivo da cenoura são necessárias de 3 a 5 capinas, dependendo do grau de infestação da área por plantas daninhas, bem como da temperatura atmosférica. A redução da necessidade de capina observada neste trabalho, que foi apenas de uma para fechar o ciclo produtivo, demonstra que a solarização pode representar grande economia para o produtor, especialmente em relação à tiririca, por se tratar de uma espécie muito agressiva.

O segundo fator que pode ter influenciado a maior produtividade da cenoura, observado nos tratamentos solarizados, está associado ao fato de que essa espécie possui crescimento inicial lento em relação as outras oleráceas, tendo a solarização

**Tabela 5.** Valores médios de produtividade, comprimento e diâmetro de raízes de cenoura, em função dos fatores preparo e revolvimento do solo. Embrapa Agrobiologia, Seropédica (RJ), 2003

| Revolvimento do solo <sup>(1)</sup> | Produtividade      |          | Comprimento das raízes |          | Diâmetro das raízes |         |
|-------------------------------------|--------------------|----------|------------------------|----------|---------------------|---------|
|                                     | P                  | NP       | P                      | NP       | P                   | NP      |
|                                     | t ha <sup>-1</sup> |          | cm                     |          |                     |         |
| 30 d.a.c.p.                         | 38,5 a A           | 56,1 a A | 10,6 b A               | 12,8 a A | 2,5 a A             | 2,5 a A |
| 60 d.a.c.p.                         | 64,6 a A           | 53,8 a A | 12,6 a A               | 11,8 a A | 2,9 a A             | 2,6 a A |
| Não Revolvido                       | 50,0 a A           | 48,8 a A | 12,0 a A               | 12,6 a A | 2,6 a A             | 2,5 a A |
| Média do fatorial                   | 51,0 a             | 52,9 a   | 11,7 a                 | 12,4 a   | 2,7 a               | 2,5 a   |
| Média da Testemunha                 | 7,9 b              |          | 7,2 b                  |          | 1,5 b               |         |
| C.V. (%)                            | 12,2               |          | 7,8                    |          |                     |         |

(<sup>1</sup>) P = solo preparado; NP = solo não preparado; (d.a.c.p.) = dias após a colocação do plástico; Letras maiúsculas iguais na linha (preparo do solo) e minúsculas na coluna (revolvimento do solo), não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

auxiliado seu desenvolvimento inicial por reduzir a presença de plantas daninhas, que, geralmente têm crescimento inicial acelerado, prejudicando o desenvolvimento da cenoura.

Embora o número limitado de capinas realizadas nas parcelas da testemunha tenha concorrido para aumentar a diferença entre as produtividades obtidas nas parcelas solarizadas e não solarizadas, em trabalhos anteriores observou-se um incremento de 22% (RICCI et al., 1997) e 28% (RICCI et al., 2000) na produtividade da cenoura devido à solarização, bem como na de vagem (32%), beterraba (37%) e repolho (34%), mesmo quando todas as capinas necessárias foram realizadas.

O terceiro fator que pode ter concorrido para aumentar a produtividade obtida nos tratamentos solarizados está relacionado ao aumento dos teores de Ca, P e K do solo com a solarização, estando de acordo com as conclusões feitas por outros autores. VAY (1991) afirma que a solarização provoca complexas alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que podem resultar em ganhos de rendimento das culturas. BARROS et al. (1994) concluiu que o aumento do teor de N decorrente da decomposição da matéria orgânica e da biomassa microbiana do solo pode ter sido responsável, em parte, pelo maior crescimento de plantas de alface em solo solarizado, além dos efeitos mais comumente mencionados quanto ao controle de patógenos.

#### 4. CONCLUSÕES

1. A solarização reduziu em 73,6% a presença de tubérculos de tiririca e em 86% a sua reinfestação, avaliada 45 dias após o início do cultivo da cenoura.

2. Os valores da biomassa microbiana do solo foram significativamente maior nos tratamentos solarizados devido ao aumento de temperatura do solo.

3. O desenvolvimento da cenoura foi influenciado pela solarização do solo, resultando no maior comprimento e diâmetro das raízes, bem como em maior produtividade.

#### REFERÊNCIAS

- 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.
- BARROS, B.C.; PATRÍCIO, F.R.A.; LOPES, M.E.B.M.; FREITAS, S.S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V.M.A.; TESSARIOLI NETO, J.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.253-259, 2004.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78)
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. A.; KEENEY, D. R. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p.595-624. (Agronomy, 9)
- CASTRO, C.M.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L. Caracterização e avaliação de substratos orgânicos para produção de mudas de beterraba. **Agronomia**, Seropédica, v.37, n.2, p.19-24, 2003.

- CHEN, Y.; GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J.; AVIAD, T. Chemical, physical, and microbial changes to plant growth in disinfested soils. In: KATAN, J.; DeVAY, J.E. **Soil solarization**. Boca Raton: CRC Press, 1991. cap.8, p.103-129.
- CLAESSEN, M. E. C.; BARRETO, W. de O.; PAULA, J. L. de; DUARTE, M. N. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- CLEMENTE, C.A.; MARCONI, A. Mineralogia e mobilidade de cátions de uma alteração intempélica de diabásio. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.2, 1994.
- CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.389-411.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J G M . C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (Org.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 1.ed. Porto Alegre: Ed. Genesis, 1999, v. 1, p. 389-411.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa em solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- ELMORE, C.L. Weed control by solarization. In: KATAN, J.; VAY, J.E. (Ed.). **Soil solarization**. Boca Raton: CRC, 1991. p.61-72.
- FREITAS, S.S.; SINIGAGLIA, C.; BARROS, B.C.; PATRÍCIO, F.R.A.; CANTARELLA, H.; TESSARIOLI NETO, J. Microorganismos e atividade microbiana em solo solarizado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 2002. p.173.
- GRINSTEIN, A.A.; KATAN, J.; ABDUL-RAZIK, A.O.; ELAD, Y. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of soil. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.63, p. 1056-1059, 1979.
- KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.19, p.311-236, 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**, St. Paul, v.73, p.1215-1219, 1983.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.L.; GRINTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, St. Paul, v. 66, p. 683-688, 1980.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF-Brasileira, 1991. 608p. t.1.
- NAVARRO, J.R.; MORA, D.; JORGE, D.; VILCHEZ, H.; CORRALES, E. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo *Rhizoctonia solani* durante la estación pluviosa en Alajuela. **Turrialba**, Costa Rica, v.15, p.93-98, 1991.
- PULMAN, G.S.; DEVAY, J.E.; GARBER, R.H.; WEINHOLD, A.R. Control of soil-borne fungal pathogens by plastic tarping of soil. In: SCHIPPERS, B.; GAMS, W. (Eds.). **Soilborne pathogens**. New York: Academic, 1979. p.439-446.
- RICCI, M.S.F. dos.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M. **Efeito da solarização na população infestante de tiririca (*Cyperus rotundus*) e na produção de hortaliças**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 5p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 18)
- RICCI, M.S.F.; ALMEIDA, D.L.; FERNANDES, M.C.A.; RIBEIRO, R.L.D.; AQUINO, A.M.; PEREIRA, J.C., De-POLLI, H., REIS, V.M., EKLUND, C.R. *Cyperus rotundus* control by solarization. **Biological Agriculture and Horticulture**, Husbandry, v.17, n.2, p.151-157, 1999.
- RICCI, M.S.F.; ALMEIDA, D.L.; FERNANDES, M.C.A.; RIBEIRO, R.L.D.; CATANHEIDE, M.C.S. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2175-2179, 2000.
- SARATHCHANDRA, S.U.; PERROTT, K.W.; LITTLER, R.A. Soil microbial biomass: influence of simulated temperature changes on size, activity and nutrient-content. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.21, n.8, p. 987-993, 1989.
- SINIGAGLIA, C.; PATRÍCIO, F.R.A.; GHINI, R.; MALAVOLTA, V.M.A.; TESSARIOLI NETO, J.; FREITAS, S.S. Controle de *Sclerotinia minor*, *Rhizoctonia solani* e plantas daninhas pela solarização do solo e sua integração com controle químico. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.27, n.2, p.229-235, 2001.
- VAY, J.E. Historical review and principles of soil solarization. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL SOLARIZATION, 1., Amman, 1990. **Proceedings...** Rome: FAO, 1991. p. 1-11.
- WARDLE, D. A.; HUNGRIA, M. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.195-216. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 44)