

DIFUSÃO DA TÉCNICA DE SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA ALFACE

**ACÁSSIO LUIS SOUSA SOARES^{1,2}; LEÔNIDAS LEONI BELAN^{1,3}; EDUARDO
VIEIRA SILVA^{1,4}; CAMILA DE ARAÚJO SANTIAGO^{1,5}; FÁBIO FIGUEREDO
ALVES^{1,6}; SEBASTIÃO ROCHA DE OLIVEIRA SOUSA^{1,7}.**

AFILIAÇÃO

¹Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Avenida Agrária, nº 100, Bairro: Colina Park, 65900-000, Imperatriz - MA. ² bolsista PIBEXT, graduando em engenharia agrônômica. ³Orientador do projeto PIBEXT/UEMASUL.

RESUMO

Fitonematoides são patógenos que podem limitar consideravelmente o potencial produtivo das hortaliças folhosas. Diante disso, justifica-se a realização de práticas efetivas de manejo sustentável desses fitopatógenos. Entre as práticas de manejo disponíveis temos a solarização. Essa técnica tem como princípio utilizar a radiação solar para aquecer o solo e reduzir a população de nematoides. Considerando o clima tropical e temperaturas elevadas na Região Tocantina do Maranhão, há potencial para uso desta técnica. Logo, o objetivo com esse estudo foi difundir à comunidade agrícola de Imperatriz e região essa técnica de manejo sustentável e alternativa aos defensivos químicos para o manejo desses patógenos na cultura da alface. Os canteiros foram cobertos com filme plástico transparente e submetidas a diferentes tempos de solarização (0; 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias) antes do plantio. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições. Ao final do ciclo da cultura foi quantificada a produtividade da cultura e população de fitonematoides no solo e nas raízes das plantas. Independentemente do tempo de tratamento, após a solarização houve redução média de 93,45% da população de fitonematoides presentes no solo antes do tratamento. Em relação ao solo não solarizado, houve redução média de 85% dos fitonematoides. Quanto maior o tempo de solarização, menor foi a população de fitonematoides no solo e parasitando as raízes das plantas, e consequentemente maior produtividade da cultura em solo solarizado durante 33 dias.

PALAVRAS-CHAVE: *Melodogyne*; *Lactuca sativa*; Extensão universitária.

INTRODUÇÃO

Dentre as principais hortaliças comercializada no Brasil, a alface se destaca como a mais consumida (ECHER et al., 2016). Essa hortaliça é cultivada principalmente por agricultores familiares com baixo nível tecnológico e recursos financeiros.

Em relação ao manejo fitossanitário da cultura da alface, essa é suscetível a doenças de origem virótica, bacteriana, fúngica e principalmente parasitismo por fitonematoides. Essas plantas podem ser parasitadas por diversas espécies de fitonematoides, entretanto, as mais frequentes pertencem aos gêneros *Meloidogyne* (*M. incognita* e *M. javanica*) (REIS et al., 2016).

Com o intuito de reduzir os danos provocado por fitonematoides na cultura da alface e minimizar o uso de defensivos químicos, é essencial utilizar diversas medidas de manejo sustentável, como por exemplo o manejo genético, biológico, cultural e/ou físico. Dentre essas diversas estratégias de manejo, as medidas de manejo físico podem contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola. Como exemplo, é possível citar a técnica de solarização utilizando os raios solares para aquecer o solo e reduzir a população de fitonematoides (AMORIN et al., 2018). Essa técnica consiste em aplicar uma cobertura de polietileno (plástico) transparente sobre o solo úmido durante um determinado tempo que é variável conforme o país, estado ou região de cultivo. A solarização é recomendada principalmente para locais de cultivo de clima tropical com altas temperaturas, especialmente nas épocas do ano quando ocorre maior intensidade e número de horas com radiação solar (STAPLETON, 2000). Técnica essa possivelmente adequada para uso nas condições climáticas de Imperatriz – MA, onde o clima é classificado como Aw com temperatura média de 27,1 °C (CLIMATE DATA - ORG, 2023).

A solarização proporciona algumas vantagens em relação ao uso de nematicidas químicos, principalmente em relação ao menor custo, ausência de riscos para a saúde humana e contaminação do meio ambiente com resíduos químicos (RANDIG et al., 2002).

Portanto, considerando a tradição de cultivo de alface na região Tocantina do Maranhão, relatos de fitonematoides nas áreas de cultivo (LEITE; BELAN, 2022) e o clima tropical dessa região, a técnica de solarização do solo tem potencial para o manejo de fitonematoides nessa cultura. Logo, o objetivo com esse projeto foi estimar o tempo ideal de solarização e difundir à comunidade agrícola de Imperatriz e região, uma técnica de manejo sustentável e alternativa aos defensivos químicos para o manejo de fitonematoides na cultura da alface.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma área particular de cultivo de alface disponibilizada voluntariamente por um produtor do município de Imperatriz - MA. Foi utilizado um canteiro com 1,0 m de largura por 30 m de comprimento e delimitadas parcelas experimentais de 1,0 (um) m² cada, nesta área.

Para o plantio da alface foram utilizadas mudas de alface do tipo americana, distribuídas em linhas com espaçamento de 30 cm entre linhas e 30 cm por plantas. O sistema de irrigação utilizado foi via aspersão.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por tempos de solarização: 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias cobertura do solo com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente de 100 micras (µm). Antes da aplicação do filme de polietileno foi realizado a limpeza do terreno, revolvimento do solo, adubação, encanteiramento e irrigação até capacidade de campo. A água de irrigação serviu para aumentar a condutividade térmica do solo e estimular a germinação de propágulos de plantas daninhas e eclosão dos estádios juvenis de fitonematoides, tornando-os assim suscetíveis às altas temperaturas. Os tratamentos foram executados de forma que em todas as parcelas fossem simultaneamente encerrando o tempo de solarização, e imediatamente a realização do transplantio das mudas de alface.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo cada unidade experimental composta por um seguimento de canteiro com as dimensões de 1 m x 1 m, coberto ou não com filme plástico conforme o respectivo tratamento.

Avaliação da produção de alface

A alface foi colhida aos 40 dias após o transplantio. Inicialmente, em cada parcela foram selecionadas ao acaso 4 (quatro) plantas para avaliação laboratorial. A parte aérea de cada uma das plantas foi pesada em balança para obtenção da massa fresca da parte aérea (g).

Avaliação populacional dos fitonematoides

Na avaliação do nível populacional de fitonematoides associada a cultura da alface foi realizada uma amostragem de solo e plantas. Previamente, a instalação dos tratamentos (colocação do filme plástico), em cada parcela foi coletado uma amostra composta de solo constituída por cinco amostras simples, visando quantificar o inóculo inicial de fitonematoides no solo e analisadas no laboratório de Fitopatologia do CCA/ UEMASUL – Campus Imperatriz. Ao final do ciclo da cultura (aproximadamente 40 dias) foi realizada uma avaliação da

população final dos fitonematoides associadas as raízes das plantas e também no solo. Para a amostragem das plantas, essas foram retiradas do solo buscando manter a integridade do sistema radicular. Para avaliação nematológica foram utilizados os sistemas radiculares de 4 plantas, selecionadas aleatoriamente em cada parcela para avaliação de produtividade conforme descrito anteriormente. Para a extração de nematoides em amostras de raízes foi utilizada a metodologia proposta por Coolen e D’Herde (1972), também conhecida como “método do liquidificador, peneiramento e flutuação em centrifuga com solução de sacarose”, e descrita por Souza et al, (2019). Já para realizar a extração dos fitonematoides do solo foi utilizada a técnica de flotação centrífuga em solução de sacarose (Jenkins, 1964), e conforme descrito por Souza et al, (2019).

Após a extração dos nematoides do solo e das raízes, os mesmos foram quantificados com auxílio da câmara de Peters, sob microscópio óptico.

Análise estatística

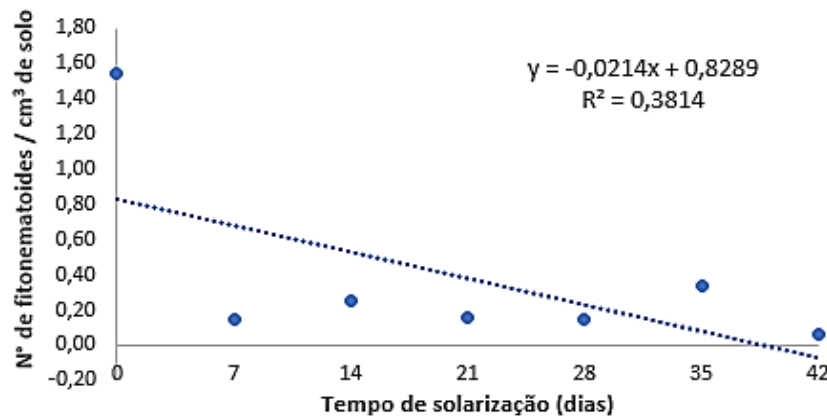
Os dados foram submetidos à análise de variância a nível de 5% de probabilidade ($p=0,05$) utilizando-se o software RStudio. A diferença entre os tratamentos foi verificada pelo teste F. E quando o teste F foi significativo, os tratamentos foram analisados por regressão linear ($p=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solarização do solo na região Tocantina do Maranhão foi eficaz para a redução da população dos fitonematoides no solo e associado às raízes das plantas de alface. No pré-plantio da alface e após o solo ser solarizado, independente do tempo de tratamento, houve em média uma redução de 93,45% da população inicial desses patógenos presentes no solo no momento da instalação do experimento. Em comparação ao solo não solarizado (Testemunha), houve uma redução média de 85% dos fitonematoides presentes no solo.

Houve redução linear da população de fitonematoides no solo à medida que aumentou o tempo de solarização (Figura 1). Assim, quanto maior o tempo de solarização, menor foi a população de fitonematoides no solo. Conforme o modelo linear ajustado, para reduzir 50% da população desses fitoparasitas no solo em relação a testemunha seria necessário solarizar por um período de três dias (Figura 1).

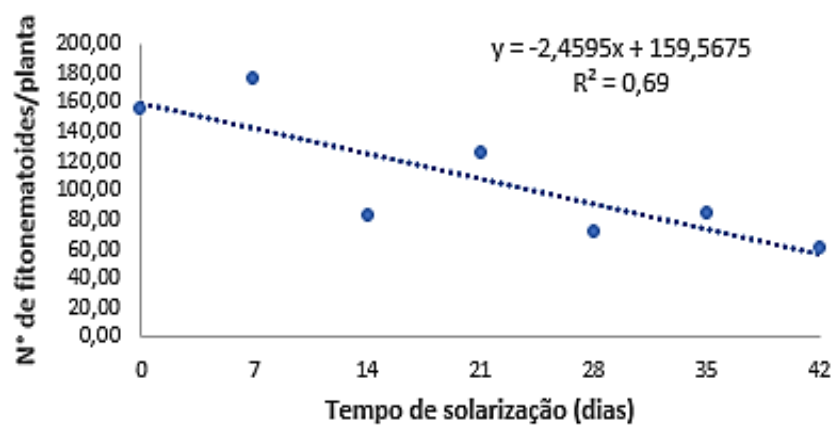
Figura 1 - Número de fitonematoides/cm³ de solo em função do tempo de solarização (dias). Imperatriz – MA, abril de 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Também houve redução linear da população de fitonematoides associada ao sistema radicular da alface à medida que aumentou o tempo em que o solo ficou coberto com filme plástico e exposto aos raios solares. Assim, a menor população foi estimada em 56 fitonematoides por planta quando o solo foi solarizado por 42 dias. Ou seja, solarizando o solo por 42 dias há uma redução de 64% em relação a testemunha (Figura 2).

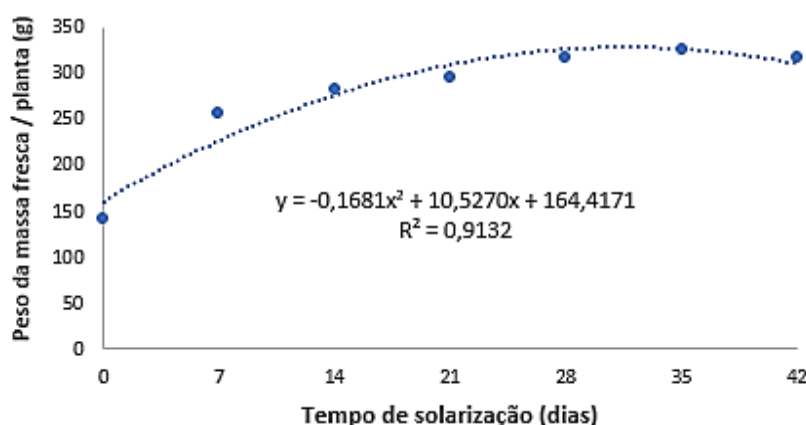
Figura 2 - População de fitonematoides (nº de nematoides) do gênero *Meloidogyne* associada às raízes de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em solo submetido a solarização. Imperatriz – MA, abril de 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em decorrência da redução populacional dos fitonematoides, houve aumento da produção na cultura da alface cultivada em solo solarizado. O maior peso da massa fresca por planta (328,74 g) foi estimado para cultivo em solo solarizado por 33 dias (Figura 3), o que representa um aumento de 130,35% em comparação à testemunha de solo não solarizado.

Figura 3 – Peso da massa fresca (gramas de massa fresca) de plantas de alface (*Lactuca sativa*) cultivadas em solo submetido a solarização. Imperatriz – MA, abril de 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As espécies do gênero *Meloidogyne* são consideradas as mais importantes para a alface e todas as olerícolas susceptíveis ao patógeno. Pois, ao terem contato com as raízes, penetram e movimentam se facilmente para as proximidades dos vasos condutores e estabelecem sítios de alimentação, no qual resulta em engrossamento das raízes. Esta massa de células é conhecida como galhas e estão presentes de forma isolada ou em grupo ao longo das raízes parasitadas (AMORIM et al., 2018). Em decorrência da formação de galhas nas raízes das plantas, há menor desenvolvimento de raízes e radículas e maior desestruturação das mesmas, fazendo com que ocorra redução de absorção de água e nutrientes do solo. Desse modo, as plantas ficam muita das vezes inadequadas para a comercialização (PINHEIRO, 2016). Com isso, a técnica da solarização tem sido eficaz na redução da população de nematoides e elevação da produção de plantas de alface maiores e mais pesadas e de melhor qualidade.

A temperatura média do solo a 5, 10 e 15 cm de profundidade foram respectivamente $46,7 \pm 0,75$ °C, $40,1 \pm 5,17$ °C e $40 \pm 1,13$ °C. Assim, verificamos que na camada mais superficial (5 cm), onde se encontram a maior parta da população de fitonematoides no solo,

ocorreram as maiores temperaturas do solo, em relação às demais profundidades. As temperaturas elevadas são elementos fundamentais para o uso da técnica. Vale ressaltar que os fitonematoides se desenvolvem com temperatura ótima de 30°C (MADULU e TRUDGILL, 1994). No entanto, a medida que a temperatura aumenta, acima de 40°C os ovos dos nematoides vão perdendo a viabilidade. Logo, a morte dos fitonematoides é diretamente proporcional ao aumento da temperatura. Nesse estudo, a temperatura da camada superficial (5 a 10 cm) chegou a 46,7 °C. Logo, esse aumento da temperatura ultrapassou a temperatura favorável ao desenvolvimento desses fitoparasitas, ocasionando declínio da população.

Baptista *et al.* (2006) relataram redução na formação de galhas radiculares por *M. incognita* em tomateiros cultivados em solo solarizado por 64 dias. Corroborando com os resultados apresentados nesse estudo para a cultura da alface, Junqueira *et al.* (2000) utilizaram a solarização por 60 dias, e relataram redução significativa no índice médio de infecção por nematoides nas raízes de plantas de alface. No entanto, nesse estudo foi possível demonstrar que conforme o modelo linear ajustado, três dias de solarização no solo foram suficientes para reduzir 50% o índice populacional desses fitoparasitas no solo. Ou seja, houve eficiência da técnica de solarização, porém essa eficiência foi superior aos relatos para outras culturas e locais de cultivo. Tal fato pode ser explicado pelas condições climáticas da região Tocantina do Maranhão onde a temperatura média anual é de 27,1°C e intensa radiação solar (CLIMATE DATA - ORG, 2023). Essas características do clima local potencializam os resultados com a técnica de solarização e aumentando a rentabilidade com baixo custo para os produtores de olerícolas.

CONCLUSÕES

A técnica da solarização do solo na região Tocantina do Maranhão foi eficiente para o manejo de fitonematoides na cultura da alface. Quanto maior o tempo de solarização, menor foi a população de fitonematoides no solo e parasitando as raízes das plantas, e consequentemente maior produtividade da cultura em solo solarizado durante 33 dias. A difusão dessa técnica simples e eficiente, traz aos produtores de alface e demais hortaliças da região, uma alternativa para o manejo sustentável desses fitopatógenos.

APOIO FINANCEIRO

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; (ed.). Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. Vol. 1. 5. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2018. 573p.
BAPTISTA, M. J. et al. Solarização do solo e biofumigação no cultivo protegido de tomate. Horticultura Brasileira, v. 24, n. 1, 2006.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent State Agriculture Research Centre. [S.l.]. 1972.

CLIMATE DATA – ORG (2023) Clima Imperatriz (Brasil). Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/imperatriz-29543/>. Acesso em: 10 out. 2023.

ECHER, R.; LOVATTO, P. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G. Alfaca à mesa: implicações socioeconômicas e ambientais da semente ao prato. Revista Thema, v. 13, n. 3, 2016.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reporter, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

JUNQUEIRA, A. M. R. et al. Eficiência da técnica de solarização na redução da infecção radicular por nematóides em alface. Horticultura Brasileira, p. 409-410, 2000.

LEITE, S. S. C.; BELAN, L. L. Coleção fitopatológica e levantamento de doenças em culturas agrícolas da Região Tocantina do Maranhão. In: Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL. Anais...Imperatriz (MA) UEMASUL, 2022. Disponível em: . Acesso em: 05 out. 2023.

MADULU, J.D.; TRUDGILL, D.L. Influence of temperature on the development and survival of *Meloidogyne javanica*. Nematologica, v.40, p.230-243, 1994.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Ocorrência e controle de nematoides em hortaliças folhosas. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2016.

RANDIG, O.; MEDEIROS, C. A. B.; SPERANDIO, C. A. Efeito da desinfestação do solo pelo uso de energia solar sobre fungos micorrízicos arbusculares. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Brasília: v. 26, p. 135-140, 2002.

REIS, A. et al. Doenças de alface no Brasil. Brasília: Embrapa Hortaliças (Circular Técnica, 157), 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1066501/1/CT157.pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

SOUZA, G. H. D. Métodos básicos para experimentação em nematologia. In: ZUFFO, A. M. A produção do conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais. Ponta Grossa: Atena Editora, v. 4, 2019. p. 41-53.

STAPLETON, J. J. Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Protection, v. 19, p. 837-841, 2000.