

UTILIZAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE DUAS VARIEDADES DE LARANJA NA ECLOSÃO DE *Meloidogyne javanica*

David Maram dos Santos¹
 Adão Izidoro Junior²
 Sephora Serrano Baldisera³
 Ana Daniela Lopes⁴
 Juliana Silveira do Valle⁵
 Simone de Melo Santana Gomes⁶

SANTOS, D. M.; IZIDORO JUNIOR, A.; BALDISERA, S. S.; SANTANA-GOMES, S. M.; LOPES, A. D.; VALLE, J. S. Utilização de óleo essencial de duas variedades de laranja na eclosão de *Meloidogyne javanica*. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 20, n. 3, p. 161-166, jul./set. 2017.

RESUMO: O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo. Cultura rica em óleos essenciais de ampla aplicação, como no controle de pragas e patógenos, dentre eles os fitonematoides, causadores de prejuízos relevantes à agricultura. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a porcentagem de eclosão de juvenis de *M. javanica* submetidos à diferentes concentrações de óleos essenciais de duas variedades de laranja, Pera Rio e Folha Murcha, em condições *in vitro*. Os óleos essenciais foram extraídos das variedades de laranja (*Citrus sinensis*) Pera Rio e Folha Murcha, pela técnica de hidrodestilação. O experimento foi instalado em arranjo fatorial 2X8, DIC, sendo oito concentrações (0, 25, 50, 100, 200, 300, 400 e 500 µg mL⁻¹) e dois tipos de OE, avaliados em três períodos (4 e 16 dias). Em cada unidade experimental, tubos de ensaio 10x75 mm, adicionou-se 1 mL de suspensão de nematoides contendo 50 ovos e 1 mL de emulsão para cada concentração, avaliando-se a porcentagem de juvenis eclodidos. As concentrações dos óleos essenciais das variedades influenciaram ($p \leq 0,05$) na porcentagem de eclosão de juvenis de *M. javanica*, em todos os períodos avaliados. Para a maioria das concentrações, aos quatro e 16 dias, o óleo essencial da var. Pera Rio foi mais eficiente na redução da eclosão, quando comparado a var. Folha Murcha.

PALAVRAS-CHAVE: Citros. Controle alternativo. Nematoides das galhas.

USE OF ESSENTIAL OIL FROM TWO VARIETIES OF ORANGE IN THE HATCHING OF *Meloidogyne javanica*

ABSTRACT: Brazil is the largest producer of oranges in the world. This crop is rich in essential oils which are used in a wide range of applications, such as controlling pests and pathogens. Phytonematodes are among such pests, and are responsible for causing harmful damages to agriculture. Thus, the purpose of this study was to evaluate the percentage of hatching of *M. javanica* juveniles submitted to different concentrations of orange essential oil under *in-vitro* conditions. Oils were extracted from two varieties of orange (*Citrus sinensis*) popularly known in Brazil as *Pera Rio* and *Folha Murcha*, using the hydro-distillation technique. The experiment was carried out in a 2X8 factorial arrangement, at eight concentrations (0, 25, 50, 100, 200, 300, 400 and 500 µg mL⁻¹) and two types of essential oils, evaluated in two periods (4 and 16 days). In each experimental unit, 10x75-mm test tubes received 1-mL nematode suspension containing 50 eggs and 1-mL of emulsion added for each concentration. Then, the percentage of hatched juveniles was evaluated. The concentration of essential oils from the varieties influenced ($p \leq 0.05$) the percentage of hatching of *M. javanica* juveniles in all evaluated periods. For most concentrations, at 4 and 16 days, the *Pera Rio* variety was more efficient at reducing hatching when compared to the *Folha Murcha* variety.

KEYWORDS: Alternative control. *Citrus*. Root-knot nematodes.

UTILIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE DOS VARIEDADES DE NARANJA EN LA ECLOSIÓN DE *Meloidogyne javanica*

RESUMEN: Brasil es el mayor productor de naranja del mundo. Cultura rica en aceites esenciales de amplia aplicación, como en el control de plagas y patógenos, entre ellos los fitonematodos, causantes de perjuicios relevantes a la agricultura. Así, el objetivo del trabajo fue evaluar el porcentaje de eclosión de juveniles de *M. javanica* sometidos a diferentes concentraciones de aceites esenciales de dos variedades de naranja, Pera Río y Hoja Mustia, en condiciones *in vitro*. Los aceites esenciales fueron extraídos de las variedades de naranja (*Citrus sinensis*) Pera Río y Hoja Mustia, por la técnica de hidrodestilación. El experimento fue instalado en un arreglo factorial 2x8, DIC, siendo ocho concentraciones (0, 25, 50, 100, 200,

DOI: 10.25110/arqvet.v20i3.2017.6693

¹Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: david.s@edu.unipar.br

²Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: adao.junior@edu.unipar.br

³Mestranda em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: sephorabaldisera@gmail.com

⁴Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: anadaniela-lopes@prof.unipar.br

⁵Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: jsvalle@prof.unipar.br

⁶Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense, Umuarama, PR, Brasil. E-mail: simonemelo@prof.unipar.br

300, 400 y 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$) y dos tipos de OE, evaluados en tres períodos (4 y 16 días). En cada unidad experimental, tubos de ensayo 10x75 mm, se añadieron 1 mL de suspensión de nematodos conteniendo 50 huevos y 1 mL de emulsión para cada concentración, evaluando el porcentaje de juveniles eclosionados. Las concentraciones de los aceites esenciales de las variedades influenciaron ($p \leq 0,05$) en el porcentaje de eclosión de juveniles de *M. javanica*, en todos los períodos evaluados. Para la mayoría de las concentraciones, a los cuatro y 16 días, el aceite esencial de la var. Pera Río fue más eficiente en la reducción de la eclosión, cuando comparado a var. Hoja Mustia.

PALABRAS CLAVE: *Citrus*. Control alternativo. Nematodos de las ramas.

Introdução

O Brasil possui a maior produção e exportação mundial de laranja, sendo 98% da produção destinada à exportação (BARROS; CYPRIANO, 2016). Sua composição química é reconhecida por serem ricos em metabólitos secundários, como os carotenoides, as antocianinas, (BERNARDI et al., 2010), e óleos essenciais. Este último composto por hidrocarbonetos, álcoois, ésteres e aldeídos, contidos dentro de vacúolos localizados na camada externa da casca (AZAR et al., 2011).

Metabólitos secundários como os óleos essenciais de citros tem sido estudado no controle de insetos (LOPES et al., 2009 a, b, c; MONA, 2013), carrapatos (CASTRO et al., 2011), fungos (SHARMA; TRIPATHI, 2008) e, minoritariamente, nematoides fitos parasitas (TSAI, 2008), na qual a autora observou uma paralização de 80% e 90,2% dos nematoides, submetidos a extratos aquosos de citros.

Os problemas com fitonematoides estão entre os fatores que limitam a produtividade das culturas no mundo (JONES et al., 2013). Estima-se que os prejuízos na agricultura cheguem a 80 bilhões de dólares (NICOL et al., 2011). Segundo Dias et al. (2010), o aumento de ocorrências está associado à adoção de sistema de plantio direto e à incorporação de áreas com solos de textura arenosa.

Os nematoides fitoparasitas, por possuírem várias espécies, parasitam praticamente todas as culturas de importância econômica e demonstram facilidade de adaptação (FABRE, 2011). Dentre eles, o gênero *Meloidogyne*, conhecido como nematoides das galhas, pode ser considerado um dos mais importantes, sendo *Meloidogyne javanica* (TREUB, 1885) Chitwood 1949, uma das espécies mais comuns na agricultura (AGRIOS, 2005; PERRY; MOENS E STARR, 2009). Porém, a espécie *M. incognita* (KOFOID & WHITE) Chitwood, em altas populações, é extremamente limitante para várias culturas economicamente importantes no Brasil, como soja, feijão, algodão e café (EMBRAPA, 2006).

Os sintomas característicos desses nematoides são plantas raquíticas e folhas cloróticas, normalmente manifestadas em reboleiras. Nas raízes observam-se galhas em número e tamanhos variados, dependendo da suscetibilidade do cultivar e da densidade populacional do nematoide no solo (DIAS et al., 2010). Quando favorecido pelas condições edafoclimáticas, o nematoide de galhas pode causar elevados prejuízos na horticultura e em cultivares de grande porte, perdas são estimadas em bilhões de euros anualmente, com uma redução nas lavouras afetadas de 50 a até 90% da sua produtividade (BRIDA et al., 2016; GONÇALVES et al., 2016).

Os fitonematoides são patógenos de fácil disseminação e de difícil controle, sendo assim, o mesmo deve integrar vários métodos e apresentar baixo custo, baseando-se nos princípios fitopatológicos de exclusão, erradicação, re-

gulação e imunização (KIMATI et al., 2005; FABRE, 2011). Como estratégias de manejo integrado, citam-se a rotação ou sucessão de culturas com espécies não hospedeiras, a utilização de cultivares resistente ou tolerante e tratamento químico (ARAÚJO; BRAGANTE, 2012), emprego de plantas antagonistas (RIZZARDI et al., 2008), indutores de resistência e a incorporação de matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 2005).

Entretanto, outras formas de manejo vêm sendo estudadas no controle alternativo do fitopatógeno, como a utilização, nos últimos anos, de óleos essenciais de espécies aromáticas pelas suas propriedades nematicidas (NTALI; CABONI, 2012; ANDRÉS et al., 2012), como já observado no óleo de *Lavandula angustifolia* Miller, demonstrando efeito na eclosão e na mortalidade dos juvenis de segundo estágio de *M. graminicola* GOLDEN & BIRCHFIELD, sob condições *in vitro* (STEFFEN et al., 2008).

Os resíduos de citros já demonstraram redução populacional dos nematoides na cultura do abacaxi, enquanto os extratos aquosos reduziram a eclosão de juvenis em 93% (OSEI et al., 2011). Segundo TSAI (2008), extratos aquosos de três espécies de citros apresentaram efeitos nematostáticos no controle de *M. incognita*, cujos compostos liberados pelas plantas atuam na eclosão e no processo de liberação do juvenil a partir do ovo (DIAS-ARIEIRA et al., 2008).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a porcentagem de eclosão de juvenis de *M. javanica*, quando submetidos a diferentes concentrações de OE de duas variedades de laranja, Pera Rio e Folha Murcha, sob condições *in vitro*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido *in vitro* no laboratório de Fitopatologia da Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus III, Umuarama-PR, em arranjo fatorial 2x8, sendo dois óleos de laranja extraídos de duas variedades (Pera Rio e Folha Murcha) e oito concentrações, 0 (testemunha), 25, 50, 100, 200, 300, 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Os frutos foram coletados em pomares de aproximadamente 10 anos, no período da manhã, do município de Altônia – PR, e encaminhados para o laboratório de Química de Produtos Naturais da UNIPAR Campus Sede, Umuarama-PR, onde os mesmos foram lavados em água corrente e secos em papel toalha. A fim de aumentar a superfície de contato, o flavedo foi triturado em água destilada (250g em 2,5 L) para a extração do OE por hidrodestilação, em aparelho de Clevenger, por duas horas (GOMES, 2011). O OE obtido foi armazenado em frascos âmbar, em ambiente refrigerado, evitando a oxidação pela exposição à luz (GUIMARÃES et al., 2008).

Para os testes de eclosão utilizaram-se ovos da espécie *M. javanica*, extraídos pelo método de Hussey e Barker (1973), modificado por Bonetti e Ferraz (1981), de inóculos

contendo plantas de tomate gaúcho (Horticeres®), cultivados em casa de vegetação, nas dependências da UNIPAR, *Cam-pus* III. Para calibração da suspensão, os ovos e eventuais juvenis foram quantificados em câmara de Peters, sob microscópio óptico, para uma população de 50 ovos mL⁻¹.

As unidades experimentais foram constituídas por tubos de ensaio com capacidade para 5 mL. Em cada uma delas adicionou-se 1 mL das concentrações e 1 mL da suspensão de nematoides, sendo, em seguida, armazenadas em estufa B.O.D a 26 °C até o momento das quantificações. Avaliou-se a porcentagem de eclosão aos quatro e 16 dias após a instalação do experimento, sob microscópio óptico, com auxílio de câmara de Peters.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e 64 unidades experimentais, para cada avaliação. Para o ajuste da normalidade, os dados foram transformados por $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância no programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008) a 5% de significância. Quando os fatores foram significativos, aplicou-se análise de regressão para as concentrações e, o teste *Tukey* para óleos a 5% de probabilidade. Quando à interação foi significativa, desdobraram-se

os fatores.

Resultados e Discussão

Eclosão aos quatro dias

As fontes de variação OE, concentrações e interação foram significativas para a porcentagem de eclosão. Analisando-se o desdobramento dos OE em cada concentração, observaram-se diferenças significativas para 100, 300, 400 e 500 µg mL⁻¹, cuja maioria demonstrou menor porcentagem de eclosão para a variedade Pêra Rio (Tabela 1). Quanto às concentrações em cada tipo de OE, não houve diferença significativa.

Castro et al. (2011), trabalhando com as concentrações 0, 50, 100 e 200 mg mL⁻¹ de OE de laranja de *Citrus* sp. no controle de carrapatos bovinos *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, observaram eficiência de 47,8%, quando aplicado 200 mg mL⁻¹. Segundo os autores, esse resultado está relacionado à concentração de limoneno presente no OE, já que os monoterpenos possuem efeito carrapaticida, causando letalidade de larvas, além de impedir sua eclosão (FERRARINI, 2008).

Tabela 1: Análise do desdobramento da interação de OE e concentrações para porcentagem de eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* aos quatro dias após a instação do experimento

Concentrações (µg mL ⁻¹)	Óleo essencial var. Pêra Rio	Óleo essencial var. Folha Murcha
	Eclosão (%)	
0	1,1 ^{ns}	1,7
25	3,2 ^{ns}	5,4
50	0,8 ^{ns}	2,4
100	3,3 ^b	8,2 ^a
200	2,4 ^{ns}	2,4
300	4,1 ^a	1,0 ^b
400	2,9 ^b	8,2 ^a
500	3,0 ^b	8,6 ^a
Coeficiente de variação		24,4%

ns = não significativo. Letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% $\sqrt{x+1}$

É importante mencionar que há poucos trabalhos na literatura com OE de laranja no controle de fitonematoides, o que demonstra a inovação do estudo, porém dificulta sua discussão. Como estratégia, utilizou-se de trabalhos com outros OE, bem como extratos de citros no controle de pragas e patógenos prejudiciais à agropecuária, como um todo.

Tsai (2008) avaliou, em condições *in vitro*, a ação de extratos aquosos da casca de limão (*Citrus limon* (L.) Burm), laranja (*C. sinensis*) e toranja (*Citrus paradisi* Macf.) em 500 espécimes de *M. incognita*. Após 24 horas não houve efeito nos nematoides, porém, para 48 horas ocorreu a paralisação de 90,2% dos mesmos para o extrato de limão e 80% para os extratos de laranja e toranja. Segundo o autor, provavelmente o composto limoneno contribuiu para essa paralisação, inibindo o desenvolvimento dos juvenis de *M. incognita*. Vale observar que do óleo essencial extraído da casca da laranja, os monoterpenos representam 84,2%. Essa alta concentração tem sido sugerida como justificativa para a alta bioatividade do óleo.

Lopes et al. (2009b) testaram concentrações (0,0; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7%) do OE de laranja Prev-Am (*sodium tetraboro hydrated ecahydrate*) no controle de pulgão preto *Toxoptera citricidus* Kirkaldy em um pomar de tangerina var. Dany, e constataram eficiência acima de 90% para todas as concentrações. Segundo os autores, a ação direta das mesmas sobre o tegumento do inseto atuou isolando ou inviabilizando sua respiração, bem como causando o ressecamento da epicutícula, quando exposto aos raios solares, deixando o exoesqueleto com aspecto de múmia.

Similarmente, Mona (2013) constatou resultados significativos de óleos essenciais de citros, em larvas de quarto instar de *Spodoptera littoralis* Boisduval. Trabalharam com óleos de quatro espécies, extraídos por hidrodestilação, *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle, *C. limon*, *C. paradisi* e *C. sinensis*, nas concentrações 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50 µL L⁻¹. Houve atividade inseticida para todas as espécies, com valores de LC₅₀ de 6,84, 6,88, 5,32 e 18,01 µL L⁻¹, para *C. aurantifolia*, *C. sinensis*, *C. limon* e *C. paradisi*, respectiva-

mente. O constituinte químico mais abundante foi o limoneno, presente nas quatro espécies, assim o provável composto causador da morte das larvas.

A atividade inseticida de *C. aurantifolia* e *C. sinensis* foi maior que a dos óleos de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Citrus reticulata* Blanco, *Lantana camara* (L.), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, e *Mentha microphylla* Braun, testados no controle de larvas do terceiro estágio de *S. litoralis* (EI-ASWAD; ABDELGALEIL, 2008).

Eclosão aos dezesseis dias

Os resultados foram significativos para as fontes de variação concentrações e a interação dos OE. Quanto aos desdobramentos dos OE em cada concentração, observaram-se diferenças significativas para 200, 300, 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$, cujas médias de eclosão dos juvenis foram inferiores quando submetidos ao óleo da variedade Pêra Rio, para a

maioria dos tratamentos (Tabela 2). Isso pode estar associado a uma maior quantidade de compostos nematicidas presentes na composição química do OE da variedade, a qual ainda não foi confirmada, pela ausência de informações químicas sobre a mesma, inerente a esta variedade.

Todavia, vale ressaltar que, vários fatores podem afetar a eficácia da ação do OE, como a idade fenológica da planta, porcentagem de umidade do material colhido e o método de extração, pois alteram sua composição química, toxicidade e bioatividade (LAHLOU, 2004). Sua composição sofre alterações durante os processos de colheita e pós-colheita, mediante conversões espontâneas, que ocorrem continuamente, acarretando as mudanças (MORAIS, 2009).

Quanto às concentrações em cada tipo de óleo, apenas a variedade Folha Murcha proporcionou significância com ajuste quadrático (Figura 1). Efetuando-se o cálculo do ponto máximo da parábola, a concentração acima de 150,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ promoveria porcentagens de eclosão abaixo de 35,5%.

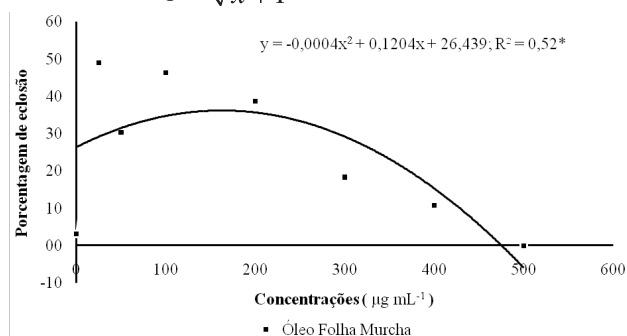
Tabela 2: Análise de desdobramento da interação de OE e concentração para variável porcentagem de eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* aos dezesseis dias após a instação do experimento

Concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Eclosão (%)	
	Óleo essencial var. Pêra Rio	Óleo essencial var. Folha Murcha
0	2,0 ^{ns}	3,2
25	41,8 ^{ns}	48,9
50	36,1 ^{ns}	30,3
100	44,8 ^{ns}	46,3
200	19,1 ^b	38,6 ^a
300	8,9 ^b	18,3 ^a
400	5,1 ^b	10,8 ^a
500	52,6 ^a	0,0 ^b
Coeficiente de variação		14,2%

ns = não significativo a 5% de probabilidade. Letras iguais não linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Médias originais transformadas por $\sqrt{x+1}$

Lopes et al. (2009c) testaram concentrações (0,0; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7%) do OE de laranja Prev-Am (*sodium tetraboro hydrated ecahydrate*) no controle de cochonilha *Dactylopius opuntiae* Cockerell em área de cultivo de palma gigante, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, e constataram eficiência acima de 90% a partir da concentração 0,3%. Segundo os autores, o óleo causa a remoção da cera cuticular, provocando desidratação do inseto, até causar sua morte.

Figura 1: Porcentagem de eclosão de *Meloidogyne javanica* em diferentes concentrações de OE, aos dezesseis dias após a instalação do experimento. CV = 14,2 %. Médias originais transformadas por $\sqrt{x+1}$.



Resultados similares foram obtidos por Lopes et al. (2009a), que trabalhando com diferentes concentrações (0,0, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 e 0,7%) do OE de laranja Prev-Am, no controle do pulgão *Hyadaphis foeniculi* Passerini, em plantas de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), constataram eficiência acima de 90% a partir de 0,3%. Os pulgões apresentavam-se dessecados, em função da ação do produto que atua por

contato, provocando a ruptura do exoesqueleto, causando a morte.

El-Gayed et al. (2017) estudaram, em condições *in vitro*, o efeito de extratos aquosos da casca e sementes de *Citrus aurantium* (L.). Sinefrina, na eclosão e mortalidade de juvenis de *M. incognita*, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. As concentrações testadas foram 0 (água destilada), 500, 750 e 1000 ppm, avaliados em 24, 48, 72 e 96 horas. Os extratos apresentaram diminuição na mortalidade e na eclosão, porém o extrato da casca apresentou a maior porcentagem de mortalidade para a espécie *T. semipenetrans* com 92,3% e para porcentagem de eclosão para a espécie *R. reniformis*, com 9,0%, todos após 96 horas submetidos à concentração 1000 ppm.

Gomes (2014) demonstrou que os componentes químicos encontrados nos óleos essenciais das cascas de três frutos cítricos (limão-taiti, limão-verdadeiro e laranja) foram bastante semelhantes, havendo pequenas diferenças nos constituintes minoritários. O componente limoneno foi encontrado em quantidade significativa em todas as cascas dos frutos de limão-taiti, limão-verdadeiro e laranja, atingindo valores de 52, 53 e 76%, respectivamente, sendo assim o principal composto do óleo essencial de frutas cítricas (TSAI, 2008).

Assim, diante dos trabalhos apresentados, uma hipótese para redução da eclosão dos fitonematoides pode estar relacionada ao que ocorrem nos insetos, já que nematoides também possuem cutícula em sua estrutura. Porém os resultados obtidos no presente trabalho, bem como os trabalhos na literatura são incipientes para conclusões acuradas, fomentando a necessidade de mais estudos sobre o assunto, notadamente, em condições naturais.

Conclusão

As concentrações dos óleos essenciais de laranja para ambas as variedades influenciaram significativamente na porcentagem de eclosão de juvenis de *M. javanica*. Para a maioria das concentrações, aos quatro e 16 dias, o óleo essencial da var. Pêra Rio foi mais eficiente na redução da eclosão, quando comparado a var. Folha Murcha.

No entanto, para aprimoramento das informações, novos estudos devem ser realizados em condições de casa-de-vegetação e a campo, já que óleo essencial é não poluente, sendo uma ação de controle sustentável aos fitonematoides.

Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. New York: Academic Press, 2005. 922 p.
- ANDRÉS, M. F. et al. Nematicidal activity of essential oils: A review, **Phytochemistry Reviews**, Berlim, v. 11, p. 370-379, 2012.
- AZAR, P. A. et al. Chemical composition of the essential oils of *Citrus sinensis* cv. Valencia and a quantitative structure-retention relationship study for the prediction of retention indices by multiple linear regressions. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 76, n. 12, p. 1628, 2011.
- BARROS, J. R. M.; BARROS, A. L. M.; CYPRIANO, M. P. O mercado da citricultura no Brasil e as suas novas perspectivas. **Citrus BR**, 2016. 63 p.
- BERNARDI, J. et al. Use of a custom array to study differentially expressed genes during blood orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ripening. **Journal of Plant Physiology**, v. 167, n. 4, p. 301, 2010.
- BONETTI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Porto Alegre, v. 6, p. 553, 1981.
- BRIDA, A. L. et al. Spatial variability of *Meloidogyne javanica* in soybean. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 175-179, 2016.
- CASTRO, K. N. C. et al. Ação de óleos e extratos vegetais no controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus in vitro*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza, 6 p.
- DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Fatores que afetam a eclosão de fitonematoides. In: LUZ, W. C. (ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo Fundo, v. 16, p. 305-336, 2008.
- DIAS, W. P. et al. Nematóides em soja: identificação e controle. **Cultivar técnico Embrapa soja**, Londrina, v. 76, p. 1, 2010.
- EI-ASWAD, A. F.; ABDELGALEIL, S. A. M. Insecticidal, antifeedant and molluscicidal potential of essential oils extracted from Egyptian plants. **Journal of the Egyptian Society of Toxicology**, v. 38, p. 81-91, 2008.
- EI-GAYED, S. H.; EI-SAYED, A. M.; AI-GHONAIMY, A. M.; HPLC-UV fingerprint profile and bioactivity of *Citrus aurantium* var. delicious fruits: peel and seeds on certain plant-parasitic nematodes. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 11, n. 15, p. 284-295, 2017.
- EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2007- Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2006. 225 p.
- FABRE, M. Manejo permite convivência com nematoides. **Folha de Londrina**, 24 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=noticia&idN=8936>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
- FERRARINI, S. R. **Síntese de β-aminoálcoois derivados do limoneno e avaliação biológica in vitro**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

- GOMES, M. S. **Caracterização química e atividade antifúngica dos óleos essenciais de cinco espécies do gênero *Citrus***. Tese (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- GOMES, M. S. **Atividades biológicas dos óleos essenciais de três espécies do gênero *Citrus* e de seus componentes majoritários**. Dissertação (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- GONCALVES, F. J. T. et al. Atividade antagonista do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 149-156, 2016.
- GUIMARÃES, L. G. L. et al. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf). **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1476, 2008.
- HUSSEY, R. S.; BARKER K. R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, p.1025-1028, 1973.
- JONES, J. T. et al. **Molecular plant pathology - top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology**. London: Ralph Dean. v. 14, p. 946-961, 2013.
- KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 584
- LAHLOU, M. Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. **Phytotherapy Research**, Casablanca, v. 18, n. 6, p.435-448, 2004.
- LOPEZ, E. B. et al. Efeito do óleo de laranja no controle do pulgão da erva-doce. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 640-642, 2009a.
- LOPEZ, E. B. et al. Potencialidade do óleo de laranja no controle do pulgão preto dos citros. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 2, p. 23-26, 2009b.
- LOPEZ, E. B. et al. Desempenho do óleo de laranja no controle da cochonilha-do-carmim em palma gigante. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 252-258, 2009c.
- MONA, M. G. S. Chemical composition and biological activities of four *citrus* essential oils. **Journal Plant Prot And Pathology**, Bari, v. 4, n. 9, p. 767-780, 2013.
- MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, S4050-S4063, 2009.
- NTALLI, N. G.; CABONI, P. Botanical nematicides in the Mediterranean basin, **Phytochemistry Reviews**, v. 11, n. 4, p. 351-359, 2012.
- NICOL, J. M. et al. Current nematode threats to world agriculture. In: JONES, J. T.; GHEYSEN, G.; FENOLL, C. (Eds.) **Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions**, Foster, Ilustrada ed. Heidelberg: Editora Springer Science & Business Media, 2011. p. 21-44.
- OLIVEIRA, F. S. et al. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 171-178, 2005.
- OSEI, K. et al. Nematode suppression and yield improvement potential of organic mendments in pineapple productin. **Acta Horticulturae**, v. 902, n. 42, p. 367-372, 2011.
- PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. **Root-knot nematodes**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2009. 488 p.
- RIZZARDI, M. A. et al. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Revista Brasileira Agrociência**, v.14, n. 2, p. 239-248, 2008.
- STEFFEN, R. B. et al. Avaliação de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne graminicola* em arroz irrigado. **Nematologia Brasileira**, 32, n. 2, p. 126-134, 2008.
- TSAI, B. Y. Effect of pells of lemon, orange, and grapefruit against *Meloidogyne incognita*. **Plant Pathology Bulletin**, Zhihu, v. 17, p. 195-201, 2008.

Recebido em: 20.11.2017

Accito em: 23.12.2017