

FERNANDA PEREIRA ANDRADE

**TOXICIDADE DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) A ARTRÓPODES E
A NEMATOIDES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal,
de Viçosa, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção
do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

A.553t
2018 Andrade, Fernanda Pereira, 1989-
Toxicidade da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) a
artropodes e a nematoides / Fernanda Pereira Andrade. –
Viçosa, MG, 2018.
ix, 56 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Madelaine Venzon.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pragas - Controle. 2. Essências e óleos essenciais. 3.
Varronia curassavica Jacq.. 4. Pragas. I. Universidade Federal
de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de
Pós-Graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 632.9

FERNANDA PEREIRA ANDRADE

**TOXICIDADE DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) A ARTRÓPODES E
A NEMATÓIDES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de julho de 2018



Wânia dos Santos Neves
(Coorientadora)



Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres
(Coorientadora)



André Lage Perez



Madelaine Venzon
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade da realização destes estudos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG Sudeste, pela estrutura oferecida para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio na realização do projeto.

À minha orientadora Madelaine Venzon, pela orientação, apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Às minhas coorientadoras Wânia do Santos Neves e Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres, pela ajuda e aconselhamento em todos os momentos.

Ao professor Sebastião Filho e ao colega José Romário pela ajuda nas análises estatísticas.

À colega Mariane do Departamento de Engenharia Agrícola pela ajuda e fornecimento de materiais.

Aos colegas de laboratório Juliana Martinez, Juliana Maria, Elem, Gabriel, Álvaro, Mayara, Jéssica Botti, Thais, Katinka, Jéssica Nascimento, Luan, Gabriel Pio, Thaiane, José e Pedro.

À Jesseily e Marlene que se dedicaram a este trabalho tanto quanto eu, obrigada por estarem comigo nos longos dias (e algumas noites) de montagem e avaliação de experimentos e por tornarem eles mais divertidos.

À Mayara Loss por toda ajuda que me deu, mais de uma vez encaixou as minhas necessidades dentro do seu planejamento, muito obrigada.

À Elem, André e Juliana Martinez que tenho a felicidade de chamar de amigos, obrigada por fazerem parte da minha vida, por terem me socorrido nas horas que eu necessitei e pelos inúmeros momentos de alegrias.

Aos amigos, Marilyn, Bárbara, Willian, Gabriel e Pedro que começaram esta jornada comigo e me ajudaram a chegar até aqui. Obrigada pela amizade de cada um de vocês, vocês não sabem o quanto foram importantes.

À Murieli e Geovane que mesmo estando longe estavam presentes a todo tempo, vocês foram muito importantes para que eu conseguisse continuar apesar dos pesares.

Aos meus pais, Eurides e Wilson, minha irmã Eduarda e meu cunhado Ueberton. Aqueles que tenho orgulho de dizer que são minha família, que me fizeram chegar até aqui, que torceram, me guiaram e me apoiaram em todas as escolhas da minha vida. Muito obrigada, eu amo vocês!

“Eu quero ser tudo que sou capaz de me tornar.”

Katherine Mansfield

BIOGRAFIA

Fernanda Pereira Andrade, filha de Eurides Pereira de Jesus e Wilson Andrade Teixeira. Formada em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo no ano de 2016. Em agosto de 2016 iniciou o Mestrado em Entomologia na mesma instituição, sob orientação da doutora Madelaine Venzon, cuja dissertação é aqui apresentada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1 - Toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira ao ácaro-rajado, ao pulgão-verde e a seu predador <i>Ceraeochrysa cubana</i>.....	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
3. RESULTADOS.....	21
4. DISCUSSÃO	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2 - Toxicidade do óleo de erva-baleeira ao nematoide das galhas...38	
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
3. RESULTADOS.....	46
4. DISCUSSÃO	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
CONCLUSÕES GERAIS	56

RESUMO

ANDRADE, Fernanda Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Toxicidade da erva-baleeira (*Varronia curassavica jacq.*) a artrópodes e a nematoides**
Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientadoras: Wânia dos Santos Neves e Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres.

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), o pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e o nematoide das galhas *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood são pragas cosmopolitas e de grande importância na agricultura por causarem sérios prejuízos à um grande número de culturas. O controle destas pragas nos cultivos convencionais é realizado principalmente com a utilização de agrotóxicos. Porém, o uso intensivo de produtos químicos pode levar a uma série de problemas, como diminuição do controle ao longo do tempo, seleção de populações de indivíduos resistentes, distúrbios ambientais e na saúde humana. A utilização de produtos derivados de plantas, em substituição ao uso exclusivo dos agrotóxicos para o controle de pragas, tem se mostrado uma alternativa eficiente. Óleos essenciais se encaixam nesse contexto, por sua rápida degradação e pelo fato da seleção de populações resistentes ocorrer de forma mais lenta. A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) possui propriedades medicinais, antifúngicas e bactericidas e é utilizada para atratividade de insetos em cultivos, porém há poucos estudos sobre seu potencial no controle de pragas. Diante disso, nesse trabalho, avaliou-se a toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira sobre o ácaro-rajado, o pulgão-verde, o nematoide das galhas e o predador generalista *Ceraeochrysa cubana*. Foram realizados experimentos em laboratório para verificar os efeitos letais e subletais do óleo essencial sobre os indivíduos. Os tratamentos consistiram em quatro concentrações do óleo essencial (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%) e um controle (Tween® 80 + água). No capítulo 1, avaliou-se a toxicidade do óleo essencial da erva-baleeira sobre o ácaro-rajado, o pulgão-verde e seu predador *C. cubana*. No capítulo 2, avaliou-se a toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira sobre o nematoide das galhas. O óleo essencial na concentração de 0,75% obteve as maiores mortalidades, tanto para o ácaro-rajado quanto para o pulgão-verde. A concentração de 1,0% foi a que mais interferiu nas taxas de oviposição e eclosão e causou decréscimo na taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-rajado. Nenhuma das concentrações testadas interferiu na sobrevivência do predador *C. cubana*. O óleo da erva-baleeira estimulou a eclosão de juvenis do nematoide das galhas, variando ao longo do tempo de exposição às diferentes concentrações, sendo que a concentração de 0,5% foi a que teve maior taxa de eclosão no 10º dia após a montagem do

experimento. Nenhuma das concentrações propiciou efeito nematicida ou nematostático sobre os juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. De maneira geral, o óleo essencial da erva-baleeira foi um produto promissor a ser utilizado no manejo de pragas, com exceção para o nematoide das galhas, sem afetar as populações do predador generalista *C. cubana*, encontrado em diversos agroecossistemas.

ABSTRACT

ANDRADE, Fernanda Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Toxicity of the “erva-baleeira” (*Varronia curassavica* Jacq.) to arthropods and nematodes.** Adviser: Madelaine Venzon. Co-advisers: Wânia dos Santos Neves and Rosana Gonçalves Rodrigues das Dôres.

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), the green aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) and the root knot nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood are cosmopolitan pests of great importance in agriculture, because they cause serious damage to a large number of crops. The control of these pests in conventional crops systems is carried out mainly with the use of agrochemicals. However, the intensive use of such chemicals can lead to a number of problems, such as decreased control over time, selection of resistant populations, environmental disturbances and human health. The use of plant-derived products to replace the exclusive use of pesticides for pest control, has proved to be an efficient alternative. Essential oils fit in this context because of their rapid degradation and the fact that selection of resistant populations occurs more slowly. The “erva baleeira” *Varronia curassavica* Jacq., is has medicinal, antifungal and bactericidal properties and is used for the attractiveness of insects in crops, but there are few studies about its potential in pest control. Therefore, in this work, the toxicity of the essential oil of “erva-baleeira” was evaluated on the two-spotted spider mite, the green aphid, the root knot nematode and the generalist predator *Ceraeochrysa cubana*. Experiments were carried out in the laboratory to verify the lethal and sub-lethal effects of the essential oil on the individuals. The treatments consisted of four essential oil concentrations (0.25, 0.5, 0.75 and 1.0%), and one control (Tween® 80 + water). In Chapter 1, the toxicity of the essential oil was evaluated on the two-spotted spider mite, on the green aphid and on its predator *C. cubana*. In Chapter 2, the toxicity of the essential oil of was evaluated on the root knot nematode. The essential oil at 0.75% concentration caused the highest mortalities for both the two-spotted spider mite and the green aphid. The concentration of 1.0% of the essential oil interfered most in the rates of oviposition and hatching and caused a decrease in the instantaneous population growth rate (r_i) of the two-spotted spider mite, but none of the concentrations interfered in the survival of the predator *C. Cubana*. Regarding to the root knot nematode, the essential oil stimulated the hatching of juveniles, varying throughout the time of exposure to different concentrations, and the concentration of 0.5% was the one that presented the highest hatching rate in the end of the experiment. None of the tested concentrations had a nematicidal effect on the second stage

juvenile of *M. javanica*. In general, the essential oil of “erva-baleeira” was a promising product to be used in pest management, except for the root knot nematode, without affecting the populations of the generalist predator *C. cubana*, found in several agroecosystems.

INTRODUÇÃO GERAL

A partir da década de 50, o processo de produção agrícola passou por grandes mudanças com a introdução de novas tecnologias, dentre elas o uso intensivo de produtos químicos no controle de doenças, insetos e outras pragas (Ribas & Matsumura, 2009). Entretanto, o uso indiscriminado desses produtos tem gerado problemas ao meio ambiente e à saúde humana, tais como poluição da água e do ar, a contaminação de alimentos e intoxicações (Souza, 1998; Moreira et al., 2005). Além disso, esse uso intensivo de agrotóxicos pode provocar o ressurgimento das pragas, o aparecimento de novas pragas e a seleção de organismos resistentes, já que a maioria desses produtos possui amplo espectro biológico e persistência no ambiente (Brito et al., 2004).

Em busca de medidas alternativas ao controle químico, que tem alto custo socioeconômico e ambiental, muitos trabalhos têm demonstrado a eficiência de extratos e substâncias obtidas de plantas no controle de pragas em diversos sistemas de cultivo (Vendramim & Castiglioni, 2000; Venzon et al., 2010; Gauraha & Singh 2011). Ademais, o crescimento da produção orgânica no país tem aumentado a utilização de produtos alternativos em substituição aos agrotóxicos. Em sua maioria, são produtos fáceis de adquirir ou de preparar, com baixa toxicidade ao ser humano e são aceitos pela maioria das certificadoras de produtos orgânicos e/ou ecológicos. Esses fatores fazem com que seu uso em sistemas familiares de cultivo seja bastante expressivo (Venzon et al., 2010). Porém, são necessárias mais pesquisas para obtenção e avaliação de novos produtos derivados de plantas, garantindo sua eficiência e elucidando seus efeitos sobre organismos não-alvo (Ribeiro et al., 2009)

Algumas plantas produzem compostos secundários que estão relacionados com mecanismos de defesa das plantas e com a atração ou repulsão de diferentes insetos (Silva et al., 2010). Os efeitos desses compostos sobre os insetos são variáveis, podendo causar

mortalidade, repelência, esterilidade, redução da alimentação e modificação no comportamento e desenvolvimento (Taiz & Zeiger, 2009). São inúmeras as plantas que poderiam ser mais pesquisadas para serem introduzidas nas propriedades agrícolas como fonte alternativa no controle de pragas, especialmente em sistemas orgânicos de produção (Menezes, 2005).

A erva-baleeira *Varronia curassavica* Jacq., Boraginaceae, é uma planta arbustiva aromática, perene e nativa do Brasil (Lorenzi & Matos, 2008; Gasparino & Barros, 2009). Possui atividade terapêutica comprovada, sendo utilizada na medicina popular como anti-inflamatório, analgésico, antiulcerogênico e cicatrizante (Souza et al., 2004; Lorenzi & Matos, 2008). Estudos utilizando extratos de folhas (concentração = 400mg mL⁻¹), inibiram o crescimento da bactéria *Staphylococcus aureus* Rosenbach (Matias et al., 2010; Pinhol et al., 2012). O extrato metanólico mostrou potencial na utilização como inibidor antifúngico (Ticli et al., 2005). Vários estudos comprovam suas propriedades medicinais antimicrobianas (Carvalho Jr. et al., 2004; Hernandez et al., 2007; Matias et al., 2013), anti-inflamatórias, antirreumáticas, analgésicas e tônicas (Lameira et al., 1997; Medeiros et al., 2007).

O óleo essencial de *V. curassavica* pode ser caracterizado, em geral, em sua composição por α -pineno (30%), trans-cariofileno (25%), aloaromadendreno (10%) e α -humuleno (5%) (Carvalho Junior et al., 2004). O α -humuleno é o principal ingrediente ativo do medicamento fitoterápico tópico anti-inflamatório, aprovado em 2004, pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (ANVISA, 2004). A partir desse registro, tornou-se crescente a demanda pela produção agrícola da espécie.

Além das propriedades medicinais, a erva-baleeira também é utilizada como cultura armadilha para a broca da laranjeira *Cratosomus flavofasciatus* Guérin (Coleoptera: Curculionidae) (Nascimento et al., 1986). Destaca-se, a utilização de extratos aquosos influenciando o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith (Lepidoptera:

Noctuidae) onde se observou o prolongamento no estado larval e período pupal e alterações morfológicas nas pupas (Knaak et al., 2012). Apesar destes estudos e ainda que haja muitos estudos fitoquímicos e farmacológicos sobre a espécie, estudos sobre o emprego da erva-baleeira no controle de pragas ainda são escassos.

A Organização Mundial para Alimentação e Agricultura (FAO, 2013) considera que as pragas são responsáveis por aproximadamente 42,1% das perdas na produção agrícola. Considerando como praga, qualquer ser nocivo aos vegetais, nos quais se incluem os agentes causais de doenças (fungos, bactérias, vírus e nematoide), insetos, ácaros e plantas invasoras (FAO, 2006).

Nesse contexto, buscando opções no manejo agroecológico de diversos agentes patogênicos esse trabalho visou estudar o óleo essencial de erva-baleeira como forma alternativa de controle, destacando a possível multifuncionalidade da planta, pois quanto mais benefícios uma espécie pode fornecer, maior é o retorno para o produtor, ao meio ambiente e maior são as chances de ela ser realmente inserida nas propriedades.

Na avaliação da erva-baleeira como alternativa no controle de pragas foram escolhidos um ácaro, um afídeo e um nematoide: o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), o pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), e o nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood. As pragas foram escolhidas por serem de grande importância para a agricultura, pois são cosmopolitas e atacam diversas culturas de grande importância agrícola (Blackman & Eastop, 1984; Flechtmann, 1989; Sasser, 1989; Oliveira, 2001; Ferraz et al., 2010; Chanchar & Aragão, 2005). Além desses, foi avaliada a inocuidade da erva-baleeira sobre um inseto benéfico, pois no manejo de pragas a presença de inimigos naturais é indispensável como fator de equilíbrio no agroecossistema (Degrande & Gomes, 1990). Foi escolhido o predador *Ceraeochrysa cubana* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae), por seu caráter generalista e cosmopolita (Albuquerque et al.

1994).

As informações obtidas nesse estudo podem ser utilizadas para subsidiar novas estratégias de controle de pragas, como alternativa ao controle químico, beneficiando o meio ambiente, os produtores e os consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ministério da saúde, 2004. <http://consultas.anvisa.gov.br/#/medicamentos/25351148578200429/>

ALBUQUERQUE, G.S.; TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Chrysoperla externa (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, p. 8 – 13, 1994.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984.

BRITO, G.G.; COSTA, E.C.; MAZIERO, H.; BRITO, A.B.; DÖRR, F.A. Preferência da broca-das-cucurbitáceas [*Diaphania nitidalis* Cramer, 1782 (Lepidoptera: Pyralidae)] por cultivares de pepineiro em ambiente protegido. **Ciência Rural**, v. 34, p. 577-579, 2004.

CARVALHO-JÚNIOR, P.D.; RODRIGUES, R.F.O.; SAWAYA, A.C.H.F.; MARQUES, M.O.M.; SHIMIZU, M.T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, p. 297-301, 2004.

CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.S. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em cultivares de tomate e pepino sob estufa plástica e campo. **Nematologia Brasileira**, v. 29, p. 243-249, 2005.

DEGRANDE, P. E.; GOMES, D.R.S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agrotécnica**, p. 8-13, 1990.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**, 1 ed., Viçosa: Editora UFV, 306 p. 2010.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6ed. São Paulo: Nobel, 189 p. 1989.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?lang=es&iso3 =PRY>. Acesso em: 21 set. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Glossary of phytosanitary terms**. Secretariat of the international plant protection convention of the food and agriculture organization (FAO) of the United Nations. International standards for phytosanitary measures ISPM n. 5. Secretariat of the International Plant Protection

Convention. Rome: FAO/ONU. 23p. 2006.

GASPARINO, E.C.; BARROS, M.A.V. Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 33-55, 2009.

GAURAHA, R.; SINGH, R. N. Effect of bio-pesticides on various stages of spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Research Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, p. 301-303, 2011.

HERNANDEZ, T.; CANALES, M.; TERAN, B.; ÁVILA, O.; DURAN, A.; GARCIA, A.M.; HERNANDEZ, H.; ANGELES-LOPEZ, O.; FERNANDEZ-ARAIZA, M.; ÁVILA, G. Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Cordia curassavica* (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 137-141, 2007.

KNAAK, N.; TAGLIARI, M.S.; MACHADO, V.; FIUZA, L.M. Atividade inseticida de extratos de plantas medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 7, p. 1–6, 2012.

LAMEIRA, O.A.; PINTO, J.E.B.P.; ARRIGONI-BLANK, M.D.F.; CARDOSO, M.D.G. Effects of phenolic compounds, activated charcoal and physical media on nodal segment development of *Cordia verbenacea* L. **Ciência Rural**, v. 27, p. 189–192, 1997.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2, 544p. 2008.

MATIAS, E.F.F.; SANTOS, K.K.; COSTA, J.G.; COUTINHO, H.D. Screening for in vitro phototoxic activity of methanol extracts of *Croton campestris* A., *Ocimum gratissimum* L. & *Cordia verbenaceae* DC. **Indian Journal of Medical Research**, v. 132, p. 520–522, 2010.

MATIAS, E.F.F.; SANTOS, K.K.A.; FALCÃO-SILVA, V.S.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.P.; COSTA, J.G.; COUTINHO, H.D. Modulation of the norfloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* by *Cordia verbenaceae* DC. **Indian Journal of Medical Research**, v. 137, p. 178–182, 2013.

MEDEIROS, R.; PASSOS, G.; VITOR, C.; KOEPP, J.; MAZZUCO, T.; PIANOWSKI, L.; CAMPOS, M.; CALIXTO, J. Effect of two active compounds obtained from the essential oil of *Cordia verbenacea* on the acute inflammatory responses elicited by LPS in the rat paw. **British Journal of Pharmacology**, v. 151, p. 618–627, 2007.

MENEZES, E.L.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. (**Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205**). 2005. 58 p.

MOREIRA, M.D.; PICANÇO, M.C.; SILVA, E.M.; MORENO, S.C.; MARTINS, J.C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T.J.P.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**, 2005. p. 89-120.

NASCIMENTO, A.S.; MESQUITA, A.L.M.; CALDAS, E.R.C. Flutuação populacional e manejo da broca da laranjeira, *Cratosomus flavofasciatus* Guerin, 1844 (Coleoptera: Curculionidae) com "maria preta" *Cordia verbenaceae* (Borraginaceae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 125-134, 1986.

OLIVEIRA, C.A.L.; CALCAGNOLO, G. Ação do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) na depreciação quantitativa e qualitativa da produção algodoeira. **O Biológico**, v. 40, p. 139-149, 2001.

PINHOL, L.D.; MACEDO, P.N.S.S.; ERNANE, E.A.; SOBRINHO, A.C.; MARTINS, R. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, v. 42, p. 326–331, 2012.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impactos sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.

RIBEIRO, L. do P.; DEQUECH, S.T.B.; RIGO, D.S.; FERREIRA, F.; SAUSEN, C.D.; STURZA, V.S.; CÂMERA, C. Toxicidade de inseticidas botânicos sobre *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista da FZVA**, v. 16, p. 246-254, 2009.

SASSER, J.N. **Plant parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy**. Publication Department of Plant Pathology and the Consortium for International Crop Protection, 114p. 1989.

SILVA, M.B.; MORANDI, M.A.B.; PAULA JÚNIOR, T.J.; VENZON, M.; FONSECA, M.C.M. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PALLINI, A. (Coord.). **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2010. p. 33-53.

SOUZA, G.C.; HAAS, A.P.S.; VON POSER, G.L.; SCHAPOVAL, E.E.S.; ELISABETSKY, E. Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. **Journal of**

Ethnopharmacology, v. 94, p. 135-143, 2004.

SOUZA, J. L. **Agricultura Orgânica. Tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória: EMCAPA, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 819 p. 2009.

TICLI, F.K., HAGE, L.I., CAMBRAIA, R.S., PEREIRA, P.S., MAGRO, Â.J., FONTES, M.R., STÁBELI, R.G., GIGLIO, J.R., FRANC, A, S.C., SOARES, A.M. Rosmarinic acid, a new snake venom phospholipase A2 inhibitor from *Cordia verbenacea* (Boraginaceae): antiserum action potentiation and molecular interaction. **Toxicon**, v.46, p. 318–327, 2005.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E.. (Org.). Santa Maria: **Bases e Técnicas de Manejo de Insetos**. 2000.

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PINTO, C.M.F.; OLIVEIRA, R.M.; BONOMO, I.S. Insumos alternativos para o controle de pragas e doenças. **Informe agropecuário**, v. 31, p. 108-115, 2010.

CAPÍTULO 1

Toxicidade do óleo essencial da erva-baleeira ao ácaro-rajado, ao pulgão-verde e ao predador *Ceraeochrysa cubana*

RESUMO – O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e o pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) são pragas de grande importância agrícola por serem cosmopolitas e atacarem grande variedade de cultivos. Ambas espécies apresentam seleção rápida de populações resistentes aos inseticidas químicos, o principal método de controle dessas pragas. Esses produtos também geram efeitos negativos no meio ambiente, na saúde humana e em organismos não-alvo, como os inimigos naturais. Devido a esses problemas, a utilização de produtos derivados de plantas pode ser uma alternativa ao controle químico. A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) é utilizada com várias finalidades, porém ainda faltam trabalhos visando sua utilização no controle de pragas. O objetivo desse trabalho foi avaliar em laboratório a toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira sobre o ácaro-rajado *T. urticae*, o pulgão-verde *M. persicae* e sobre o predador *Ceraeochrysa cubana*, importante inimigo natural de várias pragas. Os tratamentos consistiram em quatro concentrações do óleo essencial das folhas de *V. curassavica* (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%) e um controle (Tween® 80 + água). O óleo essencial na concentração de 0,75% teve a maior porcentagem de mortalidade para o ácaro-rajado e a concentração de 1,0% foi a que mais interferiu nas taxas de oviposição e eclosão e causou decréscimo na taxa instantânea de crescimento populacional do ácaro-rajado, no entanto, em nenhuma das concentrações testadas o crescimento populacional foi negativo, o que indica que não há supressão dessa praga, no período de seis dias. O óleo essencial na concentração de 0,75% também teve a maior porcentagem de mortalidade para o pulgão-verde e a concentração do óleo de erva-baleeira a 1,0% foi seletiva ao predador *C. cubana*, não influenciando negativamente na sobrevivência e no desenvolvimento deste predador. Conclui-se que o óleo essencial de erva-

baleeira pode ser utilizado como controle alternativo aos inseticidas químicos, no controle do ácaro-rajado e do pulgão-verde nos programas de manejo, com seletividade ao predador *C. cubana*.

Palavras-Chave: *Tetranychus urticae*, *Myzus persicae*, Chrysopidae, *Varronia curassavica*.

1. INTRODUÇÃO

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas agrícolas, pela sua ampla distribuição, ampla gama hospedeiros e pelos danos causados (Sato et al., 2009; Dorkeld & Migeon, 2013). Os machos dessa espécie medem aproximadamente 0,25 mm e as fêmeas 0,46 mm. O ciclo de desenvolvimento, de ovo à fase adulta, dura em torno de duas semanas dependendo dos fatores climáticos como temperatura, umidade e estado nutricional da planta, que podem influenciar no ciclo do ácaro (Moraes & Flechtmann, 2008). Preferem as folhas da região mediana e basal das plantas, além de viver na parte abaxial das folhas e habitar as regiões próximas às nervuras, onde fazem suas posturas (Flechtmann, 1989). Em alta população, o ácaro rajado reduz a taxa fotossintética das plantas, pois ao se alimentar perfura as células da epiderme inferior das folhas causando extravasamento do conteúdo celular. Por causar danos as células e provocar o fechamento dos estômatos, as folhas tornam-se necróticas e caem, diminuindo a produção da planta (Devine et al., 2001; Gorman et al., 2002).

Outra praga de grande importância agrícola é o pulgão-verde, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), que possui ampla distribuição mundial e está associado a várias culturas de grande importância agrícola. Além de danos causados devido a sucção contínua da seiva das plantas, é citado como o vetor de mais de 120 patógenos, (Blackman & Eastop, 2000; Rajabaskar et al., 2013). Nas plantas atacadas visualiza-se murchamento generalizado e folhas encarquilhadas e enroladas, o que pode levar a interrupção do desenvolvimento ou até a morte (Godfrey et al., 2000; Kasprowicz et al., 2008).

O método de controle mais utilizado para essas duas pragas é o uso de inseticidas/acaricidas químicos sintéticos (Watanabe et al., 1994; Machado et al., 2007; Peixoto et al., 2008). Porém, o uso exclusivo de produtos químicos pode gerar efeitos negativos no meio ambiente e no homem e redução do controle ao longo do tempo

(Gonçalves et al., 2001; Venzon et al., 2010; Miller et al., 2010). Tanto ácaros quanto pulgões têm grande capacidade de reprodução em um curto ciclo de vida, causando superposição de gerações e facilitando a seleção rápida de populações resistentes a maioria dos produtos aplicados (Stumpf & Nauen, 2001; Bueno, 2005; Miller et al. 2010; Veronez, 2011). Além disso, a utilização desses produtos causa efeitos negativos em organismos não-alvo como peixes, anfíbios, polinizadores e inimigos naturais das pragas agrícolas, como predadores e parasitoides (Schneider et al., 2004, 2009; Ronco et al., 2008; Fogel et al., 2016).

Devido a esses problemas associados ao uso de produtos químicos e a pressão da sociedade por produtos com menos resíduos de agrotóxicos, há uma demanda para o desenvolvimento de métodos alternativos de controle de pragas (Lovatto et al., 2004; Luz et al., 2007). Uma alternativa é o uso de produtos derivados de plantas, que ganham destaque por geralmente terem menor custo, facilidade de utilização, serem mais seletivos e terem menor persistência no meio ambiente do que produtos químicos (Mazzonetto & Vendramim, 2003; Moreira et al., 2005; Vasconcelos et al., 2006; Barbosa, 2007; Aoyama & Lalinás, 2012). Além disso, a seleção de populações resistentes nos insetos pragas ocorre de forma mais lenta, pois os produtos derivados das plantas são compostos por várias substâncias bioativas (Roel, 2001).

A erva-baleeira, *Varronia curassavica* Jacq., é uma planta nativa do Brasil amplamente utilizada na medicina popular, principalmente na forma de extrato bruto de suas partes aéreas (folhas e hastes) (Matias et al., 2013). Dentre os diversos produtos presentes nas partes aéreas da erva-baleeira está o óleo essencial (Fernandes et al., 2007), constituído de monoterpenos e sesquiterpenos (Carvalho Jr. et al., 2004). Apesar de vários estudos do óleo essencial da erva-baleeira na área farmacológica (Carvalho Jr. et al., 2004; Fernandes et al., 2007; Passos et al., 2007; Meccia et al., 2009), ainda faltam trabalhos visando sua utilização no controle de pragas.

Nesse trabalho foi avaliado a toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira sobre o ácaro-rajado *T. urticae* e sobre o pulgão-verde *M. persicae* para identificar seu efeito letal e/ou subletal sobre essas espécies. Para complementar as informações sobre o uso seguro de produtos derivados de plantas e sua seletividade a inimigos naturais foi avaliado também os efeitos sobre um predador generalista, encontrado também em diversos agroecossistemas, *Ceraeochrysa cubana* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae). As larvas de *C. cubana* predam pulgões, cochonilhas, moscas-brancas e ácaros, enquanto os adultos consomem pólen, néctar ou o próprio “honeydew” (solução açucarada) produzido por algumas de suas presas (Souza et al., 1996).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção do óleo essencial de erva-baleeira

As folhas de erva-baleeira para extração do óleo foram colhidas, de plantas adultas que se encontram estabelecidas, desde 2014, no município de Oratórios, MG (Latitude 20° 25' 50" S e longitude 42° 48' 20" W) no Campo Experimental Vale do Piranga, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). As colheitas foram feitas no período de agosto de 2017 a março de 2018, no período da manhã (entre 9:00 e 11:00 horas) em datas aleatórias. As folhas eram armazenadas em sacos plásticos abertos e transportadas o mais rápido possível para processamento, afim de evitar a perda de compostos presentes no óleo essencial por volatilização.

Após cada colheita, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel kraft e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado com temperatura de 40 °C (Silva & Casali, 2000) até peso constante. Ao final da secagem, os sacos de papel foram embalados individualmente em embalagens de polietileno, vedados e levados para o Laboratório de Plantas Medicinais da EPAMIG, em Viçosa, MG, para a extração do óleo essencial.

A extração do óleo essencial foi feita utilizando o processo de hidrodestilação, em

aparelho do tipo Clevenger (Farmacopeia Brasileira, 2010). Nesse processo foi colocado 50 g de folhas secas acrescidas de 1000 mL de água destilada em balão volumétrico de fundo redondo (Ming et al., 1996), que foi aquecido até a ebulição, conduzindo os vapores d'água e os compostos voláteis até o sistema de condensação, onde ocorreu a separação do óleo essencial da água por diferença de densidade (Santos et al., 2004). Cada extração teve duração de 2 horas e 30 minutos após o início da ebulição. O solvente utilizado para as reextrações foi o pentano PA.

O produto da hidrodestilação consistia de hidrolato e pentano-óleo. Esse produto foi colocado em funil de separação com 20 mL de pentano. O funil foi agitado 10 vezes para promover a liberação do gás formado dentro do mesmo, sendo que esta ação foi repetida três vezes. A separação do hidrolato e do pentano-óleo se deu pela diferença de densidade dos dois compostos. O hidrolato retirado foi colocado novamente no funil de separação juntamente com 20 mL de pentano, a fim de se extrair quantias remanescentes de óleo essencial. Esse processo foi repetido três vezes e no final o hidrolato foi descartado. Para retirar qualquer vestígio de água que ainda possa ter ficado, foi adicionado carbonato de sódio anidro ao pentano-óleo até o material deslizar no fundo do becker. Depois de alguns minutos em repouso, a solução foi filtrada e concentrada em evaporador rotativo a 30°C, sob pressão reduzida até a redução expressiva do volume do solvente. O óleo obtido foi transferido para um frasco de 5 mL, aberto em temperatura ambiente até evaporação total do solvente (aproximadamente 24 horas). Após todo o procedimento de extração, os frascos contendo óleo essencial da erva-baleeira foram devidamente vedados e armazenados em freezer (-20 °C).

2.2. Criação dos artrópodes

2.2.1. Criação do ácaro-rajado

A criação de ácaro-rajado foi estabelecida em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia*

ensiformes L.), sem nenhum tratamento fitossanitário, cultivadas individualmente em vasos (1L). Adultos de ácaro-rajado, oriundos da criação mantida no laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa, foram transferidos para as plantas com o auxílio de um pincel fino. Posteriormente, essas plantas foram acondicionadas em gaiolas de estrutura de madeira (0,70 x 0,70 x 0,70 m) revestidas com tela tipo organza (90 µm) mantidas em casa de vegetação na EPAMIG, Viçosa, MG. A medida que a população de ácaros exauriu as plantas, novas plantas foram colocadas dentro da gaiola para infestação natural.

2.2.2. Criação do pulgão-verde

A criação de pulgão-verde foi conduzida em plantas de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata), obtidas por sementeira em bandeja de isopor (128 células) em substrato comercial (Tropstrato®). Após 30 dias da emergência, as plantas foram transplantadas individualmente para vasos (1L) e infestadas com fêmeas adultas de *M. persicae* originadas da criação mantida em casa de vegetação da EPAMIG em Viçosa, MG, com o auxílio de um pincel fino. Essas plantas foram mantidas em gaiolas de estrutura de madeira (0,70 x 0,70 x 0,70 m) revestidas com tela tipo organza (90 µm). A medida que a população de pulgão-verde exauriu as plantas, novas plantas foram colocadas dentro da gaiola para infestação natural.

2.2.3. Criação do predador

As larvas de *C. cubana* foram obtidas da criação mantida no Laboratório de Entomologia (25±2°C, 70±10% UR e 14 horas de fotofase) da EPAMIG, em Viçosa, MG. Essa criação foi estabelecida com insetos oriundos do laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, em 2004 e foi periodicamente revigorada com a introdução de insetos coletados em campo. A criação seguiu a metodologia de Venzon et al. (2006). Os adultos foram mantidos no laboratório, em gaiolas de PVC (15x15 cm) revestidas

com papel toalha branco, fechadas com filme de PVC nas extremidades superiores e as extremidades inferiores foram apoiadas em bandejas de plástico forrada com papel toalha branco. Os adultos foram alimentados com a mistura de levedo de cerveja e mel (1:1), trocada duas vezes por semana. Também foi fornecida água em um frasco de 10 mL com chumaço de algodão. Os ovos foram individualizados em tubos plásticos de 40 mL vedados com filme de PVC na extremidade superior e após a eclosão, as larvas foram alimentadas com pulgões *M. persicae* e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879).

2.3. Experimentos

Todas as emulsões utilizadas nos testes com nematoides foram obtidas por meio da diluição do óleo de erva-baleeira em água destilada e Tween® 80 (0,05%) nas concentrações 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%. Estas diluições foram calculadas pela fórmula química $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ onde, C1 e V1 são a concentração e o volume iniciais, respectivamente, e C2 e V2, a concentração e volume finais, respectivamente.

2.3.1. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao ácaro-rajado

Para avaliar a toxicidade do óleo de erva-baleeira ao ácaro-rajado foram utilizadas arenas constituídas de disco de folha de feijão-de-porco (6 cm de diâmetro) fixados em placa de Petri (9 cm de diâmetro) com solução de carragenina (30g/300mL de água). O disco sendo foi colocado antes que a solução se solidificasse (Fig. 1). As arenas foram pulverizadas com as emulsões nas concentrações testadas em torre de Potter (Potter, 1952), sob a pressão de 5 lb/pol² e com a aplicação de volume igual a 2,5 mL, o que correspondeu a um depósito de $1,70 \pm 0,07$ mg/cm² sobre a superfície tratada. Essa quantidade aplicada está de acordo com o recomendado pela IOBC/WPRS (Internacional Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants/ West Palearctic Regional Section) (Overmeer & van Zon 1982). As arenas pulverizadas foram expostas ao ambiente por uma hora para secagem e

posteriormente, oito fêmeas adultas do ácaro-rajado foram transferidas para cada arena com o auxílio de microscópio estereoscópico e pincel de cerdas finas. As fêmeas adultas foram identificadas pela diferenciação das larvas e dos machos, onde as larvas são de coloração incolor a amarelada, têm tamanho reduzido e possuem três pares de pernas; os machos são menores e possuem o corpo mais esguio que as fêmeas.



Figura 1. Arenas constituídas de disco de folha de feijão-de-porco fixados em placa de Petri com solução de carragenina.

As arenas tratadas foram mantidas em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase). Após seis dias, foi contabilizado o número total de fêmeas adultas do ácaro-rajado, o número de ovos e de formas jovens. Com base nessa contagem, foi determinada a porcentagem de mortalidade, a taxa de oviposição, taxa de eclosão e a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i). O r_i é uma medida direta de crescimento de uma população em um determinado período (Walthall & Stark, 1997) e permite avaliar os efeitos do produto aplicado no desenvolvimento da população (efeitos subletais). O r_i se assemelha a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), sendo que o cálculo do r_i apresenta a vantagem de não ser necessária a confecção da tabela de vida de fertilidade (Stark & Banks,

2003).

O valor positivo de r_i significa que a população está em crescimento, $r_i = 0$ indica estabilidade populacional, enquanto um valor negativo de r_i indica que a população está em declínio e/ou em vias de extinção. O r_i é calculado pela seguinte fórmula:

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Onde: N_f é o número final de indivíduos, N_0 é o número inicial de indivíduos que foram transferidos para cada disco e Δt é o período de duração do experimento (Walthall & Stark, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com trinta repetições e cinco tratamentos. Cada repetição foi representada por uma arena com oito fêmeas do ácaro e os tratamentos consistiam em quatro concentrações do óleo de erva-baleeira e um controle. Como controle foi utilizado água destilada e Tween® 80 (0,05%). O controle foi utilizado para comparação com o desenvolvimento dos ácaros tratados apenas com o veículo empregado na dissolução dos demais tratamentos.

As análises foram realizadas com o programa estatístico R 3.5.0 (R Development Core team, 2018). A mortalidade foi corrigida em relação ao controle pela fórmula de Abbott (1925) e as médias das concentrações do óleo foram submetidos a análise de regressão ($p < 0,05$).

2.3.2. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao pulgão-verde

A toxicidade do óleo de erva-baleeira ao pulgão-verde foi avaliada em discos de folha de couve (*Brassica oleracea* L.) (6 cm de diâmetro), que foram imersos por 5 segundos nas emulsões nas concentrações testadas. Após a imersão, os discos de folhas foram expostos ao ambiente por uma hora para secagem e então transferidos para arenas, constituídas por placas de Petri (6 cm de diâmetro) forradas com algodão úmido (Fig. 2). Posteriormente, cinco

pulgões adultos ápteros foram transferidos para cada disco. As placas foram fechadas e seladas com plástico filme para impedir a fuga dos insetos.



Figura 2. Arenas constituídas de disco de folha de couve em placa de Petri forradas com algodão úmido.

Os discos tratados foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase) e após dois dias foi contabilizado o número de insetos vivo e mortos. Com base nessa contagem foi determinada a porcentagem de mortalidade.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 38 repetições e cinco tratamentos. Cada repetição foi representada por um disco de folha de couve com cinco fêmeas do pulgão e os tratamentos consistiam em quatro concentrações do óleo de erva-baleeira e um controle. Como controle foi utilizado água destilada e Tween® 80 (0,05%), para comparação do desenvolvimento dos ácaros tratados com as emulsões com aqueles tratados apenas com o veículo empregado na dissolução dos demais tratamentos.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico R 3.5.0 (R Development Core team 2018). A mortalidade foi corrigida em relação ao controle pela fórmula de Abbott (1925) e as médias das concentrações do óleo foram submetidos a análise

de regressão ($p < 0,05$).

2.3.3. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao predador

Para a avaliação do efeito do óleo da erva-baleeira sobre *C. cubana*, discos de folhas de couve (9 cm de diâmetro) foram imersos por 5 segundos nas emulsões nas concentrações testadas. Após a imersão, os discos de folhas foram expostos ao ambiente por uma hora para secagem, e então transferidos para arenas, constituídas por placas de Petri (9 cm de diâmetro) forradas com algodão umidecido. Posteriormente, os discos foram infestados com cerca de 40 pulgões ápteros (*M. persicae*). Após uma hora, uma larva de segundo ínstar de *C. cubana* foi transferida para o disco. Após 72 horas, as larvas foram transferidas dos discos para tubos de plástico (7 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e alimentadas com ovos de *A. kuehniella* até a formação da pupa.

Os tubos foram mantidos em sala climatizada (25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase) e as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, por um período de 25 dias, onde foi avaliado a sobrevivência das larvas, a viabilidade da fase larval e a porcentagem de adultos emergidos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com, 38 repetições e dois tratamentos. Cada repetição foi representada por um disco de folha de couve contendo uma larva de *C. cubana* e os tratamentos consistiam do óleo de erva-baleeira na concentração de 1% e um controle. Como controle foi utilizado água destilada e Tween® 80 (0,05%).

As análises foram realizadas no programa estatístico R 3.5.0 (R Development Core team 2018). Para determinar se houve diferença estatística na sobrevivência do predador, foi feita a estimativa das curvas de sobrevivência através de Kaplan-Meier e os contrastes entre os tratamentos foram determinados pelo teste não paramétrico Logrank a 5%.

3. RESULTADOS

3.1. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao ácaro-rajado

As porcentagens de mortalidade do ácaro-rajado *T. urticae* expostos às diferentes concentrações do óleo de erva-baleeira se ajustaram ao modelo quadrático ($F_{2,113} = 67,16$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,5431$; $y = 0,1406 + 171,4812x - 125,3578x^2$; Fig. 3), com aumento na mortalidade até a concentração de 0,75% seguido de uma queda na concentração de 1,0%.

As taxas de oviposição do ácaro-rajado *T. urticae* expostos às diferentes concentrações do óleo de erva-baleeira se ajustaram ao modelo quadrático, com aumento na oviposição na concentração de 0,5% seguido de queda nas demais concentrações ($F_{2,117} = 6,49$; $p < 0,0022$; $r^2 = 0,099$; $y = 13,29 + 127,81x - 127,60x^2$; Fig. 4).

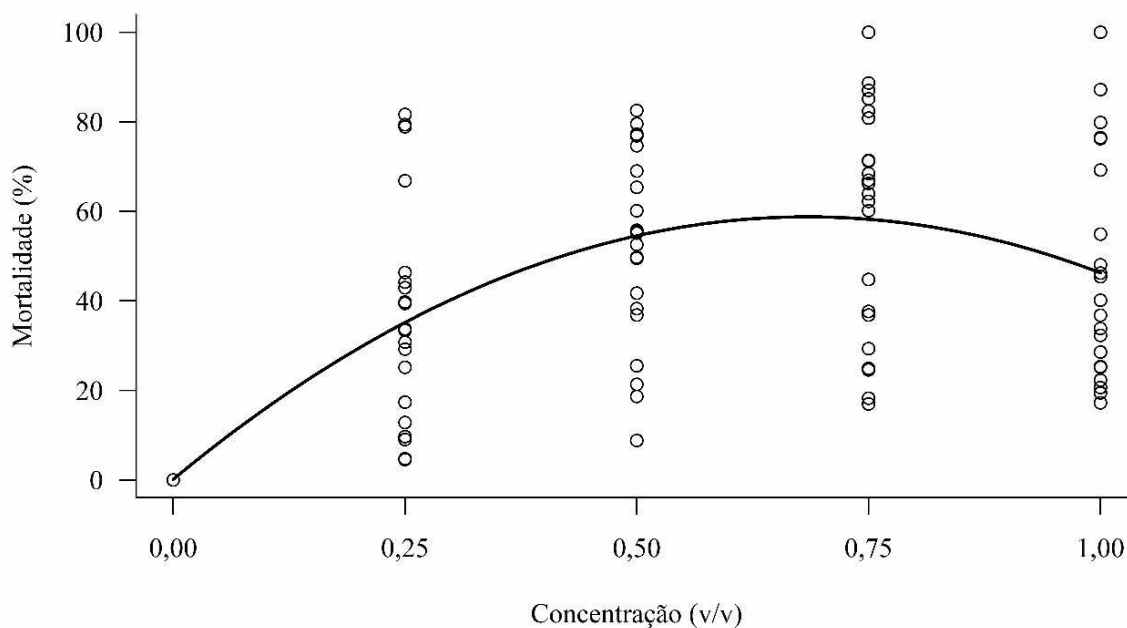


Figura 3. Porcentagem de mortalidade do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do óleo de erva-baleeira ($F_{2,113} = 67,16$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,5431$; $y = 0,1406 + 171,4812x - 125,3578x^2$).

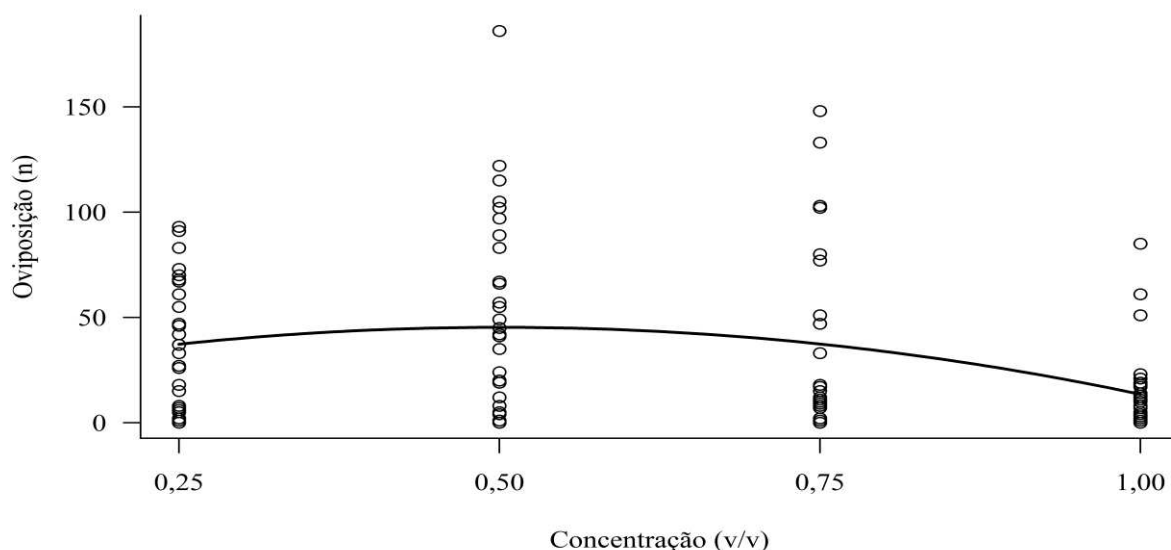


Figura 4. Taxa de oviposição do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações do óleo de erva-baleeira ($F_{2,117}=6,49$; $p<0,0022$; $r^2 = 0,099$; $y=13,29+127,81x-127,60x^2$).

A taxa de eclosão e a taxa instantânea de crescimento populacional tiveram comportamento semelhante ao da taxa de oviposição com ajuste ao modelo quadrático, com um aumento na concentração de 0,5% seguido de queda nas demais concentrações (Eclosão: $F_{2,117}=8,443$; $p=0,0003$; $r^2 = 0,1261$; $y= -2,717+32,240x-29,867x^2$; Fig. 5; Taxa instantânea de crescimento: $F_{1,109}=6,49$; $p=0,0048$; $r^2 = 0,093$; $y= 0,04666+0,79271x-0,74044x^2$; Fig. 6).

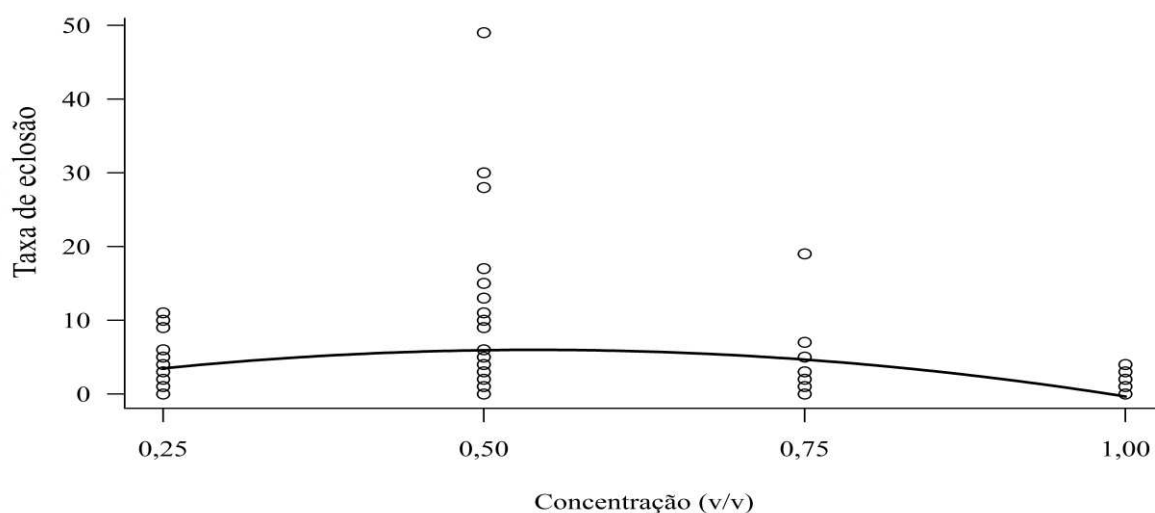


Figura 5. Taxa de eclosão do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações (v/v) do óleo de erva-baleeira ($F_{2,117}=8,443$; $p=0,0003$; $r^2 = 0,1261$; $y=-2,717+32,240x-29,867x^2$).

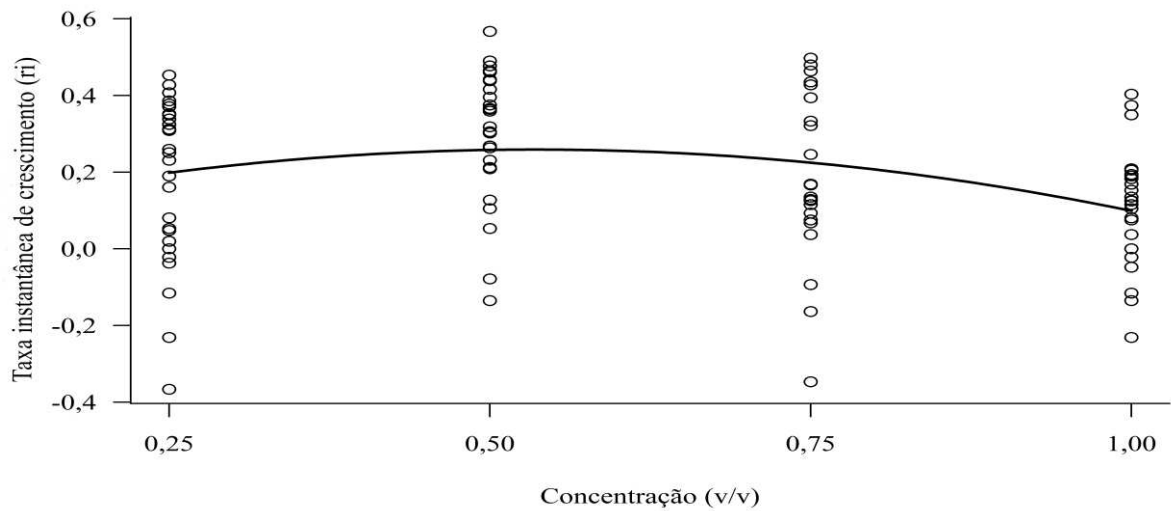


Figura 6. Taxa instantânea de crescimento (r_i) do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, exposto a diferentes concentrações (v/v) do óleo de erva-baleeira ($F_{1,109}=6,49$; $p=0,0048$; $r^2 = 0,093$; $y= 0,04666+0,79271x-0,74044x^2$).

3.2. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao pulgão-verde

A porcentagem de mortalidade do pulgão-verde exposto às diferentes concentrações do óleo de erva-baleeira se ajustou ao modelo quadrático ($F_{2,113} =67,16$; $p<0,0001$; $r^2 = 0,5431$; $y=0,1406+ 171,4812x-125,3578x^2$; Fig. 1), com aumento da mortalidade até a concentração de 0,75% seguido de queda na concentração de 1,0% (Figura 7).

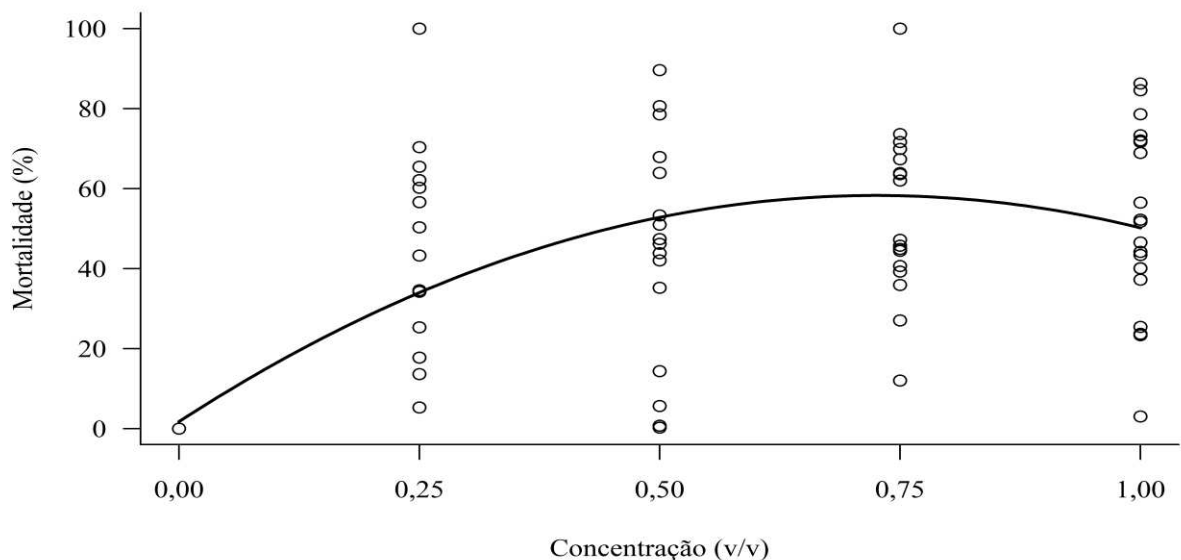


Figura 7. Porcentagem de mortalidade do pulgão-verde, *Myzus persicae*, exposto a diferentes concentrações (v/v) do óleo de erva-baleeira ($F_{2,101} =66,56$; $p<0,0001$; $r^2 = 0,5686$; $y=1,739+ 155,941x-107,489x^2$).

3.3. Toxicidade do óleo da erva-baleeira ao predador

A sobrevivência do predador *C. cubana* diferiu entre os tratamentos ($X^2= 1,1$ $df=1$ $p=0,291$). Larvas expostas ao óleo da erva-baleeira a 1% não tiveram a sobrevivência afetada, não variando em relação ao controle durante os 25 dias de avaliação (Fig. 8).

Das 30 larvas utilizadas no experimento no controle, 29 se tornaram pupas (96,67%) e destas 21 adultos emergiram (72,4%). No tratamento com o óleo de erva-baleeira (1%), 28 larvas se tornaram pupas (93,34%) e destas 19 adultos emergiram (67,85%).

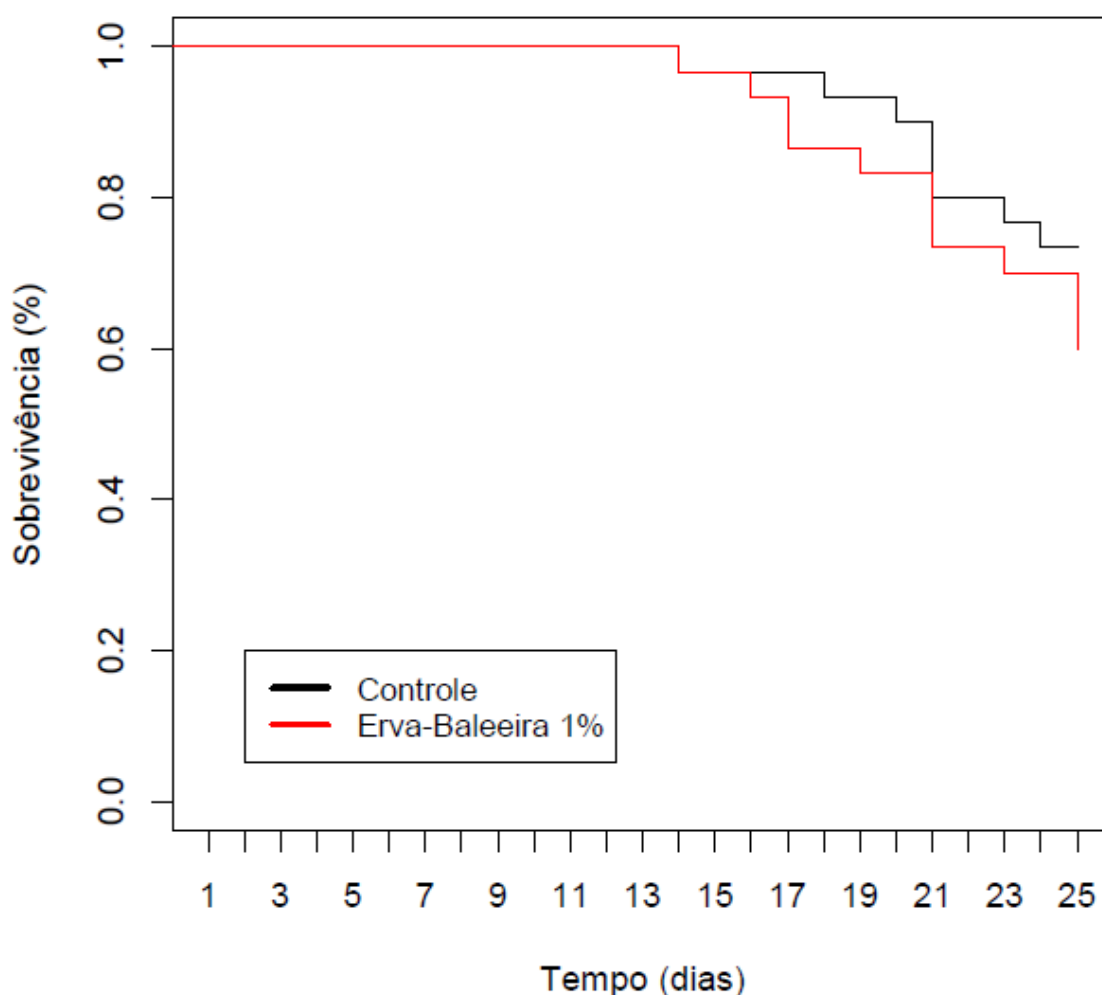


Figura 8. Curvas de sobrevivência Kaplan-Meier de *Ceraeochrysa cubana* expostos ao óleo de erva-baleeira na concentração de 1% (v/v) e água destilada + Tween® 80 (0,05%) (controle).

4. DISCUSSÃO

O óleo essencial de erva-baleeira aumentou a mortalidade dos herbívoros testados, *T. urticae* e *M. persicae*, até a concentração de 0,75%, havendo uma redução na concentração mais alta (1,0%). Tal comportamento pode estar relacionado com o esperado para curvas de dose resposta, que é a representação da relação entre determinados níveis de exposição a um agente de estresse (as concentrações de óleo essencial de erva-baleeira) e proporção de resposta quantitativa de uma população a essa exposição (mortalidade dos herbívoros). Segundo o comportamento de uma curva dose resposta espera-se que exista um ponto em que a população deixará de responder ao agente de estresse (Calabrese, 2004; Kodell, 2009).

Segundo Potenza et al. (2006), a eficiência de produtos de origem vegetal no controle de pragas é considerada satisfatória quando se atinge mortalidades superiores a 60% e excelente quando as mortalidades são superiores a 80%. O óleo essencial da erva-baleeira a 0,75% se encaixa na categoria satisfatória para o ácaro-rajado com uma mortalidade de 62,87%, o que demonstra seu potencial de uso em programas de manejo integrado dessas pragas.

O óleo essencial da erva-baleeira também afetou as taxas de oviposição e eclosão do ácaro-rajado, com menores valores nas maiores concentrações. Esse resultado é desejado para acaricidas utilizados em programas de manejo, pois inviabiliza a praga nos estágios iniciais, diminuindo o ataque às plantas (Esteves Filho et al., 2008). Esses resultados estão de acordo com estudos que comprovam que óleos essenciais agem diretamente no desenvolvimento embrionário dos ovos, causando efeitos ovicida/larvicida (Taponjoui et al., 2005; Ketoh et al., 2005).

Os valores da taxa instantânea de crescimento (r_i) para o ácaro rajado foram baixos nas duas maiores concentrações, apesar de serem valores positivos, o que indica que não ocorre a extinção da população. No entanto, esses valores comprovam que o óleo da erva-baleeira causa diminuição na população do ácaro. Assim, uma estratégia para a sua utilização seria a

aplicação em menor intervalo de tempo e a utilização em conjunto com outro método alternativo de controle (Esteves Filho et al., 2013).

O óleo essencial de erva-baleeira na concentração de 0,75%, ocasionou mortalidade de 60% da população de pulgão-verde, atingindo eficiência considerada satisfatória segundo a classificação de Potenza et al. (2006) para os produtos de origem vegetal.

Os resultados obtidos nesse trabalho ressaltam o potencial de uso da erva-baleeira como método alternativo de controle, o que está de acordo com outros trabalhos utilizando a erva-baleeira. Mohammed & Chadee (2007) estudaram o efeito larvicida do extrato de várias plantas sobre *Aedes aegypti*, e a erva-baleeira apresentou a maior toxicidade para as larvas dentre as espécies testadas ($CL_{50} = 19,5\%$). Santos et al. (2006) e Acirole (2009) também estudaram o efeito larvicida da erva-baleeira sobre *A. aegypti*, utilizando o óleo essencial nas concentrações de 100 ppm e 43,5 ppm e ambos observaram mortalidades de 98,7%.

A solubilidade em lipídios que os óleos essenciais apresentam permite a ruptura e penetração dos mesmos através da matriz lipoproteica da membrana celular do inseto (Satyan et al. 2009). De maneira geral, o modo de ação dos óleos essenciais pode ser tanto em enzimas digestivas e neurológicas como também interagir com o tegumento do inseto (Koul et al., 2013). Esses modos de ação estão diretamente ligados aos compostos terpenos presentes nos óleos (Isman, 2006). Os trabalhos presentes na literatura estudando especificamente a ação de variados terpenos, fazem referência a ações como substâncias neurotóxicas aos insetos, inibidores da acetil-colinesterase, inibidores ou retardadores de crescimento, danos na maturação, redução da capacidade reprodutiva, supressores de apetite, podendo levar à morte por inanição ou toxicidade direta (Viegas Júnior, 2003; Tsukamoto et al., 2005)

Os monoterpenos, constituintes majoritários do óleo de erva-baleeira, são substâncias com alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos ocasionando alterações de ordem fisiológica e comportamental nos insetos (Prates & Santos, 2002). A

penetração dessas substâncias no organismo dos insetos pode ocorrer pela via respiratória, pela cutícula do inseto ou por via digestiva (Prates et al. 1998). Trabalhos estudando o composto α -Pineno, um dos monoterpenos encontrado em maior quantidade no óleo essencial de erva-baleeira, demonstraram suas propriedades acaricidas e obtiveram diferentes taxas de mortalidade para diferentes insetos em diferentes estágios de desenvolvimento (Viegas Júnior, 2003; Iori et al., 2005). Os sesquiterpenos, segundo constituinte majoritário do óleo essencial da erva-baleeira, são conhecidos por sua importante atividade larvicida e alguns trabalhos mostram uma ação de repelência (Simas et al. 2004; Yajima et al. 2007).

O óleo essencial da erva-baleeira não afetou significativamente a sobrevivência de *C. cubana*, nem a viabilidade larval e emergência dos adultos. Esse resultado é de grande relevância pois produtos de origem vegetal nem sempre são inócuos aos inimigos naturais, mesmo sendo derivados de uma planta. Esses produtos são xenobióticos, portanto os produtos da biotransformação são potencialmente tóxicos (Saito & Luchini, 1998; Lapa et al., 2000). Um exemplo disso são os resultados encontrados por outros autores para esta espécie quando exposta a produtos derivados do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.). Cordeiro et al. (2010) demonstraram que o produto NeemPro® (10 g L⁻¹ i.e.) ocasionou efeitos letais e repelentes à *C. cubana*; Cosme et al. (2009) verificaram que adultos dessa espécie pulverizados com óleo de nim nas concentrações 1,0 e 2,0% tiveram mortalidade significativa ao longo do tempo.

No manejo de pragas, a manutenção de inimigos naturais é indispensável como fator de equilíbrio das populações de insetos e ácaros nos agroecossistemas. Os inimigos naturais atuam no controle dessas populações, reduzindo a necessidade da utilização intensiva de produtos químicos (Degrande & Gomes, 1990). Produtos fitossanitários de largo espectro de ação são apontados como a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, por isso o controle de pragas deve ser feito através do manejo eficiente do sistema, priorizando o uso de produtos seletivos, capazes de controlar as pragas sem afetar os agentes

de controle biológico (Degrande et al., 2002).

Esses fatores ressaltam a importância dos resultados obtidos nesse trabalho para o manejo eficiente de pragas, além do óleo essencial de erva-baleeira controlar de forma satisfatória os herbívoros estudados também foi inócuo ao inimigo natural. Tanto o ácaro-rajado quanto o pulgão apresentam resistência a vários dos inseticidas químicos utilizados atualmente no seu controle (Kim et al., 2006; Sato et al., 2007; Bass et al., 2014), levando ao aumento das doses aplicadas e na regularidade de aplicação. O óleo essencial possui volatilização mais rápida, o que resulta em menores chances de seleção de populações resistentes, reduz os riscos de contaminação e o torna mais seletivo a inimigos naturais (Hincapié et al., 2008; Veronez et al., 2012). Além disso, a toxicidade de óleos essenciais deve-se também à sua ação sobre o sítio octopaminérgico, que inibe ou estimula a octopamina, um neurotransmissor existente apenas em invertebrados, tornando o seu uso pouco tóxico para seres humanos diminuindo os riscos para consumidores e aplicadores (Tripathi et al., 2009).

Baseado nesses resultados o óleo essencial de erva-baleeira pode ser utilizado como alternativa aos produtos químicos no manejo dessas pragas, podendo ser utilizado juntamente a outros métodos de controle, como o controle biológico. Mais estudos se fazem necessários para testar outras concentrações, verificar quais seriam seus efeitos em condições de campo e sua ação repelente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267. 1965.
- ACIOLE, S.D.G. Avaliação da atividade inseticida dos óleos essenciais das plantas amazônicas Annonaceae, Boraginaceae e de mata atlântica Myrtaceae como alternativa de controle às larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). Lisboa: Universidade de Lisboa, 2009. Dissertação (Mestrado).
- AOYAMA, E.M.; LABINAS, A.M. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 365-386, 2012.
- BARBOSA, F.S. Plantas medicinais: efeito sobre insetos-praga e seus inimigos naturais. Montes Claros: UFMG, 2007. 81p. Tese (Mestrado).
- BASS, C.; PUINEAN, A. M.; ZIMMER, C. T.; DENHOLM, I.; FIELD, L. M.; FOSTER, S. P.;... & WILLIAMSON, M. S. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. **Insect biochemistry and molecular biology**, v. 51, p. 41-51, 2014.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. 2nd. ed. John Wiley & Sons: Chichester, 2000. 466 p.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 9-17, 2005.
- CALABRESE, E.J. Hormesis: from marginalization to mainstream: a case for hormesis as the default dose-response model in risk assessment. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 197, n. 2, p. 125-136, 2004.
- CARVALHO-JÚNIOR, P.D.; RODRIGUES, R.F.O.; SAWAYA, A.C.H.F.; MARQUES, M.O.M.; SHIMIZU, M.T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, p. 297-301, 2004.
- CORDEIRO, E.M.G.; CORREA, A.S.; VENZON, M.; GUEDES, R.N.C. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, v. 81, p. 1352-1357, 2010.
- COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P.; PARREIRA, D.S. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).

- Arquivo do Instituto Biológico**, v. 76, p. 233-238, 2009.
- DEGRANDE, P. E.; GOMES, D.R.S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agrotécnica**, p.8-13, 1990.
- DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. & BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil**. São Paulo, Manole, 2002. p. 71 – 93.
- DEVINE, G.J.; BARBER, M.; DENHOLM, I. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, v. 57, p. 443-448, 2001.
- DORKELD, F.; MIGEON, A. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. 2013. Disponível em: <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em 16 jun. 2018.
- ESTEVES FILHO, A.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM JR, M.G.C. Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. **BioAssay**, v. 3, 2008.
- ESTEVES FILHO, A.; DE OLIVEIRA, J.V.; MATOS, C.H.C. Eficiência residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch, em algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, 2013.
- FARMACOPEIA BRASILEIRA. 5 ed. Vol. 1 e 2. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. 808p. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/index.htm. Acesso em: 19 out. 2017.
- FERNANDES, E.S.; PASSOS, G.F.; MEDEIROS, R.; CUNHA, F.M.; FERREIRA, J.; CAMPOS, M.M.; PIANOWSKI, L.F.; CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology**, v. 569, p. 228–236. 2007.
- FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 6 ed. São Paulo: Nobel, 189 p. 1989.
- FOGEL, M.N.; SCHNEIDER, M.I.; RIMOLDI, F.; LADUX, L.S.; DESNEUX, N.; RONCO,

- A.E. Toxicity assessment of four insecticides with different modes of action on pupae and adults of *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), a relevant predator of the Neotropical Region. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n. 15, p. 14918-14926, 2016.
- GODFREY, L. D.; ROSENHEIM, J. A.; GOODELL, P. B. Cotton aphid emerges as major pest in SJV cotton. **California Agriculture**, Oakland, v. 54, n. 6, p. 26-29, 2000.
- GONÇALVES, M.E.C.; OLIVEIRA, J.V.; BARROS, R.; LIMA, M.P.L. Extratos aquosos de plantas e o comportamento do ácaro verde da mandioca. **Sci. Agric.** v. 58, p. 475-479. 2001.
- GORMAN, K.; HEWITT, F.; DENHOLM, I.; DEVINE, G.J. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. **Pest Manag. Sci.**, v. 58, p. 123-130. 2002.
- HINCAPIÉ, C.A.; LÓPEZ, G.E.; TORRES CH., R. Comparison and characterization of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, p.317-327, 2008.
- IORI, A.; GRAZIOLI, D.; GENTILE, E.; MARANO, G.; SALVATORE, G. Acaricidal properties of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* Cheel (tea tree oil) against nymphs of *Ixodes ricinus*. **Veterinary Parasitology**, v. 129, n. 1-2, p. 173-176, 2005.
- ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v.51, p.45-66, 2006.
- KASPROWICZ, L.; MALLOCH, G.; PICKUP, J.; FENTON, B. Spatial and temporal dynamics of *Myzus persicae* clones in fields and suction traps. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2008.
- KETOH, G.K.; KOUMAGLO, H.K.; GLITHO, I.A. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). **Journal of Stored Products Research**, v.41, n.4, p.363-371, 2005.
- KIM, M.;SIM, C.;SHIN, D.;SUH, E.;CHO, K. Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. **Crop Protection**, v. 25, n. 6, p. 542-548, 2006.
- KODELL, R.L. Replace the NOAEL and LOAEL with the BMDL 01 and BMDL

10. **Environmental and Ecological statistics**, v. 16, n. 1, p. 3-12, 2009.

KOUL, O.O.; SINGH, R.; KAUR, B.; KANDA, D. Comparative study on the behavioral response and acute toxicity of some essential oil compounds and their binary mixtures to larvae of *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura* and *Chilo partellus*. **Ind. Crop Prod.**, v. 49, p. 428-436. 2013.

LAPA, A.J.; SOUCCAR, C.; LIMA-LANDMAN, M.T.R.; GODINHO, R.O.; LIMA, T.C.M. Farmacologia e toxicologia de produtos naturais. In. SIMOES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.M.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R., **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. Ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000. cap.11, p.181-196.

LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 971-978, jul./ago. 2004.

LUZ, J.M.Q.; SHINZATO, A.V.; SILVA, M.A.D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **BioScience Journal**, v.23, n.2, p.7-15, 2007.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. de. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, São Paulo, v.69, n.2, p. 103-106, jul./dez. 2007.

MATIAS, E.F.F.; SANTOS, K.K.A.; FALCÃO-SILVA, V.S.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.P.; COSTA, J.G.; COUTINHO, H.D. Modulation of the norfloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* by *Cordia verbenaceae* DC. **Indian Journal of Medical Research**, v.137, p.178–182, 2013.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145- 149, jan./mar. 2003.

MECCIA, G.; ROJAS, L.B.; VELASCO, J.; DÍAZ, T.; USUBILLAGA, A.; ARZOLA, J.C.; RAMOS, S. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural product communications**. v. 4, n. 8, p. 1119-1122. 2009.

MILLER, A.L., TINDALL, K.; LEONARD, B.R.. Bioassays for monitoring insecticide resistance. **Journal of visualized experiments: JoVE**, n. 46, 2010.

MING, L.C.; FIGUEIREDO, R.O.; MACHADO, S.R.; ANDRADE, R.M.C. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae. **Acta Horticulturae**, v. 426, p. 555-559, 1996.

MOHAMMED, A.; CHADEE, D.D. An evaluation of some Trinidadian plant extracts against larvae of *Aedes aegypti* mosquitoes. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 23, n. 2, p. 172-176, 2007.

MORAES, G.J. de; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288p.

MOREIRA, M.D.; PIKANÇO, M.C.; SILVA E.M.; MORENO, S.C.; MARTINS, J.C. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T.J.P.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**, 2005. p.89-120.

OVERMEER, W.P.J.; VAN ZON, A.Q. A standardized method for testing the side effect of pesticides on the predaceous mite, *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). **Entomophaga**. v. 27, p. 357-364. 1982.

PASSOS, G.F.; FERNANDES, E.S.; CUNHA, F.M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L.F.; CAMPOS, M.M.; CALIXTO, J.B. Antiinflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, p. 323–333. 2007.

PEIXOTO, M.F.; BARBOSA, R.V.; OLIVEIRA, R.R.C.; FERNANDES, P.M.; COSTA, R.B. Amostragem do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) e eficiência de acaricidas no seu controle na cultura do algodoeiro irrigado. **Bioscience J**. v.25, p.24-32. 2008.

POTTER, C. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray films. **Annals of Applied Biology**, v. 39, p. 1-29, 1952.

POTENZA, M.R.; GOMES, R.C.O.; JOCYS, T.; TAKEMATSU, A.P.; RAMOS, A.C.O. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836)(Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivos do instituto Biológico**, v. 73, n. 4, p. 455-459, 2006.

PRATES, H.T.; SANTOS, J.P.; WAQUIL, J.M.; FABRIS, J.D.; OLIVEIRA, A.B.; FOSTER,

J.E. Insecticidal activity of monoterpenes against *Ryzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.34, p. 243-249, 1998.

PRATES, H. T.; SANTOS, J.P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, p. 443–461. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas: IBG, 1000 p. 2002

RAJABASKAR, D.; WU, Y.; BOSQUE-PÉREZ, N. A.; EIGENBRODE, S.D. Dynamics of *Myzus persicae* arrestment by volatiles from Potato leafroll virus-infected potato plants during disease progression. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.148, n.2, p.172-181, 2013.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Interações-Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, n. 2, p. 43-50, mar./ago. 2001.

RONCO, A.E.; CARRIQUIRIBORDE, P.; NATALE, G.S.; MARTIN, M.L.; MUGNI, H.; BONETTO, C. Integrated approach for the assessment of biotech soybean pesticides impact on low order stream ecosystems of the Pampasic Region. **Ecosystem ecology research**, p. 209-239. 2008.

SANTOS, A.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

SANTOS, R.P.; NUNES, E.P.; NASCIMENTO, R.F.; SANTIAGO, G.M.P; MENEZES, G.H.A; SILVEIRA, E.R.; PESSOA, O.D.L. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the northeast of Brazil. **J Braz Chem Soc**, v. 17, p. 1027–1030. 2006.

SAITO, M.L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. 46 p.

SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; CANGANI, K. G.; RAGA, A. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**, v. 66, p. 89-95. 2007.

SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; SILVA, R. B.; SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a Abamectin e Fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. **Arquivos do**

Instituto Biológico, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 217-223, abr./jun., 2009.

SATYAN, R.S.; MALARVANNAN, S.; EGANATHAN, P; HAJALAKHSMI, S.; PARIDA, A. Growth inhibitory activity of fatty acid methyl esters in the whole seed oil of Madagascar periwinkle (Apocynaceae) against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, p. 102– 120. 2009.

SCHNEIDER, M.I.; SMAGGHE, G.; PINEDA, S.; VINUELA, E. Action of insect growth regulator insecticides and spinosad on life history parameters and absorption in third-instar larvae of the endoparasitoid *Hyposoter didymator*. **Biological Control**, v. 31, n. 2, p. 189-198. 2004.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa, MG, 135 p. 2000.

SIMAS, N.K.; LIMA, E.C.; CONCEIÇÃO, S.R.; KUSTER, R.M.; FILHO A.M.O. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue- atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**. v. 27, n. 1, p. 46-49.2004

SOUZA, B.; SANTA-CECILIA, L.V.C.; CARVALHO, C.F. Seletividade de alguns inseticidas e acaricidas a ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.11, p.775. 1996.

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual review of entomology**, v. 48, n. 1, p. 505-519, 2003.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Econ. Entomology**, v. 94, p. 1577-1583. 2001.

TAPONDJOU, L. A. et al., Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, p.91-102, 2005.

TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S.; BHUIAN, M.; BHATTACHARYA, P. R. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v.1, p.52-63, 2009.

TSUKAMOTO, T.; ISHIKAWA, Y.; MIYAZAWA, M. Larvicidal and adulticidal activity of alkylphthalide derivatives from rhizome of *Cnidium officinale* against *Drosophila melanogaster*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 5549- 5553, 2005.

VASCONCELOS, G.J.N.; GODIN JUNIOR, M.G.C.; BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1353-1359, 2006.

VENZON, M.; ROSADO, M.C.; EUZÉBIO DE SOUZA, B.; SCHOEREDER, J.H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 371–376. 2006

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PINTO, C.M.F.; OLIVEIRA, R.M.; BONOMO, I.S. Insumos alternativos para o controle de pragas e doenças. **Informe agropecuário**, v. 31, p. 108-115, 2010.

VERONEZ, B. Efeito de compostos sintéticos e naturais sobre *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e resistência do ácaro-praga a espiromesifeno. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio)- Instituto Biológico, São Paulo, 2011.

VERONEZ, B.; SATO, M.E.; NICASTRO, R.L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.511-518, 2012.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v.26, p.390- 400, 2003.

WALTHALL, W.K.; STARK, J.D. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. **Environmental Toxicology Chemistry**, v. 16, p. 1068–1073, 1997.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GALTALDO JÚNIOR, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do ácaro-rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 51, n. 1, p. 75-81, jan./abr. 1994.

YAJIMA, A.; YAMAGUCHI, A.; SAITOU, F.; NUKADA, T.; YABUTA, G. Asymmetric

synthesis of abictanediterpenoids via β -alkyl suzuki-Miyaura coupling. Formal total asymmetric synthesis of 12- deoxyroyleanone and cryptoquinone. **Tetrahedron**, v. 63, n. 5, p. 1080-1084. 2007.

CAPÍTULO 2

Toxicidade do óleo essencial de erva-baleeira ao nematoide das galhas

RESUMO – O nematoide das galhas *Meloidogyne javanica* Chitwood tem grande importância na agricultura, pois causa grandes perdas em diversas culturas. O seu controle é realizado com nematicidas sintéticos de eficácia temporária, alto custo e que causam danos ao meio ambiente, principalmente devido a persistência no solo. Devido a esses fatores, têm-se aumentado os estudos sobre a utilização de extratos vegetais e óleos essenciais, principalmente de plantas medicinais como alternativa de controle. A erva-baleeira, *Varronia curassavica* Jacq., é uma planta com propriedades medicinais amplamente comprovadas e possibilidade de uso na atratividade de insetos benéficos, caracterizando-a como uma planta que pode fornecer vários recursos. Objetivou-se nesse trabalho avaliar em laboratório a toxicidade do óleo essencial da erva-baleeira ao nematoide das galhas *M. javanica*, destacando-a como uma planta que pode ser utilizada no controle de diversos organismos-praga. Foram realizados testes para avaliação do efeito de diferentes concentrações do óleo essencial de *V. curassavica* (0,25%, 0,5%, 0,75% e 1,0%) sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio e a atividade nematostática e nematicida. Foram feitas quatro avaliações com intervalo de três dias, totalizando 10 dias de experimento. A eclosão de juvenis variou ao longo do tempo de exposição às diferentes concentrações, sendo observado um efeito de estímulo à eclosão nos últimos dias da avaliação do experimento, nas três menores concentrações. A concentração de 0,75% do óleo essencial reduziu em 88% a taxa de eclosão no 1º dia após a montagem do experimento. Nenhuma das concentrações causaram mortalidade ou imobilização dos juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. Conclui-se que o óleo essencial de erva-baleeira nas concentrações testadas não pode ser indicado para o controle do nematoide das galhas *M. javanica*.

Palavras-Chave: *Varronia curassavica*, óleo essencial, *Meloidogyne javanica*.

1. INTRODUÇÃO

Nematoides fitopatogênicos causam grande perdas econômicas na agricultura de todo o mundo, provocando queda significativa na produtividade e na qualidade dos produtos agrícolas (Hussey, 1985; Manso et al., 1994). Os nematoides do gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Nematoda: Meloidogynidae), também conhecidos como nematoides das galhas, são considerados os mais importantes do mundo (Hunt & Handoo, 2009). São conhecidas mais de 90 espécies do gênero *Meloidogyne* com extensa gama de hospedeiros que inclui mais de 2000 espécies de plantas monocotiledôneas, dicotiledôneas, herbáceas e lenhosas, afetando numerosas culturas em todo o mundo (Hunt & Handoo, 2009; Lima-Medina, 2013). Dentre as espécies mais importantes desse gênero estão *M. incognita* Chitwood 1949, *M. javanica* Chitwood 1949, *M. arenaria* Chitwood, 1949 e *M. hapla* Chitwood 1949 por serem distribuídas em todo o mundo, pela sua alta capacidade de reprodução e pelos danos econômicos causados na agricultura mundial (Castro et al., 2003; Silva & Santos, 2007; Lima-Medina, 2013).

Os sintomas característicos em decorrência do ataque dos nematoides do gênero *Meloidogyne* aparecem nas raízes e outros órgãos subterrâneos, que quando atacados pelo nematoide sofrem engrossamento no ponto de penetração do juvenil originando as galhas típicas. Ao se alimentarem, os nematoides atuam na formação das células gigantes na região vascular da raiz, o que causa redução na quantidade de água e de nutrientes disponíveis para a planta (Zimmerman & McDonough, 1978). Com isso, surgem os sintomas reflexos na parte aérea das plantas que apresentam crescimento reduzido, diminuição na área foliar, deficiência mineral, murcha mais acentuada durante o período mais quente do dia e baixa produtividade (Gonçalves et al., 1995).

O controle de nematoides é muito complexo. Em primeiro lugar, medidas preventivas devem ser tomadas com a finalidade de evitar a introdução desses organismos em

áreas onde ainda não estão presentes. Após a introdução dos nematoides na área de cultivo, outras medidas de controle devem ser adotadas para minimizar os prejuízos por eles causados (Ferraz et al., 2001; Ferraz & Freitas, 2004). A medida mais utilizada é o controle químico, porém os nematicidas são caros, apresentam persistência no solo, causam danos ambientais como a contaminação da água de lençóis freáticos e são extremamente prejudiciais à saúde do homem e de animais (Ferraz & Freitas, 2004).

Devido à complexidade em relação ao controle de nematoides do gênero *Meloidogyne*, métodos alternativos como o uso de extratos vegetais e de óleos essenciais, de diferentes espécies e partes de plantas, têm sido estudados para o manejo desses fitopatógenos (Carboni & Mazzonetto, 2013; Moreira et al., 2009; Steffen et al., 2008). Os óleos essenciais podem atuar diretamente na eclosão e/ou mortalidade dos nematoides no solo (Bosenbecker, 2004), podem ser absorvidos pelas plantas que alteram os exsudados liberados pelas raízes que servem como forma de orientação para que o nematoide encontre seu hospedeiro para se alimentar ou, podem também, induzir a resistência nas plantas ao ataque do nematoide (Stangarlin et al., 2008).

Muitas plantas com propriedades medicinais comprovadas estão sendo pesquisadas por possuírem compostos secundários com propriedades nematicidas que podem ser utilizados como fonte alternativa no controle desses patógenos (Menezes, 2005). A erva-baleeira *Varronia curassavica* Jacq., pertencente à família *Boraginaceae*, é uma espécie arbustiva aromática, perene e nativa do Brasil (Lorenzi & Matos, 2008; Gasparino & Barros, 2009). Possui atividade terapêutica comprovada, sendo utilizada na medicina popular na forma de chás ou infusões, como anti-inflamatório, analgésico, antiulcerogênico e cicatrizante (Souza et al., 2004; Lorenzi & Matos, 2008). Além disso, vários estudos comprovam suas propriedades medicinais antimicrobianas (Carvalho Jr. et al., 2004; Hernandez et al., 2007; Matias et al., 2013), anti-inflamatórias, antirreumáticas, analgésicas e tônicas (Lameira et al., 1997;

Medeiros et al., 2007).

Além de suas propriedades medicinais, a erva-baleeira pode ser indicada para a utilização na diversificação de plantios, pois suas inflorescências atraem uma gama de artrópodes, dentre eles polinizadores e inimigos naturais (Venzon et al., 2018). A inserção de plantas para utilização no manejo de propriedades é mais aceita pelos produtores quando essa pode fornecer mais de um benefício, seja em retorno ao produtor ou ao meio ambiente. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial nematicida do óleo essencial da erva-baleeira, no controle do nematoide *M. javanica*, aumentando o seu caráter multifuncional, para utilização no manejo de diversos agentes patogênicos na agricultura agroecológica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção do óleo essencial de erva-baleeira

As folhas de erva-baleeira para extração do óleo foram colhidas, de plantas adultas que se encontram estabelecidas, desde 2014, no município de Oratórios, MG (Latitude 20° 25' 50" S e longitude 42° 48' 20" W) no Campo Experimental Vale do Piranga, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). As colheitas foram feitas no período de agosto de 2017 a março de 2018, no período da manhã (entre 9:00 e 11:00 horas) em datas aleatórias. As folhas eram armazenadas em sacos plásticos abertos e transportadas o mais rápido possível para processamento, afim de evitar a perda de compostos presentes no óleo essencial por volatilização.

Após cada colheita, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel kraft e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado com temperatura de 40 °C (Silva & Casali, 2000) até peso constante. Ao final da secagem, os sacos de papel foram embalados individualmente em embalagens de polietileno, vedados e levados para o Laboratório de Plantas Medicinais da EPAMIG, em Viçosa, MG, para a extração do óleo essencial.

A extração do óleo essencial foi feita utilizando o processo de hidrodestilação, em

aparelho do tipo Clevenger (Farmacopeia Brasileira, 2010). Nesse processo foi colocado 50 g de folhas secas acrescidas de 1000 mL de água destilada em balão volumétrico de fundo redondo (Ming et al., 1996), que foi aquecido até a ebulição, conduzindo os vapores d'água e os compostos voláteis até o sistema de condensação, onde ocorreu a separação do óleo essencial da água por diferença de densidade (Santos et al., 2004). Cada extração teve duração de 2 horas e 30 minutos após o início da ebulição. O solvente utilizado para as reextrações foi o pentano PA.

O produto da hidrodestilação consistia de hidrolato e pentano-óleo. Esse produto foi colocado em funil de separação com 20 mL de pentano. O funil foi agitado 10 vezes para promover a liberação do gás formado dentro do mesmo, sendo que esta ação foi repetida três vezes. A separação do hidrolato e do pentano-óleo se deu pela diferença de densidade dos dois compostos. O hidrolato retirado foi colocado novamente no funil de separação juntamente com 20 mL de pentano, a fim de se extrair quantias remanescentes de óleo essencial. Esse processo foi repetido três vezes e no final o hidrolato foi descartado. Para retirar qualquer vestígio de água que ainda possa ter ficado, foi adicionado carbonato de sódio anidro ao pentano-óleo até o material deslizar no fundo do becker. Depois de alguns minutos em repouso, a solução foi filtrada e concentrada em evaporador rotativo a 30°C, sob pressão reduzida até a redução expressiva do volume do solvente. O óleo obtido foi transferido para um frasco de 5 mL, aberto em temperatura ambiente até evaporação total do solvente (aproximadamente 24 horas). Após todo o procedimento de extração, os frascos contendo óleo essencial da erva-baleeira foram devidamente vedados e armazenados em freezer (-20 °C).

2.2. Multiplicação do inóculo de *M. javanica*

O inóculo inicial do nematoide foi obtido no Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Viçosa, proveniente de população pura, previamente confirmada por eletroforese e foi multiplicado em plantas de tomate da variedade Santa Cruz 'Kada'. Mudas

de tomate com aproximadamente 20 dias foram transplantadas para vasos (4L) contendo uma mistura de solo e areia esterilizada (substrato) em autoclave na proporção 1:1 (v:v). Em seguida, foi realizada a infestação do substrato de cada vaso com 5000 ovos de *M. javanica*, por meio da irrigação do mesmo com a suspensão de ovos. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e durante a condução da cultura para multiplicação do inóculo foram realizadas irrigações diárias. Os tratos culturais, como o arranquio de plantas espontâneas e tutoramento das plantas foram realizados sempre que necessários.

2.2.1. Obtenção da Suspensão de Ovos de *M. javanica*

Aproximadamente 70 dias após o transplante das mudas de tomate e a infestação do substrato com o nematoide, foi realizada a extração de ovos pelo método de Hussey & Barker (1973) modificado por Boneti e Ferraz (1981). As raízes infestadas foram lavadas cuidadosamente em água corrente e posteriormente, foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 2 cm, homogêneas e trituradas em liquidificador à baixa velocidade, durante 20 segundos. A suspensão resultante foi então passada por duas peneiras granulométricas sobrepostas, sendo a superior de 100 'mesh' (com abertura de 0,074 mm) e a inferior de 500 'mesh' (com abertura de 0,025 mm). A suspensão retida na última peneira foi lavada com água, recolhida em um béquer e sua concentração foi ajustada em 500 ovos por mL, com o auxílio da câmara de Peters em microscópio estereoscópico, para a utilização no teste de avaliação da taxa de eclosão de juvenis do nematoide em diferentes concentrações do óleo essencial de erva-baleeira.

2.2.2. Obtenção da Suspensão de Juvenis de Segundo Estádio de *M. javanica*

Na obtenção de juvenis de segundo estágio foi realizada a extração dos ovos conforme a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973), adaptada por Boneti & Ferraz (1981) como descrita no item anterior. A suspensão de ovos foi colocada sobre uma peneira pequena

de plástico, coberta com uma folha de papel toalha macia dobrada, apoiada na borda superior de um funil acoplado a uma mangueira de borracha cirúrgica fechada com uma presilha de plástico. Foi acrescentada água na peneira contendo a suspensão de ovos até cobrir parcialmente a suspensão (Baermann, 1917) que foi mantida em repouso em câmara de crescimento a 26°C por dois dias. O líquido, contendo a suspensão de juvenis de segundo estágio do nematoide, foi recolhido em béquer e sua concentração foi ajustada em 500 juvenis por mL, com o auxílio da câmara de Peters em microscópio estereoscópico, para a utilização no teste de avaliação da atividade nematicida do óleo essencial de erva-baleeira sobre os juvenis do nematoide.

2.3. Experimentos

Todas as emulsões utilizadas nos testes com nematoides foram obtidas por meio da diluição do óleo de erva-baleeira em água destilada e Tween® 80 (0,05%) nas concentrações 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0%. Estas diluições foram calculadas pela fórmula química $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ onde, C1 e V1 são a concentração e o volume iniciais, respectivamente, e C2 e V2, a concentração e volume finais, respectivamente.

2.3.1. Toxicidade do óleo de erva-baleeira sobre a eclosão de juvenis de *M. javanica* in vitro

Para avaliar o efeito do óleo essencial de erva-baleeira sobre a eclosão de juvenis de *M. javanica*, 200µL de suspensão contendo aproximadamente 100 ovos do nematoide foi colocado em uma cavidade de lâmina de vidro escavada contendo nove cavidades de 18 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade por lâmina. Sobre a suspensão de ovos do nematoide, contida em cada cavidade, foi adicionado 200µL da emulsão do óleo nas concentrações testadas.

As lâminas foram colocadas, separadamente, dentro de recipientes de plástico fechados, que foram mantidos em câmara de crescimento a 26°C por 10 dias. As avaliações foram feitas 24 horas após a montagem do experimento e a cada três dias foram feitas novas avaliações

onde foi contabilizado o número de juvenis eclodidos e de ovos remanescentes com auxílio de microscópio estereoscópio, calculando-se a porcentagem de eclosão de juvenis de acordo com a fórmula:

$$\text{Porcentagem de eclosão} = [\text{n}^\circ \text{ de juvenis} / (\text{n}^\circ \text{ de juvenis} + \text{n}^\circ \text{ de ovos})] \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos. Cada repetição foi representada por uma cavidade da placa escavada e os tratamentos consistiam em quatro concentrações do óleo de erva-baleeira e controle. Como controle foi utilizado água destilada e Tween® 80 (0,05%).

As análises foram realizadas no programa estatístico R 3.5.0 (R Development Core team 2018). As médias foram submetidas a ANOVA e teste de Tukey a 5%.

2.3.2. Avaliação da atividade nematicida do óleo essencial de erva-baleeira sobre os juvenis de *M. javanica* in vitro

Para avaliar a atividade nematicida do óleo essencial de erva-baleeira sobre juvenis de segundo estágio de *M. javanica*, 200µL de suspensão contendo aproximadamente 100 juvenis de segundo estágio do nematoide foi colocado em uma cavidade de uma lâmina de vidro escavada contendo nove cavidades de 18 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade por lâmina. Sobre a suspensão de juvenis do nematoide, contida em cada cavidade, foi adicionado 200µL ml da emulsão do óleo nas concentrações testadas.

As lâminas foram colocadas, separadamente, dentro de recipientes de plástico fechados, que foram mantidos em câmara de crescimento a 26°C por 24 horas. Decorridas 24 horas, foi realizada a avaliação determinando-se a porcentagem de juvenis vivos (móveis) e mortos (imóveis) em cada tratamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos. Cada repetição foi representada por uma cavidade da placa

escavada e os tratamentos consistiam em quatro concentrações do óleo de erva-baleeira e controle. Como controle foi utilizado água destilada e Tween® 80 (0,05%).

As análises foram realizadas no programa estatístico R 3.5.0 (R Development Core team 2018). As médias foram submetidas a ANOVA a 5%.

3. RESULTADOS

3.1. Toxicidade do óleo de erva-baleeira sobre Eclosão de juvenis de *M. javanica* in vitro

Na primeira avaliação, realizada um dia após a montagem do experimento, a menor porcentagem de juvenis de *M. javanica* eclodidos ocorreu no tratamento com óleo essencial de erva-baleeira na concentração 0,75%, diferindo significativamente do tratamento controle. Nenhum outro tratamento diferiu significativamente do controle. Na avaliação realizada quatro dias após a montagem do experimento, não foi possível observar diferença estatística em nenhum dos tratamentos quando comparados ao controle (Tabela 1).

Sete dias após a montagem do experimento, o controle e o óleo essencial de erva-baleeira na concentração 1,0% não diferiram entre si em relação à porcentagem de juvenis eclodidos e nos demais tratamentos a porcentagem de juvenis eclodidos foi maior do que a testemunha. Ao final das avaliações, dez dias após a montagem do experimento, a porcentagem de juvenis eclodidos foi menor no controle, não diferindo do óleo essencial de erva-baleeira na concentração 1,0%, mas diferente dos demais tratamentos em que a porcentagem de juvenis eclodidos foi maior (Tabela 1).

Tabela 1. Média da porcentagem da eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica* em cada avaliação, ao longo de 10 dias de exposição a diferentes concentrações(v/v) de óleo de erva-baleeira e água destilada + Tween® 80 (0,05%) (controle) ao 1º, 4º, 7º e 10º dia após a montagem do experimento.

Tratamentos	1º dia	4º dia	7º dia	10º dia
	J2 ¹ (%)	J2 (%)	J2 (%)	J2 (%)
Erva-baleeira 0,25%	19,54±3,83 ab	45,50±4,64 ab	81,64±2,33 b	82,06±2,47 bc
Erva-baleeira 0,5%	21,36±2,31 ab	45,78±2,79 ab	77,36±4,97 b	85,12±2,59 c
Erva-baleeira 0,75%	11,72±2,63 a	32,1±2,82 a	78,96±2,71 b	84,02±2,00 bc
Erva-baleeira 1,0%	22,04±1,72 ab	47,4±3,16 b	54,74±3,02 a	66,08±5,53 ab
Controle	28,02±1,72 b	35,98±2,75 ab	56,78±8,08 a	60,70±7,29 a
C.V ² (%)	27,9	17,9	15,19	13,28

¹Juvenis de segundo estágio; ²Coefficiente de variação; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2. Atividade nematocida do óleo essencial de erva-baleeira sobre juvenis de *M. javanica* *in vitro*

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à porcentagem de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* vivos e mortos (Tabela 2). O óleo essencial da erva-baleeira não é capaz de causar morte ou imobilização dos juvenis de segundo estágio em nenhuma das concentrações testadas.

Tabela 2. Média da porcentagem de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* vivos e mortos após 24 horas de exposição a diferentes concentrações (v/v) de óleo de erva-baleeira e água destilada + Tween® 80 (0,05%) (controle).

Tratamentos	Porcentagem de Juvenis de <i>Meloidogyne javanica</i>	
	Vivos	Mortos
Erva-baleeira 0,25%	94,6 ± 2,89	5,4 ± 2,89
Erva-baleeira 0,5%	98,0 ± 1,24	2,0 ± 1,24
Erva-baleeira 0,75%	95,0 ± 2,64	5,0 ± 2,64
Erva-baleeira 1,0%	94,7 ± 1,41	5,3 ± 1,41
Controle	93,8 ± 1,05 ^{ns}	6,2 ± 1,05 ^{ns}

ns: Não significativo pelo teste F

4. DISCUSSÃO

O óleo essencial da erva-baleeira na concentração de 0,75% reduziu a eclosão de juvenis de *M. javanica*, quando comparado com o tratamento controle no primeiro dia de avaliação, porém não diferiu significativamente das demais concentrações. A partir do segundo dia de avaliação a eclosão no óleo essencial da erva-baleeira na concentração de 0,75% foi similar ao controle, comportamento que foi observado até o fim das avaliações. Isso indica que essa concentração reduziu a eclosão, porém em curto período de tempo. A hipótese que pode explicar esse resultado está relacionada com a instabilidade das moléculas que constituem os óleos essenciais, que podem sofrer diferentes tipos de degradação na presença de oxigênio, luz, calor e umidade (Simões et al., 2004). Considerando que o experimento consistia em aplicação do óleo essencial em suspensão aquosa com os ovos, onde permaneceu ao logo do experimento, pode ter acontecido a degradação do mesmo por rancificação ou oxidação. Outra possível explicação, está relacionada a volatilidade do óleo, que pode ter evaporado ao longo do tempo do experimento. A dificuldade em utilização dos óleos

essenciais em testes com avaliações no tempo já foi apontada por Nascimento et al., (2017). Essas degradações podem modificar as propriedades do óleo essencial afetando o seu modo de ação. Segundo Bakkali et al. (2008), os óleos essenciais agem interagindo com a membrana citoplasmática causando ruptura da estrutura, promovendo a despolarização da membrana, como as das mitocôndrias, resultando na liberação de íons de cálcio e proteínas.

Ao final das avaliações, dez dias após a montagem do experimento, nos tratamentos de 0,25; 0,5 e 0,75% de óleo essencial de erva-baleeira, foi possível observar que a porcentagem de eclosão foi maior quando comparados ao controle. Algumas substâncias, naturais ou sintéticas, podem estimular a eclosão de nematoides por, devido a seu modo de ação, promoverem alteração na permeabilidade da membrana ou degradação de outras camadas da parede do ovo (Dias-Arieira et al., 2008; Everaldo et al., 2008), o que pode explicar o estímulo da eclosão dos juvenis de *M. javanica* observado nos tratamentos com óleo essencial de erva-baleeira. Esse efeito estimulador do óleo essencial de erva-baleeira na eclosão de *M. javanica* pode ser uma alternativa para a redução de inóculo em solos infestados em época de pousio do solo. O ovo consiste em uma barreira de proteção aos nematoides e com a eclosão os juvenis estariam expostos, e portanto, mais suscetíveis a fatores externos. O pousio, que significa a manutenção do solo em repouso sem nenhuma prática de cultivo, têm como princípio a falta de alimento e umidade para os nematoides. Como o nematoide é um parasita obrigatório, os juvenis eclodidos sobrevivem por curto período no solo na ausência de um hospedeiro e também são sensíveis à dessecação (Dias-Arieira et al., 2008; Silva, 2011).

O óleo essencial de erva-baleeira não causou mortalidade ou imotilidade sobre os juvenis de *M. javanica* em nenhuma das concentrações testadas. Esses resultados diferem dos encontrados na literatura em relação ao uso de óleos essenciais para o controle de nematoides em concentrações semelhantes as estudadas nesse trabalho. Amora (2010) observou efeito nematicida sobre o *M. javanica* para os óleos essenciais de losna (*Artemisia absinthium*),

hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris*) nas concentrações de 0,05%, 0,25% e 0,5%. Salgado et al (2003) estudaram o efeito nematicida sobre *Meloidogyne exigua* para os óleos de *Eucalyptus saligna*, *Bixa orellana*, *Melia azedarach* e *Xylopiya brasiliensis*, todos na concentração de 1% e todos ocasionaram mortalidades superiores a 80%. Pérez et al. (2003) observou que o aumento da concentração de óleo essencial contribuiu para o aumento da porcentagem de mortalidade de juvenis. Marino et al. (2012) observou este padrão ao estudar o efeito nematicida de erva-cidreira (*Lippia alba*) sobre o nematoide *Meloidogyne incognita* raça 1. A concentração de 8,0 μ L/mL (concentração menor do que a maior utilizada nesse experimento, que é de 10,0 μ L/mL) ocasionou uma mortalidade de 17,51%, que foi estatisticamente semelhante ao seu tratamento controle, porém a concentração de 20 μ L/mL (2 vezes maior que a maior concentração desse experimento) ocasionou uma mortalidade de 98,91%. Isso pode indicar que talvez concentrações maiores do óleo de erva-baleeira sejam eficazes no controle de *M. javanica*, embora isso não seja viável do ponto de vista econômico.

Baseado nos resultados obtidos nesse trabalho não se pode indicar o uso do óleo essencial da erva-baleeira nas concentrações testadas para o controle direto de *M. javanica*, mas pode ser uma alternativa para utilização conjunta á técnica de pousio, porém é necessário a realização de mais estudos, principalmente comparando novas metodologias, concentrações mais efetivas e efetividade em campo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORA, D.X. Potencial de óleos essenciais no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. Dissertação (Mestrado).

BAERMANN, G. Eine einfache Methode Zur Auffindung von Ankvlostomum (nematoden) Larven in Erdproben. Tijdschr. **Ned.-Indie**, v.57, 1917. p.131-137.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils—a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475. 2008.

BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 6 (suplemento): 553 (resumo). 1981.

BOSENBECKER, V.K.; GOMES, C.B.; GOMES, J.C.C.; LIMA, D.L.; ARDUIM, G.S. Efeito dos óleos essenciais de *Mentha piperita* e *Foeniculum vulgare* no controle de *Meloidogyne javanica* em batata (*Solanum tuberosum*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 215, 2004.

CARBONI, R. Z.; MAZZONETTO, F. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies vegetais no manejo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro em ambiente protegido. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, p. 61-66, 2013.

CARVALHO-JÚNIOR, P.D.; RODRIGUES, R.F.O.; SAWAYA, A.C.H.F.; MARQUES, M.O.M.; SHIMIZU, M.T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, p. 297-301, 2004.

CASTRO, J. M. C.; LIMA, R. D.; CARNEIRO, R. M. D. G. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 1-12, 2003.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FREITAS, L. G. de; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R. C. F. Fatores que afetam a eclosão de fitonematoides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 306-336, 2008.

EVERALDO, A. L.; FERRAZ, S.; FERREIRA, P. A.; FREITAS, L. G.; GARDIANO, C. G.; DHINGRA, O. D.; DALLEMOLE-GIARETTA, R. Efeito da incorporação da parte aérea de

quatro espécies vegetais sobre *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 32, p. 76-80, 2008.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. 5ed. Vol. 1 e 2. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. 808p. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/index.htm. Acesso em: 19 out. 2017.

FERRAZ, S.; DIAS, C.R.; FREITAS, L.G. Controle de nematoides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. (ed). **Manejo Integrado Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Editora UFV, pp. 1-52. 2001

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. Use of antagonistic plants and natural products. In: CHEN, Z.X.; CHEN, S.Y.; DICKSON, D.W. (Ed.) **Nematology: advances and perspectives**. Wallingford UK: CABI Publishing, 2004. p. 931-977.

GASPARINO, E.C.; BARROS, M.A.V. Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 33-55, 2009.

GONCALVES, W.; MAZZAFERA, P.; FERRAZ, L.C.C.B.; SILVAROLLA, M.B.; LIMA, M.D. Biochemical basis of coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita*. **Plantations Recherche Développement**, v. 2, n. 1, p. 54-60. 1995.

HERNANDEZ, T.; CANALES, M.; TERAN, B.; ÁVILA, O.; DURAN, A.; GARCIA, A.M.; HERNANDEZ, H.; ANGELES-LOPEZ, O.; FERNANDEZ-ARAIZA, M.; ÁVILA, G. Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Cordia curassavica* (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 137-141, 2007.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. R. (Ed.). **Root-knot Nematodes**. Cambridge: CABI International, 2009. p. 55-88.

HUSSEY, R.S. Host-parasite relationship and associated physiological changes. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. Eds. **An advanced treatise on Meloidogyne**. Vol. I: Biology and control. North Carolina State University Graphics. Raleigh, p. 143-153. 1985.

LAMEIRA, O.A.; PINTO, J.E.B.P.; ARRIGONI-BLANK, M.D.F.; CARDOSO, M.D.G. Effects of phenolic compounds, activated charcoal and physical media on nodal segment

development of *Cordia verbenacea* L. **Ciência Rural**, v. 27, p. 189–192, 1997.

LIMA-MEDINA, I. Diversidade de populações de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. de diferentes regiões do sul do Brasil produtoras de batata e estudo da patogenicidade em *Solanum* spp. Pelotas: UFPEL. 117p. (Tese doutorado). 2013.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2, 544p. 2008.

MANSO, E.C.; TENENTE, R.C.; FERRAZ, L.C.C.B.; OLIVEIRA, R.S.; MESQUITA, R. Catálogo de nematóides fitoparasitas encontrados, associados a diferentes tipos de plantas no Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1994. 488 p.

MARINO, R.H.; GOMES, L. A. A.; DE OLIVEIRA CRUZ, E. M.; DE CARVALHO SILVA, A.; BIANCHINI, F. G.; MENESES, T. N.; BLANK, A. F. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba*. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4 (a), 2012.

MATIAS, E.F.F.; SANTOS, K.K.A.; FALCÃO-SILVA, V.S.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.P.; COSTA, J.G.; COUTINHO, H.D. Modulation of the norfloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* by *Cordia verbenaceae* DC. **Indian Journal of Medical Research**, v. 137, p. 178–182, 2013.

MEDEIROS, R.; PASSOS, G.; VITOR, C.; KOEPP, J.; MAZZUCO, T.; PIANOWSKI, L.; CAMPOS, M.; CALIXTO, J. Effect of two active compounds obtained from the essential oil of *Cordia verbenacea* on the acute inflammatory responses elicited by LPS in the rat paw. **British Journal of Pharmacology**, v. 151, p. 618–627, 2007.

MENEZES, E.L.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. (**Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205**). 2005. 58 p.

MING, L.C.; FIGUEIREDO, R.O.; MACHADO, S.R.; ANDRADE, R.M.C. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf – Poaceae). **Acta Horticulturae**, v. 426, p. 555-559, 1996.

MOREIRA, F.J.C.; SANTOS, C.D.G.; INNECCO, R. Eclosão e mortalidade de juvenis J2 de *Meloidogyne incognita* raça 2 em óleos essenciais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 441-448, 2009.

NASCIMENTO, P.F.C.; NASCIMENTO, A.C.; RODRIGUES, C.S.; ANTONIOLLI, A.R.; SANTOS, P.O.; BARBOSA JÚNIOR, A.M.; TRINDADE, R.C. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais: uma abordagem multifatorial dos métodos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 108-113. 2007

PÉREZ, M.P.; NAVAS-CORTÉS, J.A.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CASTILLO, P. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. **Plant Pathology**. v. 52, n. 3, p. 395-401. 2003.

SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P. Eclosão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 02, p. 166-170, 2003.

SANTOS, A.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa, MG, 135 p. 2000.

SILVA A.R; SANTOS J.M. **Nematoides na cultura da batata no Brasil**. 1a . Ed, São Paulo: Associação Brasileira da Batata. 55p. 2007.

SILVA, F.S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 19, p. 81-152, 2011.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R.; **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 5ª ed., Ed. da UFSC: Porto Alegre, 2004.

SOUZA, G.C.; HAAS, A.P.S.; VON POSER, G.L.; SCHAPOVAL, E.E.S.; ELISABETSKY, E. Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 135-143, 2004.

STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de doenças de plantas por extratos de origem vegetal. In: LUZ, W.C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 265-304, 2008.

STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I.; BOSENBECKER, V. K.; STEFFEN, G.P.; LUPATINI,

M.; CAMPOS, A.D.; GOMES, C.B. Avaliação de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne graminicola* em arroz irrigado. **Nematologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 126-134, 2008.

VENZON, M.; TOGNI, P.H.B.; AMARAL, D.S.S.L.; REZENDE, M.Q.; BATISTA, M.C.; CHIGUACHI, J.A.M.; MARTINS, E.F.; PEREZ, A.L. Mobilização de mecanismos de regulação natural de pragas via plantas com múltiplos serviços ecossistêmicos. **Innovations Agronomiques**, v. 64, p. 83-95. 2018.

ZIMMERMAN, M.H.; McDONOUGH, J. Dysfunction in the flow of food. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Eds.). **Plant disease: an advanced treatise**. New York: Academic Press, v.3, p.117- 140, 1978.

CONCLUSÕES GERAIS

O óleo essencial da erva-baleeira é um produto potencial para utilização para o controle do ácaro-rajo *T. urticae* e do pulgão-verde *M. persicae*, pois teve efeito letal sobre esses dois herbívoros e subletais sobre o ácaro-rajo *T. urticae*. O óleo essencial da erva-baleeira foi seletivo ao predador *C. cubana*, característica muito importante para o uso de inseticidas no manejo de pragas, pois garante a eficácia de controle sem causar desequilíbrio do agroecossistema. O óleo essencial da erva-baleeira não causou efeitos negativos satisfatórios sobre o nematoide das galhas *M. javanica* nas concentrações testadas e nas condições desse experimento, não sendo indicado no controle direto do mesmo. Pesquisas em casa de vegetação e em campo são necessárias para verificar os efeitos do óleo de erva-baleeira em escalas maiores.