



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

CAIO VICTOR SOARES DE AGUIAR

SUSCEPTIBILIDADE DE *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
AOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Lippia organoides* HUNTH. (VERBENACEAE) E
***Cymbopogon citratus* (DC) STAPF. (POACEAE)**

FORTALEZA, CE

2019

CAIO VICTOR SOARES DE AGUIAR

**SUSCEPTIBILIDADE DE *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
AOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Lippia origanoides* HUNTH. (VERBENACEAE) E
Cymbopogon citratus (DC) STAPF. (POACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

FORTALEZA, CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A228s Aguiar, Caio Victor Soares de.
Susceptibilidade de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) aos óleos essenciais de *Lippia origanoides* HUNTH. (Verbenaceae) e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae) / Caio Victor Soares de Aguiar. – 2019.
30 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.

1. Controle alternativo. 2. Seletividade. 3. Capim-santo. 4. Alecrim-pimenta. 5. Parasitoide de pupas. I. Título.

CDD 630

CAIO VICTOR SOARES DE AGUIAR

**SUSCEPTIBILIDADE DE *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
AOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Lippia origanoides* HUNTH. (VERBENACEAE) E
Cymbopogon citratus (DC) STAPF. (POACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

Aprovada em: 29/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues, *M. Sc.*
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Kássio Ewerton Santos Sombra, *M. Sc.*
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, aos meus pais (Olavo e Rosa) e meu irmão (Vinícius) pelo apoio dado durante toda a graduação.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realizar uma graduação.

Ao prof. Patrik Luiz Pastori, pela ótima orientação, sendo sempre solícito para resolver quaisquer problemas e tirar quaisquer dúvidas. Agradeço também pela oportunidade dada de me fazer membro do LEA, um grupo no qual obtive grande aprendizado agrônomo e entomológico, além de inúmeras conversas enriquecedoras.

A todos os membros do LEA no qual tive a honra de trabalhar.

Aos participantes da banca examinadora Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues e Kássio Ewerton Santos Sombra pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao PET - Agronomia UFC pela incrível experiência proporcionada durante quase toda minha graduação, contribuindo positivamente, em todos os quesitos, para minha formação profissional e pessoal.

Aos tutores do PET - Agronomia UFC Rosilene Oliveira Mesquita, Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini e Ervino Bleicher pela excelente tutoria.

A todos os membros do PET - Agronomia UFC na qual tive a honra de trabalhar.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para produção desta obra.

Fantasia

Resides deep in your heart

Leave your worries far behind

Fantasia

Let the freedom ring the bell

Let us all unite

Borders made of hate are gone

Nations singing the song of peace

In Fantasia

Fantasia

One day when love conquers all

Mankind will prevail

No more jealousy

Fantasia

No more envy, no deceit

The nothing is gone

Future's bright and glorious

We are all victorious

We are kings in Fantasia

Stratovarius - Fantasia

RESUMO

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide de pupas generalista com potencial para ser utilizado no controle de lepidópteros-praga e seu uso integrado com inseticidas botânicos pode ser viável para melhorar a eficiência do controle. Objetivou-se, portanto, avaliar a susceptibilidade de *P. elaeisis* aos óleos essenciais de alecrim-pimenta *Lippia origanoides* Hunth. (Verbenaceae) e de capim-santo *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae). O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), esquema fatorial 2 (óleos) x 4 (concentrações: 0,125; 0,25; 0,5 e 1,0%), com duas testemunhas (detergente e deltametrina). Avaliou-se o parasitismo (%) - apenas na geração F1 -; a emergência (%); a progênie; a razão sexual; a longevidade (apenas da geração parental) de machos e de fêmeas e o período ovo-adulto das gerações parental e F1. Não houve diferenças significativas dos parâmetros biológicos entre os óleos essenciais e as respectivas concentrações dos mesmos, indicando assim que os óleos mostraram-se inócuos (segundo a classificação IOBC) ao parasitoide *P. elaeisis*, resultado este ratificado pelo percentual de emergência sempre acima de 85% em todas as concentrações, além de não afetar o percentual de parasitismo da geração seguinte (F1). Conclui-se, portanto, que nas dosagens testadas, os óleos essenciais de alecrim-pimenta e de capim-santo são seletivos à *P. elaeisis*.

Palavras-chave: controle alternativo, seletividade, capim-santo, alecrim-pimenta, parasitoide de pupas.

ABSTRACT

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) is a generalist pupae parasitoid with potential to be used for Lepidoptera pest control and its integrated use with botanical insecticides may be viable to improve this control. The objective of this study was to evaluate the susceptibility of *P. elaeisis* to essential oils the pepper-rosemary *Lippia origanoides* Hunth. (Verbenaceae) and of lemongrass *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae). The experiment was carried out in a randomized design (DIC), factorial scheme 2 (oils) x 4 (applied: 0.125, 0.25, 0.5 and 1.0%) with two controls (detergent and deltamethrin). Parasitism (%) was evaluated - only in F1- generation; emergence (%); progeny; sex ratio; longevity (only of parental generation) of males and females; and egg-adult period of parental and F1. There were no significant differences in the biological parameters between the essential oils and their respective concentrations, thus indicating that the oils were innocuous (according to IOBC classification) to the *P. elaeisis* parasitoid, a result ratified since the emergence percentage was always above 85% at all concentrations, and does not affect the percentage of parasitism of the next generation (F1). It is concluded, therefore, that in the tested dosages, the essential oils of pepper-rosemary and lemongrass are selective to *P. elaeisis*.

Keywords: alternative control, selectivity, lemongrass, pepper-rosemary, pupae parasitoid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Compostos majoritários dos óleos essenciais de alecrim-pimenta <i>L. origanoides</i> e de capim-santo <i>C. citratus</i> Fortaleza-CE, Brasil, 2019	17
Tabela 2	Parâmetros biológicos da geração parental de <i>P. elaeisis</i> emergidos de pupas de <i>T. molitor</i> tratadas (após o parasitismo) com diferentes concentrações dos óleos essenciais de alecrim-pimenta, (<i>L. origanoides</i>) e de capim-santo (<i>C. citratus</i>), além das testemunhas	20
Tabela 3	Parâmetros biológicos da geração F1 de <i>P. elaeisis</i> emergidos de pupas de <i>T. molitor</i> parasitadas pela geração parental	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IOBC -	International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants
i.a.	Ingrediente ativo
LEA	Laboratório de Entomologia Aplicada
MIP	Manejo Intregado de Pragas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Controle biológico	11
2.1.1	<i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae)	13
2.2	Controle alternativo – óleos essenciais	14
2.3	Seletividade	15
3	OBJETIVOS	16
4	MATÉRIAL E MÉTODOS	16
4.1	Criação de <i>T. molitor</i>	16
4.2	Criação de <i>P. elaeisis</i>	16
4.3	Obtenção e caracterização química dos óleos essenciais	17
4.4	Desenvolvimento experimental	18
4.5	Análise estatística	19
5	RESULTADOS	19
6	DISCUSSÃO	22
7	CONCLUSÃO	23
8	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide generalista de pupas conhecido por se desenvolver majoritariamente em hospedeiros da Ordem Lepidoptera (PEREIRA et al., 2008). Esse parasitoide tem potencial para ser utilizado no controle de pragas desfolhadoras do eucalipto como as do gênero *Thyrintaina* spp. (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2010) e de outros lepidópteros-praga que tenham preferência em passar o período de pupa na folhagem da cultura, como ocorre, por exemplo, com algumas lagartas do maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims (Passifloraceae) (GIL-SANTANA; TAVARES, 2006; RODRÍGUEZ-DIMATÉ et al., 2016).

Para o controle de pragas, no entanto, torna-se interessante e viável a utilização de mais de um método de controle. Desta forma, harmonizar o controle biológico com o uso de inseticidas, buscando produtos seletivos aos inimigos naturais é essencial para a eficiência de um programa de manejo integrado de pragas - MIP (PEREIRA; CALDEIRA; SOARES, 2016). Levando em consideração os preceitos do MIP, principalmente relativos ao impacto ambiental, o uso de inseticidas botânicos associado ao controle biológico mostra-se uma alternativa potencial para o controle de pragas (KOGAN; BAJWA, 1999).

Entre os inseticidas botânicos existem óleos essenciais que são substâncias complexas produzidas a partir do metabolismo secundário das plantas com potencial inseticida, repelente ou fagoinibidor (MIRESMAILLI; ISMAN, 2014; KHETRAPAL; VODWAL, 2016). Algumas plantas são conhecidas por produzir quantidade considerável desses óleos, tais como alecrim-pimenta *Lippia origanoides* Hunth. (Verbenaceae) e capim-santo *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae). A primeira possui em seu óleo majoritariamente, o carvacrol [(2-metil5-(1-metiletil)-fenol] e timol [2-isopropil-5-metil-fenol]]. Estes dois monoterpernos aromáticos apresentaram efeito sobre o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (CAVALCANTI et al. 2010), a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) e a broca-das-curcubitáceas *Diaphania hyalinata* (Linnaeus) (Lepidoptera: Crambidae) (SANGHA; ASTATKIE; CUTLER, 2017; MELO et al., 2018). Já o óleo essencial de capim-santo é composto principalmente por citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal) e mostrou ação repelente a vários insetos-praga, tais como o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus)

(Hemiptera: Aphididae) (RICCI et al., 2002) e o pulgão-do-algodoeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) (ANDRADE et al., 2013).

Sabe-se que alguns inseticidas botânicos podem ser seletivos, como o extrato de *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner (Solanaceae) (SANTOS, 2015) ou não seletivos a organismos benéficos, como o óleo de neem *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) (CALDEIRA, 2019). Essa inconstância implica na necessidade de se conhecer melhor os efeitos secundários dos inseticidas de origem vegetal em organismos não-alvo. Diante disto, objetivou-se avaliar a susceptibilidade de *P. elaeisis* aos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*L. origanoides*) e de capim-santo (*C. citratus*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Controle biológico

Controle biológico consiste em usar organismos vivos para mitigar a densidade populacional ou o impacto de uma praga específica, tornando-a menos abundante ou prejudicial (EILENBERG; HAJEK; LOMER, 2001). Definida pela FAO como qualquer planta, animal ou agente patogênico, nocivo às plantas ou produtos vegetais, as pragas podem ser controladas por diversos organismos. Dentre estes, podendo ser destacados os microrganismos, os insetos, os ácaros e até mesmo as aves e os anfíbios (PARRA et al., 2002). No entanto, do ponto de vista prático, os artrópodes e os microrganismos compõem a maior parte do grupo que é utilizado efetivamente para o controle biológico de artrópodes-pragas na agricultura mundial.

O controle biológico pode ser classificado como natural, clássico ou aplicado (inundativo ou inoculativo). No controle biológico natural são considerados os organismos (inimigos naturais) já presentes no agroecossistema (PARRA et al., 2002). A coevolução existente ao longo do tempo entre os inimigos naturais e os insetos fitófagos (pragas) favorece a mortalidade natural e contribui para o equilíbrio.

Contudo, desde a intensa globalização do último século, as pragas se disseminaram pelo planeta, chegando a locais inéditos. Nesses novos locais, nem sempre existiam inimigos naturais eficientes e, nesta perspectiva, surgiu o controle biológico clássico que consiste em introduzir intencionalmente um organismo exótico, geralmente coevoluído com a praga em questão (EILENBERG; HAJEK; LOMER, 2001). Existe ainda o controle biológico neoclássico, onde a introdução de

um inimigo natural exótico visa controlar uma praga nativa (GULLAN; CRANTSON, 2017).

Algumas pragas, no entanto, possuem alta capacidade de dispersão e alto potencial biótico, de forma que os inimigos naturais presentes na área não são suficientes para reduzir ou controlar suas populações em um período relativamente curto (levando em consideração o potencial destrutivo da praga). Nesses casos torna-se preciso aumentar a quantidade de inimigos naturais na área produtiva. Assim surge o controle biológico aplicado usando estratégias de inundação ou de inoculação. Na inundação, libera-se grande quantidade de inimigos naturais produzidos massalmente, geralmente entomopatógenos (agentes microbiológicos), como bactérias e fungos (GULLAN; CRANTSON, 2017), ou mesmo predadores e parasitoides (agentes macrobiológicos) e, a eficiência do controle é alcançada pela densidade de inimigos naturais liberados (EILENBERG; HAJEK; LOMER, 2001). Já na estratégia de inoculação, ocorre liberação periódica do inimigo natural, na qual o controle dependerá também da capacidade do mesmo em gerar progênie, mas mesmo gerando progênie, geralmente este é incapaz de permanecer permanentemente na área em tamanho de população que permita o controle efetivo da praga (GULLAN; CRANTSON, 2017).

No Brasil existem programas de sucesso como o uso dos parasitoides *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) e *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) em cerca de 45% da área cultivada com cana-de-açúcar (PARRA, 2014). O uso do parasitoide *Trissolcus basalís* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae) para o controle do percevejo verde-da-soja *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae) também é outro caso relevante de controle biológico (GODOY; ÁVILA; ARCE, 2007). Outros estudos com inimigos naturais estão sendo desenvolvidos, entre estes, o uso do parasitoide *P. elaeisis* visando o controle de pragas desfolhadoras do eucalipto, e, possivelmente, de outros lepidópteros-praga que tenham preferência em passar o período de pupa na folhagem da cultura como as lagartas que atacam a cultura do maracujazeiro (GIL-SANTANA; TAVARES, 2006; RODRÍGUEZ-DIMATÉ et al., 2016)

2.1.1 *Palmistichus elaeisis*

A Ordem Hymenoptera é conhecida por abranger parte significativa dos inimigos naturais já catalogados (GODFRAY, 1994). Dentro dessa Ordem, a Superfamília Chalcidoidea engloba a maioria dos parasitoides (HUBER, 2009). Entre as 25 Famílias pertencentes a essa Superfamília, Eulophidae mostra-se bastante diversa, possuindo 328 gêneros, dentre eles, *Palmistichus* que possui duas espécies catalogadas: *P. elaeisis* e *P. xtlilxochitli* (NOYES, 2019).

Palmistichus elaeisis é um endoparasitoide, gregário, idiobionte e generalista que ataca principalmente hospedeiros das Ordens Lepidoptera e Coleoptera (PEREIRA et al., 2008). Foi inicialmente relatado parasitando pragas que atacam a cultura do dendezeiro *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae) e assim surgiu parte do nome sendo “*Palmistichus*”, onde “palm” - vem de “oil palm” e “elaeisis” referente ao gênero do dendezeiro. No Brasil foi inicialmente relatado em duas pragas desfolhadoras do eucalipto: *Eupseudosoma involuta* (Sepp) (Lepidoptera: Arctiidae) e *Euselasia eucerus* (Hewitson) (Lepidoptera: Riodinidae) (DELVARE; LASALLE, 1993). Também foi relatado naturalmente parasitando pupas das lagartas do eucalipto *Thyrinteina arnobia* (Stoll), *Thyrinteina leucoceraea* Rindge e *Sabulodes* sp. (Lepidoptera: Geometridae) (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999; PEREIRA et al., 2008) e *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae), praga da cultura do maracujazeiro (GIL-SANTANA; TAVARES, 2006).

O parasitoide, em condições de laboratório, também apresentou bom desenvolvimento em pupas da broca-da-cana *D. saccharalis*, da lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), da lagarta-da-maçã-do-algodoeiro *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith.) (Lepidoptera: Noctuidae) (BITTENCOURT; BERTI FILHO; 2004), além da larva-da-farinha *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae) (ZANUNCIO et al. 2008) e o bicho-da-seda *Bombyx mori* (Linnaeus) (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA et al. 2009), hospedeiros considerados alternativos com protocolos de criação massal já definidos. *Palmistichus elaeisis*, portanto, demonstra potencial para ser utilizado no manejo integrado de pragas, necessitando, ainda, de mais estudos, incluindo, a sua susceptibilidade aos produtos fitossanitários.

2.2 Controle alternativo - óleos essenciais

O controle alternativo (termo é usado por ser considerado uma “alternativa” ao uso dos defensivos agrícolas sintéticos) refere-se ao uso de produtos de origem natural no controle de artrópodes considerados praga, sendo o uso de inseticidas botânicos uma dessas possibilidades (EL-WAKEIL, 2013). Esses produtos têm como características a rápida ação e degradação, sendo, geralmente, seletivos aos inimigos naturais (SARWAR; SALMAN, 2015). A baixa quantidade de produtos alternativos comerciais disponíveis e pesquisas demonstrando a eficácia contra pragas em campo e os efeitos secundários em organismos não-alvo são fatores ainda limitantes para a expansão do uso em larga escala (CLOYD, 2004).

Durante a primeira metade do século 20, o uso de plantas com poder inseticida foi umas das principais ferramentas para o controle dos artrópodes-praga (FATHY, 2012), podendo então ser considerados como a primeira geração de pesticidas, tendo como exemplo o extrato de plantas que continham nicotina, sabadilha, piretro e rotenona (KHETRAPAL; VODWAL, 2016). Estes compostos citados são constituintes do metabolismo secundário das plantas e responsáveis por exercer função protetora direta, inibindo ou reduzindo a ação de herbívoros (ISMAN, 2006). Além de atuarem contra insetos, estes compostos podem ter ação fungicida e acaricida (CAVALCANTI et al., 2010; GONÇALVES, et al., 2015). Com o conjunto desses metabólitos secundários, têm-se os óleos essenciais que são misturas complexas de substâncias que surgiram ao longo da evolução das plantas (MIRESMAILLI; ISMAN, 2014; KHETRAPAL; VODWAL, 2016).

Os óleos essenciais são formados principalmente por terpenos e seus derivados (FELIPE; BICAS, 2017) e esses são compostos lipofílicos que apresentam potencial tóxico para interferir em processos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais dos artrópodes (PRATES; SANTOS, 2009). Os terpenos são constituídos, basicamente, por unidades de isopreno (C₅H₈) (LOOMIS; CROTEAU, 2014) e partir dessas unidades são classificados em monoterpenos (duas unidades) ou sesquiterpenos (três unidades). Vários terpenos já são conhecidos pelos seus efeitos inseticidas e/ou fungicidas, tais como o carvacrol, o timol e o citral (VIEGAS, 2003; ALMEIDA, 2015; GONÇALVES et al., 2015).

Algumas plantas, como alecrim-pimenta *Lippia origanoides* Hunth. (Verbenaceae) são conhecidas por produzir óleos essenciais que, apesar da variação na composição, devido às condições ambientais, possui majoritariamente

carvacrol e timol, compostos com potencial biocida (MORAIS et al., 2016). Esse óleo essencial já foi utilizado com eficiência sobre *T. urticae* (CAVALCANTI et al., 2010) e *Varroa jacobsoni* Oldenans (Acari: Varroidae) (LINDBERG; MELATHOPOULOS; WINSTON, 2000), além de também ter efeito sobre outros artrópodes-praga, tais como *P. xylostella* e *D. hyalinata* (SANGHA; ASTATKIE; CUTLER, 2017; MELO et al. 2018). Outra planta com potencial para ser usada na defesa vegetal é *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae) conhecida popularmente como capim-limão ou capim-santo. Um dos principais componentes do seu óleo essencial é o citral (GUIMARÃES et al. 2011). Este óleo essencial demonstrou ação repelente (até 100%) contra *B. brassicae* (RICCI et al., 2002) e *A. gossypii* (ANDRADE et al., 2013).

Apesar do relativo conhecimento da ação inseticida e/ou acaricida dos óleos essenciais sobre artrópodes considerados nocivos às plantas, pouco são os relatos sobre sua ação em agentes considerados benéficos ou organismos não-alvo. A rotenona e a nicotina, por exemplo, são tóxicas aos mamíferos e peixes (CLOYD, 2004). Desta forma, conhecer os efeitos sobre os agentes benéficos torna-se essencial para o uso integrado.

2.3 Seletividade de produtos fitossanitários à *P. elaeisis*

Seletividade de um pesticida consiste na sua propriedade de controlar o artrópode-alvo, ocasionando baixo ou nenhum impacto negativo na performance de organismos não-alvo. A seletividade pode ser biológica, fisiológica ou ecológica. As duas primeiras estão relacionadas às características dos indivíduos em si, já a terceira consiste na menor exposição aos organismos não-alvo (SANTOS, et al., 2012). No contexto dos programas de manejo integrado de pragas (MIP) a seletividade é fundamental para harmonizar o controle biológico e o uso de substâncias químicas sintéticas (controle químico) ou botânicas (controle alternativo), aumentando a eficiência do controle (VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

Diversos trabalhos foram e são realizados avaliando a seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais e organismos não-alvo como polinizadores, por exemplo. Para o parasitoide *P. elaeisis*, verificou-se que acefato (Organofosforado), cartape (Tiocarbamato) e clorfenapir (Análogo de pirazol) mostraram-se não seletivos, já a deltametrina (Piretróide) foi indicada para ser utilizada no controle integrado com esse parasitoide em lepidópteros-praga do

algodoeiro *Gossypium* sp. (Malvaceae) (BARBOSA, 2010). Porém a mesma deltrametrina utilizada na cultura do eucalipto, mostrou-se altamente prejudicial à *P. elaeisis* (PEREIRA, 2016), assim como os herbicidas glufosinato-sal de amônio e oxyfluorfen (MENEZES, 2012).

No caso de inseticidas botânicos, o óleo de neem não foi seletivo à *P. elaeisis* (CALDEIRA, 2019) enquanto o extrato de *S. habrochaites* mostrou-se seletivo a esse parasitoide, apresentando toxicidade à *A. gemmatilis* (SANTOS, 2015). Devido a diferente composição dos óleos essenciais, os resultados para susceptibilidade e seletividade de bioinseticidas aos inimigos naturais apontam produtos seletivos ou não, assim realizar estudos relativos aos efeitos secundários torna-se essencial, a fim de sistematizar, de maneira confiável, a liberação de parasitoides e a aplicação de produtos alternativos.

3 OBJETIVO

Avaliar a susceptibilidade de *P. elaeisis* aos óleos essenciais de alecrim-pimenta *Lippia origanoides* e de capim-santo *Cymbopogon citratus*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em sala sob condições controladas ($25 \pm 3^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 12h) no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil.

4.1 Criação de *T. molitor*

A criação do hospedeiro alternativo *T. molitor* foi iniciada com larvas provenientes da criação estoque do LEA-UFC. As larvas e adultos foram mantidos em bandejas plásticas (35x25x10 cm), alimentadas com farelo de trigo e, semanalmente foram adicionados pedaços de chuchu para suprir a demanda hídrica dos insetos.

4.2 Criação de *P. elaeisis*

O parasitoide *P. elaeisis* foi obtido da criação estoque do LEA-UFC. Os adultos foram mantidos em tubos de vidro (20,0 x 2,0 cm), alimentados com gotículas de mel, pinceladas na parede do tubo com auxílio de um pincel de pêlos finos e tampados com filme plástico PVC[®]. Nestes tubos, foram inseridas pupas de

T. molitor de até 48 horas de idade, permanecendo expostas ao parasitismo por 72 horas (ZANUNCIO et al. 2008). Após este período, as pupas parasitadas foram individualizadas em tubos de vidro até a emergência da progênie.

4.3 Obtenção e caracterização química dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) e de capim-santo (*C. citratus*) foram cedidos pela empresa AGROPAULO Agroindustrial S/A, Jaguaruana, CE, Brasil. Os óleos foram extraídos empregando-se a técnica de hidrodestilação por 'arraste a vapor' (KOKETSU; GONÇALVES, 1991).

Os óleos foram armazenados em vidro âmbar e, antes dos testes, encaminhados ao Laboratório Multiusuário de Química de Produtos Naturais da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE, Brasil), para análise da composição química por cromatografia gasosa com espectrômetro de massa (CG-MS), determinando-se os índices de retenção de Kovats (IK) e os espectros de massas de cada constituinte, em cromatógrafo CG-MS Agilent. Os compostos majoritários foram identificados por comparação com a literatura (ADAMS, 2007) (Tabela 1).

Tabela 1. Compostos majoritários dos óleos essenciais de alecrim-pimenta *L. origanoides* e de capim-santo *C. citratus* Fortaleza-CE, Brasil, 2019

Óleo essencial	Constituintes	IK ^a	Teor ^b (%)
<i>Lippia origanoides</i>	Acetophenone	1058	32.75
	Carvacrol	1333	30.37
	α -Himachalene	1452	10.38
	Terpinolene	1083	7.96
	α -Pinene	940	5.08
	β -Myrcene	999	3.90
	α -Fenchene	946	1.96
	Methyl thymyl ether	1244	1.95
	β -Cubebene	1393	1.72
	Total		96.07
<i>Cymbopogon citratus</i>	3-Carene	1014	29.01
	2,4-Decadienal, (E, E)	1314	25.95
	α -Citral	1266	16.22
	(S)-cis-Verbenol	1280	10.42
	Isopulegol	1164	5.75
	p-Menth-8-en-2-one, trans-	1188	1.90
	Perillen	1107	1.71
	D-Limonene	1040	0.94
	Trans- β -Ocimene	1047	0.83
	Citronellol acetate	1363	0.28
Total		93.01	

^a Índice de retenção de Kovats (IK) por GC-MS. ^b Teor do composto no óleo essencial.

4.5 Desenvolvimento experimental

A avaliação da susceptibilidade do parasitoide aos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*L. sidoides*) e de capim-santo (*C. citratus*) foi realizada testando-se as concentrações de 0,125; 0,25; 0,5 e 1,0% de óleo essencial em água destilada (v./v.), previamente dissolvidos com detergente neutro (1:1). As testemunhas consistiram de água destilada com detergente neutro a 1,0% (v./v.) (negativa), e de um inseticida sintético não seletivo à *P. elaeisis* (PEREIRA, 2016) - deltametrina (DECIS 25 EC[®]) na dosagem de 25 mg ia. L⁻¹ (positiva).

O bioensaio foi implantado utilizando pupas de *T. molitor* (114,5 ± 15 mg) com até 24 horas de idade individualizadas em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) juntamente com 6 fêmeas de *P. elaeisis* de 24 horas de idade. Os parasitoides foram alimentados com gotículas de mel e, após 48 horas de exposição ao hospedeiro, as fêmeas foram retiradas. Em seguida, as pupas parasitadas foram colocadas sobre papel alumínio sanfonado e aplicou-se 550 ± 20 µL das soluções de óleos essenciais ou testemunhas. Após o escoamento do excesso, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em sala climatizada (25 ± 3°C, 70 ± 10% de UR e fotofase de 12 h) até a emergência da progênie.

A porcentagem de emergência [(número de pupas de *T. molitor* com emergência de adultos dos parasitoides)/(número de pupas parasitadas) × 100]; a progênie por pupa (número de parasitoides emergidos por pupa de *T. molitor*); a duração do ciclo de vida (ovo-adulto) em dias; a longevidade média em dias [para avaliação dessa variável foram selecionados no dia de sua emergência, ao acaso, 20 fêmeas e 10 machos de *P. elaeisis* de cada tratamento e individualizados em tubos de vidro contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte] e a razão sexual (RS= número de fêmeas/número de adultos), sendo o sexo dos parasitoides determinado de acordo com características morfológicas do abdome (DELVARE; LASALLE, 1993) foram as características biológicas avaliadas. Da geração F1, avaliou-se a porcentagem de parasitismo, a porcentagem de emergência, a progênie, o ciclo de vida e a razão sexual usando pupas de *T. molitor* como hospedeiro.

A redução nas taxas de emergência da geração parental foram classificadas de acordo com as classes de toxicidade de produtos fitossanitários estabelecida pela 'International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants' (IOBC): Classe 1, toxicidade menor que 30%= inócuo; Classe 2,

toxicidade entre 30 e 79%= levemente nocivo; Classe 3, toxicidade entre 80 e 99%= moderadamente nocivo; e Classe 4, toxicidade maior que 99%= nocivo (AMARASEKARE; SHEARER; MILLS, 2016).

4.6 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi implantado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), esquema fatorial 2 (óleos) x 4 (concentrações) com duas testemunhas, totalizando 10 tratamentos com 5 repetições, sendo cada repetição constituída por 3 pupas. Para a análise dos dados da geração F1 foram totalizados 10 tratamentos com 4 repetições, sendo cada uma constituída por 2 pupas.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade sendo o fatorial comparado com as testemunhas (negativa e positiva) por contrastes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey usando o software R versão 3.6.1.

5 RESULTADOS

O percentual de emergência (acima de 85%), a progênie (variando de 65,2 a 79,3), a razão sexual (acima de 0,9) e o ciclo de vida (ovo-adulto) (que variou de 20,1 a 23,9) de *P. elaeisis* não apresentaram diferença estatística entre os óleos essenciais de alecrim-pimenta (*L. origanoides*) e de capim-santo (*C. citratus*), assim como não variaram com o incremento das concentrações (Tabela 2).

Adotando-se a classificação da IOBC, estes óleos foram considerados inócuos ao parasitoide nas dosagens testadas, sendo a deltametrina considerada levemente nociva.

A longevidade média de fêmeas e de machos foi de 8,2 e 8,4 dias respectivamente, diferindo apenas a longevidade das fêmeas entre os óleos essenciais na concentração 0,5% (Tabela 2).

Os óleos essenciais, em todas as dosagens, não afetaram de maneira significativa os parâmetros biológicos [percentual de parasitismo e de emergência, a progênie, a razão sexual e a duração do ciclo (ovo-adulto)] da geração F1 (Tabela 3). No entanto, na testemunha positiva (deltametrina) o percentual de parasitismo foi de apenas 50,0% e o ciclo de vida mais que dobrou em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 2. Parâmetros biológicos da geração parental de *P. elaeisis* emergidos de pupas de *T. molitor* tratadas (após o parasitismo) com diferentes concentrações dos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*L. origanoides*) e de capim-santo (*C. citratus*), além das testemunhas

Parâmetros	Óleo	Concentração (%)				Testemunhas	
		0,125	0,25	0,5	1,0	Detergente	Deltametrina
Emergência (%)	Alecrim-pimenta	93,4 ± 6,6a	86,6 ± 8,8ab	100,0 ± 0,0a	93,4 ± 6,6a	100,0 ± 0,0a	60 ± 12,6b
	Capim-santo	100,0 ± 0,0a	86,6 ± 13,4ab	86,8 ± 8,9ab	86,8 ± 8,1ab	100,0 ± 0,0a	60 ± 12,6b
Progênie	Alecrim-pimenta	71,2 ± 8,8a	66,7 ± 6,8a	65,5 ± 10,3a	65,5 ± 12,1a	90,3 ± 10,6a	21,1 ± 1,8b
	Capim-santo	79,3 ± 5,0a	72,2 ± 12,0a	72,5 ± 10,2a	68,2 ± 6,5a	90,3 ± 10,6a	21,1 ± 1,8b
Razão sexual	Alecrim-pimenta	0,93 ± 0,01ab	0,94 ± 0,01ab	0,92 ± 0,01ab	0,93 ± 0,00ab	0,92 ± 0,01a	0,96 ± 0,01b
	Capim-santo	0,91 ± 0,01ab	0,91 ± 0,01ab	0,90 ± 0,02ab	0,91 ± 0,00ab	0,92 ± 0,01a	0,96 ± 0,01b
Ciclo (ovo-adulto)	Alecrim-pimenta	21,9 ± 0,9ab	22,3 ± 1,0 ab	21,4 ± 2,0 ab	21,5 ± 3,0 ab	23,0 ± 1,0a	24,9 ± 5,0b
	Capim-santo	21,9 ± 2,0ab	20,1 ± 2,0 ab	23,9 ± 1,0 ab	23,5 ± 1,24 ab	23,0 ± 1,0a	24,9 ± 5,0b
Longevidade (fêmeas)	Alecrim-pimenta	8,6 ± 0,8a	8,1 ± 0,7ab	7,9 ± 0,7*ab	9,6 ± 0,8a	9,05 ± 0,7a	7,05 ± 1,0b
	Capim-santo	7,7 ± 0,7b	8,5 ± 0,9ab	9,1 ± 0,8*a	8,4 ± 0,7ab	9,05 ± 0,7a	7,05 ± 1,0b
Longevidade (machos)	Alecrim-pimenta	7,3 ± 1,2ab	8,4 ± 0,7a	7,8 ± 0,4ab	9,6 ± 0,6a	9,1 ± 0,9a	6,1 ± 0,4b
	Capim-santo	6,7 ± 0,9ab	8,4 ± 0,8a	8,1 ± 0,6ab	8,1 ± 0,6ab	9,1 ± 0,9a	6,1 ± 0,4b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Significativo na coluna, ao nível de 5% pelo teste F.

Tabela 3. Parâmetros biológicos da geração F1 de *P. elaeisis* emergidos de pupas de *T. molitor* parasitadas pela geração parental

Parâmetros	Concentração (%)					Testemunhas	
	Óleo	0,125	0,25	0,5	1,0	Detergente	Deltametrina
Parasitismo (%)	Alecrim-pimenta	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	50,0 ± 18,0b
	Capim-santo	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	100,0 ± 0,0a	50,0 ± 18,0b
Emergência (%)	Alecrim-pimenta	87,5 ± 11,2ab	87,5 ± 11,2ab	87,5 ± 11,2ab	75 ± 13,0ab	87,5 ± 11,2a	87,5 ± 0,0b
	Capim-santo	75,0 ± 13,0ab	87,5 ± 11,2ab	87,5 ± 11,2ab	75 ± 13,0ab	87,5 ± 11,2a	87,5 ± 0,0b
Progênie	Alecrim-pimenta	77,7 ± 9,6 a	78,6 ± 11,4a	72,6 ± 8,8 a	83,9 ± 2,1a	88,2 ± 2,3a	47,6 ± 8,1b
	Capim-santo	76,9 ± 6,6 a	81,1 ± 8,1 a	75,4 ± 9,3 a	70,4 ± 16,7a	88,2 ± 2,3a	47,6 ± 8,1b
Razão sexual	Alecrim-pimenta	0,81 ± 0,01ab	0,92 ± 0,01ab	0,82 ± 0,01ab	0,94 ± 0,01ab	0,92 ± 0,01a	0,95 ± 0,01b
	Capim-santo	0,94 ± 0,00ab	0,94 ± 0,01ab	0,96 ± 0,01ab	0,94 ± 0,01ab	0,92 ± 0,01a	0,95 ± 0,01b
Ciclo (ovo-adulto)	Alecrim-pimenta	20,0 ± 2,7a	22,7 ± 0,7a	22,6 ± 0,2a	22,8 ± 0,4a	22,5 ± 0,2a	53,3 ± 2,5b
	Capim-santo	23,4 ± 0,5a	23,6 ± 0,6a	23,8 ± 0,60a	23,0 ± 0,4a	22,5 ± 0,2a	53,3 ± 2,5b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6 DISCUSSÃO

De maneira geral, os inseticidas botânicos são categorizados como produtos de baixa toxicidade, rápida degradação e relativo baixo impacto ambiental (CLOYD, 2004; WEI, 2019). Neste contexto, o presente trabalho contribuiu para corroborar parte da afirmação, uma vez que os óleos essenciais de alecrim-pimenta e de capim-santo mostraram-se seletivos ao parasitoide *P. elaeisis*, não alterando os parâmetros biológicos analisados.

Os óleos essenciais de alecrim pimenta e de capim santo se mostraram inócuos e levemente nocivos (IOBC), respectivamente, ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (SOMBRA, 2019). Além disto, os óleos essenciais do orégano *Origanum vulgare* Linnaeus (Lamiaceae) e do tomilho *Thymus vulgaris* Linnaeus (Lamiaceae), conhecidos por apresentarem carvacrol como um dos seus constituintes principais, mostraram-se seletivos ao parasitoide *T. basalis* (GONZÁLEZ, 2013). O carvacrol também foi relatado como um dos compostos (entre mais de 20 testados) mais seletivos às abelhas na dosagem em que é capaz de controlar o ácaro *V. jacobsoni* (LINDBERG; MELATHOPOULOS; WINSTON, 2000).

O fato de *P. elaeisis* ter sido coletado naturalmente em lepidópteros-praga relacionados ao eucalipto (PEREIRA et al. 2008) pode estar ligado indiretamente com sua defesa fisiológica aos óleos essenciais testados. Várias espécies de eucalipto têm na composição dos seus óleos essenciais, monoterpenos e sesquiterpenos (PEREIRA, 2010). Desta forma, a coevolução do parasitoide com lagartas desfolhadoras do eucalipto pode ter selecionado indivíduos capazes de sobreviver as possíveis substâncias tóxicas do metabolismo secundário da planta alocados no corpo gorduroso do artrópode-praga. Em relação à seleção natural de indivíduos, já foi relatado que, possivelmente, uma única troca de aminoácidos no genoma do inseto pode gerar insensibilidade à compostos tóxicos de plantas (LABEYRIE; DOBLER, 2004). Apesar dessa coevolução, a resistência do inimigo natural não foi observada quando aplicado o óleo essencial de neem (CALDEIRA, 2019), provavelmente devido à complexidade dos componentes presentes no neem, que diferentemente do eucalipto, possui majoritariamente tetranortripenoides e azadiractina (BRASIL, 2010).

O nível máximo de parasitismo (100%) das pupas de *T. molitor* da geração F1 demonstra a possível inexistência de toxicidade dos óleos às fêmeas de *P. elaeisis* emergidas das pupas tratadas. O mesmo não acontece com as fêmeas da geração

parental emergidas de pupas de *T. molitor* tratadas com deltametrina uma vez que o percentual de parasitismo reduziu em 50%. Além disto, foi visualmente detectado movimentos involuntários em alguns adultos emergidos da geração parental. Isto pode ter ocorrido devido à presença de moléculas do inseticida na alimentação do juvenil dentro da pupa, visto que seu modo de ação prevê o sintoma de hiperexcitabilidade (BRADBERRY et al., 2005).

Apesar dos parâmetros biológicos de percentual de emergência, de progênie e da razão sexual dos tratamentos com óleos essenciais não terem apresentado diferença significativa da testemunha negativa (detergente), seus efeitos combinados podem influenciar na quantidade de pupas parasitadas quando os parasitoides forem liberados no campo para o controle de determinada praga. Desta forma, mesmo que o produto aplicado seja considerado seletivo, deverá ser calculada e liberada uma quantidade maior de parasitoides visando compensar a redução (mesmo que pequena) dos parâmetros biológicos devido à aplicação do produto, nesse caso, do óleo essencial.

Em relação ao tratamento com o inseticida (deltametrina), observou-se que o mesmo não foi seletivo ao *P. elaeisis*, como já demonstrado em outros trabalhos (PEREIRA, 2016). Destaca-se que seus efeitos letais foram menos agressivos quando a pupa foi tratada por meio da pulverização (metodologia deste trabalho) ao invés de ter sido mergulhada na solução. Isto aconteceu, provavelmente, devido a uma menor intensidade de exposição ao produto.

7 CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de *Lippia origanoides* e de *Cymbopogon citratus*, nas dosagens avaliadas, mostraram-se seletivos ao parasitoide *P. elaeisis*.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Illinois, USA: Allured publishing corporatio, 2007.

ALMEIDA, R. R. **Mecanismos de ação dos monoterpenos aromáticos : timol e carvacrol**. 22 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de São João Del-Ri, Del-Rei, 2015.

AMARASEKARE, K. G.; SHEARER, P. W., MILLS, N. J. Testing the selectivity of pesticide effects on natural enemies in laboratory bioassays. **Biological Control**, v. 102, p.7-16, 2016.

ANDRADE, L.; H.OLIVEIRA, J. V.; LIMA, M. M. L.; SANTANA, M. F.; BREDA, M. O. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 44, p. 628-634, 2013.

BARBOSA, W. F. **Seletividade de inseticidas recomendados para a cultura do algodão ao parasitoide de pupas *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros-praga. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 1281-1283, 1999.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, p. 321-323, 2004.

BRASIL, R. B. **Estudo fitoquímico e atividade fungicida do extrato metanólico das folhas de *Azadirachta indica* (A. Jusseu)**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

BRADBERRY, S. M.; CAGE, S. A.; PROUDFOOT, A. T.; VALE, J. A. Poisoning due to Pyrethroids. **Toxicological Reviews**, v. 24, p. 93-106, 2005.

CALDEIRA, Z. V. **Impactos de inseticidas botânico e sintético em *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae)**. 2019. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

CAVALCANTI, S.C. H; NICULAU, E. S.; BLANK, A. F.; CÂMARA, C. A. G.; ARAÚJO, I. N.; ALVES, P. B. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Bioresource Technology**, v. 101, p. 829-832, 2010.

CLOYD, R. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better then conventional insecticide? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, p. 1-8, 2004.

DELVARE, G.; LASALLE, J. A new genus of tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from the neotropical region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. **Journal of Natural History**, v. 27, p. 435–444, 1993.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

EL-WAKEIL, N. E. Botanical pesticides and their mode of action. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, p. 125-149, 2013.

FATHY, H. K. Ecosmart biorational insecticides: Alternative insect control strategies. In: PERVEEN, F. **Insecticides - Advances in Integrated Pest Management**, 2012. Cap 2. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/ecosmart-biorational-insecticides-alternative-insect-control-strategies>

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, p. 120-130, 2017.

GIL-SANTANA, H. R.; TAVARES, M. T. *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae): a new parasitoid of *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). **Revista Brasileira Zoologia**, v. 23, p.891-892, 2006.

Glossário de termos fitossanitários. NIMF Nº 5, FAO Roma, 2009.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**, Princeton: Princeton University Press, 1994.

GODOY, K. B.; ÁVILA, C. J.; ARCE, C. C. M. **Controle biológico de percevejos fitófagos da soja na região de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/254791/1/BP200740.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

GONÇALVES, A. H.; PEREIRA, A. S.; SANTOS, G. R. S; GUIMARÃES, L. G. L. Atividade fungitóxica in vitro dos óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf. e de seus constituintes majoritários no controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 1007-1015, 2015.

GONZÁLEZ, J. O. W.; LAUMANN, R. A.; SILVEIRA, S.; MORAES, M. C. B.; BORGES, M.; FERRERO, A. A. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalis*. **Chemosphere**, v. 92, p. 608-615, 2013.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRANDE, J. D.; VIERA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 464- 472, 2011.

GULLAN, P. J.; CRANTSON, P. S. **Insetos: Fundamentos de Entomologia**. 5. ed. rev, Califórnia: Roca, 2017.

HUBER, J. T. Biodiversity of Hymenoptera. In: FOOTIT, R. G.; ADLER, P. H. (Ed.). **Insect biodiversity: science and society**. London: Blackwell, 2009. Cap. 12.

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.

KHETRAPAL, M.; VODWAL, L. Botanical pesticides: An upcoming tool for plant protection. **International Journal of Advanced Research**, v. 4, p. 1778-1784, 2016.

KOGAN, M.; BAJWA, W. I., Integrated pest management: A global reality? **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 01-25, 1999.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L. **Óleos essenciais e sua extração por arraste de vapor**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, CTAA, 1991. 24 p. (Documentos, 8).

LABEYRIE, E.; DOBLER, S. Molecular adaptation of *Chrysochus* leaf beetles to toxic compounds in their food plants. **Molecular Biology and Evolution**, v. 21, p. 218-221, 2004.

LINDBERG, C. M.; MELATHOPOULOS, A. P.; WINSTON, M. L. Laboratory evaluation of miticides to control *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae), a honey bee (Hymenoptera: Apidae) parasite. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 189-198, 2000.

LOOMIS, W. D.; CROTEAU, R. In: STUMPF, P. K. (ed). Biochemistry of terpenoids. Lipids: Structure and Function: **The Biochemistry of Plants**, v. 4, 2014. Cap 13.

MELO, C. R.; PIKANÇO, M. C.; SANTOS, A. A.; SANTOS, I. B.; PIMENTEL, M. F.; SANTOS, A. C.; BLANK, A. F.; ARAÚJO, A. P. A.; CRISTALDO, P. F.; BACCI, L. Toxicity of essential oils of *Lippia gracilis* chemotypes and their major compounds on *Diaphania hyalinata* and non-target species. **Crop Protection**, v. 104, p. 47-51, 2018.

MENEZES, C. W. G. **Seletividade de herbicidas aplicados nas culturas do milho e do eucalipto em insetos de controle biológico**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

MIRESMALLI, S.; ISMAN, M. B. Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. **Trends in Plant Science**, v. 19, p. 29-35, 2014.

MORAIS, S. R.; OLIVEIRA, T. L.; OLIVEIRA, L. P., TRESVENZOL, L. M.; CONCEIÇÃO, E. C.; REZENDE, M. H.; FIUZA, T. S.; COSTA, E. A., FERRI, P. H.; PAULA, J. R. Essential oil composition, antimicrobial and pharmacological activities of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) from São Gonçalo do Abaeté, Minas Gerais, Brazil. **Revista Pharmacognosy**, v. 12, p. 262-270, 2016.

NOYES, J. S. Universal Chalcidoidea Database. Disponível em: <https://www.nhm.ac.uk/ourscience/data/chalcidoids/database/listChalcids.dsmIFamily=Eulophidae&Superfamily=Chalcidoidea&Genus=Palmistichus#gen_223>. Acesso em: 14 out. 2019.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**, São Paulo: Manole, 2002.

PEREIRA, E. S. **Seletividade do inseticida deltametrina ao parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. L. P.; OLIVEIRA, H. N. Parasitism of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in alternative host on eucalypt in semi-field. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 41, p. 715-720, 2010.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M. T. Species of Lepidoptera defoliators of eucalypt as new hosts for the polyphagous parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51. 259-262, 2008.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F.S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 865-869, 2009.

PEREIRA, E. S.; CALDEIRA, Z. V.; SOARES, M. A. Manejo integrado de pragas na eucaliptocultura: inseticidas e parasitoides são compatíveis? **Agri-Environmental Sciences**, v. 2, p. 1-13, 2016.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados, p. 443-461. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SENSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas, Instituto Bio Geneziz, 2002. Cap. 7.3.

R Core Team, R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria. 2019. URL: <https://www.R-project.org/>.

RICCI, E. M.; PADÍN, S. B.; KAHAN, A.; RÉ, S. Efecto repelente de los aceites esenciales de laurel y lemongrass sobre *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) en repollo. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, v. 28, p. 207-212, 2002.

RODRÍGUEZ-DIMATÉ, F. A.; PEDROSO, J. C. M.; RIBEIRO, R. C.; BRÜGGER B. P.; WILCHEN C. F. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of the passion fruit pest *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae). **Florida Entomologist**, v. 99, p. 130-132, 2016.

SANGHA, J. S.; ASTATKIE, T.; CUTLER, G. C. Ovicidal, larvicidal, and behavioural effects of some plant essential oils on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **The Canadian Entomologist**, v. 149, p. 639-648, 2017.

SANTOS, C. A. M. **Toxicidade de extratos de *Solanum habrochaites* (Solanaceae) para *Anticarsia gemmatilis* (Lep: Erebidae) e seletividade a *Palmistichus elaeisis* (Hym: Eulophidae)**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SANTOS, I. B.; CAMPOS, S. O.; SILVA, G. A. R.; PICANÇO, M. C.; QUEIROZ, O. S.; CHAVES, G. S. Seletividade ecológica e fisiológica de inseticidas em favor de *Protonectarina sylveirae*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p.1149-1155, 2012.

SARWAR, M.; SALMAN, M. Success stories of eco-friendly organically acceptable insecticides as natural products discovery. **International Journal of Materials Chemistry and Physics**, v. 1, p. 388-394, 2015.

SOMBRA, K. E. S. **Prospecção de óleos essenciais para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e seletividade à *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v. 48, p. 123-139, 2003.

VIEGAS, C. Terpenes with insecticidal activity: An alternative to chemical control of insects. **Quimica Nova**, v. 26, p. 390-400, 2003.

WEI, D. A. I. LI, W.; ZHU, J.; GE, L.; YANG, G.; LIU, F. Selectivity and sublethal effects of some frequently-used biopesticides on the predator *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, p. 124-133, 2019.

ZANUNCIO, J.C., PEREIRA, F. F., JACQUES, G. C., TAVARES, M. T., SERRÃO, J. E. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 62, p. 64-66, 2008.