

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

JULIELSON OLIVEIRA ATAIDE

**ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE *Duponchelia fovealis*
ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

ALEGRE-ES

2017

JULIELSON OLIVEIRA ATAIDE

**ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE *Duponchelia fovealis*
ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli

Coorientadores: Prof.^aDr^a. Patrícia Fontes Pinheiro e Dr^a.
Débora Ferreira Melo Fragoso

ALEGRE-ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Ataide, Julielson Oliveira, 1987-

A862o Óleos Essenciais no Manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847
(Lepidoptera: Crambidae) / Julielson Oliveira Ataide. – 2017.

80 f. : il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientadores: Patrícia Fontes Pinheiro; Débora Ferreira Melo Fragoso.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Componente volátil. 2. Pragas – Controle biológico. 3. Lagarta. 4. Essências e óleos essenciais. I. Pratissoli, Dirceu. II. Pinheiro, Patrícia Fontes. III. Fragoso, Débora Ferreira Melo. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

JULIELSON OLIVEIRA ATAIDE

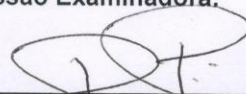
**ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DE *Duponchelia fovealis*
ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de Fitossanidade.

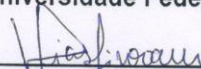
Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratisoli
Coorientadores: Prof.^a. Dr.^a. Patrícia Fontes Pinheiro e
Dr.^a. Débora Ferreira Melo Fragoso

Aprovado em 17/02/2017

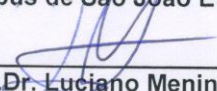
Comissão Examinadora:



Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratisoli
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Victor Dias Pirovani
Instituto Federal de Minas Gerais-
Campus de São João Evangelista



Prof. Dr. Luciano Menini
Instituto Federal do Espírito Santo-
Campus de Alegre



Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus que me capacita a cada dia.
Aos, meus pais, Sebastião e Maria, pelo amor e pelo ensinamento ao longo da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por este sonho realizado, por me capacitar e por me abençoar com uma família maravilhosa e amigos tão queridos.

Aos meus pais, Sebastião Manoel de Ataíde e Maria da Silva Oliveira Athaide, e aos meus irmãos, Silvano, Regino Marcos, Gilberto, pelo apoio e carinho em todos os momentos da minha vida. Pela compreensão, conselhos e incentivo nos momentos difíceis.

A minha grande amiga que se tornou meu grande amor, Cleidiane, que sempre esteve ao meu lado apoiando e incentivando durante essa jornada. Pelas horas de desabafos e companheirismo em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, pela paciência para me orientar e a oportunidade de cursar o mestrado em Produção Vegetal no NUDEMAFI.

A minha coorientador, Prof. Dr. Patrícia Fontes Pinheiro, pela grande colaboração, amizade e conselhos ao longo desta etapa.

A Dr^a. Débora Ferreira Melo Fragoso que foi mais que uma coorientadora, mas sim uma amiga que me ensinou como proceder diante a situações críticas, me orientando nas escritas dos manuscritos.

Aos Professores Dr.Hugo Zago e Dr.Hugo Gonçalves pela disponibilidade quando precisei.

Ao Meu amigo Victor Dias Pirovani pelos ensinamentos na criação dos insetos.

Aos meus amigos e funcionários do Laboratório de entomologia do NUDEMAFI que estiveram presentes em todos os momentos.

Ao meu amigo Leonardo Mardgan, pelo apoio e amizade.

Ao meu amigo Carlos Magno, pelo apoio e amizade.

Ao meu amigo Cristhian Duran, pelo apoio e ensinamentos de outra cultura.

Aos meus amigos Luís Moreira, Adamastor Barros, Rafael Assis, Fernando, Ingrid, Alixelle, Pedro César, Saulo, Rafael por fazer que o laboratório ficasse bem mais agradável para trabalhar.

As minhas amigas Lorena e Laura, pelo carinho e amizade, e momentos de reflexões sobre a vida.

Ao meu amigo Victor Lima pela amizade e apoio nas revisões.

Ao amigo José Romário, pelo enorme apoio na estatística e pelas horas investidas ao meu auxílio.

Aos estagiários da *Duponchelia fovealis*, Marcel, Raphael e o Pedro César pela ajuda nos experimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo concedimento da bolsa de estudo, ao CNPq, FAPES pelo auxílio financeiro, ao programa de Pós-graduação e ao NUDEMAFI.

BIOGRAFIA

Julielson Oliveira Ataíde, nascido em Muniz Freire, estado do Espírito Santo, em 20 de setembro de 1987, filho de Sebastião Manoel de Ataíde e Maria da Silva Oliveira Athaide. cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Galdino Theodoro da Silva e o ensino médio na Escola Estadual Célia Teixeira do Carmo concluiu o ensino médio em 2005. Aos 23 anos, ingressou no curso de Ciências Biológicas no Centro Universitário São Camilo em Cachoeiro de Itapemirim-ES. Durante a graduação, fez parte do Laboratório de zoologia como estagiário voluntário e posteriormente ingressou na pesquisa através do programa de Iniciação Científica pela FAPES. Aos 27 anos de idade, obteve o título de Bacharel em Ciências Biológicas e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, atuando na área de controle biológico, sob a orientação do Prof. Dr. Dirceu Pratissoli. Aos 17 de fevereiro de 2017, defendeu sua dissertação, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, Área de Concentração em Fitossanidade (linha de entomologia).

SUMÁRIO

RESUMO.....	X
ABSTRAC	XII
1. CAPÍTULO I	15
1.1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.2.1. <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)	17
1.2.2. Métodos de manejo para <i>Duponchelia fovealis</i> Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae).....	20
1.3.1. Controle químico.....	21
1.3.2. Controle biológico	21
1.3.3. Controle cultural.....	23
1.3.4. Controle comportamental.....	23
1.3.5. Óleos essenciais.....	25
1.3.5.1. Utilização do óleo essencial.....	27
1.3.5.2 Plantas inseticidas	27
1.3.5.3 Vantagens da utilização de plantas inseticidas	28
1.3.5.4 Ação das plantas inseticidas.....	28
1.3. REFERENCIAS	30
2. CAPÍTULO II	38
CARACTERIZAÇÃO E TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Zingiber officinale</i> ROSCOE SOBRE <i>Duponchelia fovealis</i> ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE).....	38
RESUMO.....	38
ABSTRACT	40
2.1. INTRODUÇÃO.....	41
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.2.1. Obtenção do material vegetal	42
2.2.2. Composição química do óleo essencial	42
2.2.2.1 Cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM).....	42
2.2.2.2. Cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC).....	43
2.3. Obtenção e Multiplicação de <i>Duponchelia fovealis</i>	43
2.4. Teste de atividade inseticida.....	44
2.5. Estimativa da concentração letal (CL).....	45

2.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
2.6.1. Teste de atividade inseticida	49
2.7. CONCLUSÃO	51
2.8. REFERÊNCIAS	52
3. CAPITULO III	57
TOXICIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Syzygium aromaticum</i> , <i>Cinnamomum zeylanicum</i> e <i>Eugenia brasiliana</i> SOBRE <i>Duponchelia fovealis</i> ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	57
RESUMO.....	57
ABSTRACT	58
3.1. INTRODUÇÃO.....	59
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.2.1. Obtenção do material vegetal	60
3.2.2. Obtenção e Multiplicação de <i>Duponchelia fovealis</i>	60
3.2.3. Teste de atividade inseticida	61
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
3.4. CONCLUSÃO	64
3.5. REFERENCIAS	64
4. CAPITULO IV	68
AÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DO GÊNERO <i>CITRUS</i> E COMPONENTE MAJORITÁRIO SOBRE LAGARTA DO MORANGUEIRO	68
RESUMO.....	68
ABSTRACT	69
4.1. INTRODUÇÃO.....	70
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	71
4.2.1. Obtenção dos óleos essenciais.....	71
4.2.2. Obtenção e Multiplicação de <i>Duponchelia fovealis</i>	71
4.2.3. Teste de atividade inseticida	72
4.2.4. Estimativa da concentração letal (CL)	73
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.4. CONCLUSÃO	77
4.5. REFERENCIAS	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81

ATAIDE, Julielson Oliveira, M. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo. Fevereiro de 2017. **Óleos essenciais no manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratisoli.

RESUMO

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) é uma lagarta originária da região do mediterrâneo, que foi encontrada no Brasil em 2010, atacando flores, folhas, coroa e frutos do morangueiro. Por ser um inseto ainda pouco estudado, até o momento não há nenhum inseticida registrado no Brasil para o seu controle. Dessa forma, encontrar um método adequado para o controle dessa praga torna-se necessário. Assim, o objetivo geral do estudo foi avaliar a toxicidade de óleos essenciais sobre a *D. fovealis*, para isso foram testados os óleos essenciais de *Zingiber officinale*, *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia brasiliiana*, *Citrus Limon*, *Citrus aurantium dulce*, *Citrus aurantium amara* e o D-limoneno. Para os testes biológicos utilizou-se um aerógrafo para pulverizar sobre as lagartas as soluções dos óleos essenciais na concentração de 2% (m/v) e o método de imersão para avaliar a mortalidade dos embriões. O solvente usado no preparo das soluções dos óleos essenciais foi uma solução de água contendo 0,05% (m/v) de Tween 80 e 2% (m/v) de acetona, que foi usado também como o controle negativo e o inseticida Clorfenapir como controle positivo. As mortalidades observadas de *D. fovealis* usando o óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) sobre lagartas de 1º, 2º e 3º instar e de embriões, após 72 horas, foram de: 98, 56, 15 e 98%, respectivamente. Usando o mesmo óleo, foram estimados os valores de CL₅₀ 0,61% e CL₉₀ 1,35% m/v para as lagartas de 1º instar e para os embriões, CL₅₀ 0,25% e CL₉₀ 0,54%. Em relação aos óleos essenciais de *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Eugenia brasiliiana*, apresentaram uma mortalidade após 72 horas de 54,00%, 25,00% e 15,40%, respectivamente em lagartas de 1º instar. Os óleos essenciais de *Citrus Limon*, *Citrus aurantium dulce*, apresentaram toxicidade sobre os embriões de 100%, *Citrus aurantium amara* e o componente majoritário D-limoneno de 34,48% e 32,18%, respectivamente. Para as lagartas de 1º instar, os óleos essenciais de *Citrus Limon* e *Citrus aurantium dulce* apresentaram 57,50% e 56,25%, o D-

limoneno e *Citrus aurantium amara* 14%, 13% respectivamente. No estágio de 2º instar os óleos essenciais de *Citrus Limon* e *Citrus aurantium dulce* obtiveram 20,00%. Os valores estimados de CL₅₀ CL₉₀ dos óleos essenciais de *Citrus Limon*, *Citrus aurantium dulce* sobre os embriões foram, CL₅₀ 0,40% e CL₉₀ 0,70% e CL₅₀ e 0,13%. e CL₉₀ 0,33% respectivamente. Os óleos essenciais apresentaram toxicidade sobre *D. fovealis*.

Palavras-Chaves: Lagartas. Plantas inseticidas. Manejo fitossanitário de pragas. Componentes voláteis.

ATAIDE, Julielson Oliveira, M. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo. February 2017. **Essential oils in the management of *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Advisor: Prof. Dr. Dirceu Pratisoli.

ABSTRAC

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) is a caterpillar native to the Mediterranean region, which was found in Brazil in 2010, attacking flowers, leaves, crown and fruits of the strawberry. Because it is an insect that has not yet been studied, to date there is no insecticide registered in Brazil for its control. Thus, finding a suitable method for controlling this pest becomes necessary. The objective of this study was to evaluate the toxicity of essential oils on *D. fovealis*. The essential oils of *Zingiber officinale*, *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia brasiliiana*, *Citrus limon*, *Citrus aurantium dulce*, *Citrus aurantium amara* and D-limonene. For the biological tests an airbrush was used to spray on the caterpillars. The solutions of the essential oils in the concentration of 2% (w / v) and the immersion method to evaluate the eggs' The solvent used in the preparation of essential oils solutions was a water solution containing 0.05% (w/v) Tween 80 and 2%(w/v) acetone, which was also used as the negative control and the insecticide Chlorphenapy as a positive control. The observed mortalities of *D. fovealis* using the essential oil of *Zingiber officinale* on 1st, 2nd and 3rd instar caterpillars and embryos after 72 hours were: 98, 98%, 56 and 15, respectively. Using the same oil, LC₅₀ values 0.61% and LC₉₀ 1.35% for 1st instar caterpillars and for embryos LC₅₀ 0.25% and LC₉₀ 0.54%. In relation to the essential oils of *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Eugenia brasiliiana*, they presented mortality after 72 hours of 54.00%, 25.00% and 15.40%, respectively, in 1st instar caterpillars. The essential oils of *Citrus limon*, *Citrus aurantium dulce*, showed toxicity on 100% embryos, *Citrus aurantium amara* and the major component D-limonene of 34.48% and 32.18%, respectively. For the 1st instar caterpillars, the essential oils of *Citrus Limon* and *Citrus aurantium dulce* presented 57.50% and 56.25% , D-limonene and *Citrus aurantium amara* 14%, 13% (w / v) respectively. In the 2nd instar stage the essential oils of *Citrus Limon* and *Citrus aurantium dulce* obtained 20.00%. Estimated values LC₅₀ and LC₉₀ of the

essential oils of *Citrus Limon*, *Citrus aurantium dulce* on embryos were, LC₅₀ 0.40% and CL₉₀ 0.70% (w / v) and LC₅₀ and 0.13% and LC₉₀ 0.33% respectively. The essential oils presented toxicity on *D. fovealis*.

Keywords: Caterpillars. Insecticide plants. Phytosanitary management of pests. Volatile components.

1. CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) pertence à família Rosaceae, sendo um híbrido resultante do cruzamento de duas espécies, *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana* (CASTRO, 2004). Destaca-se entre as pequenas frutas, pelo aspecto atraente e sabor agradável com grande interesse comercial, pois pode ser consumido *in natura* ou industrializado, em múltiplas maneiras de processamento em muitos países do mundo (HANCOCK et al., 1990).

A cultura do morango no estado do Espírito Santo segue crescendo em expansão territorial. Nos anos 90 que ganhou eficácia, embora essa cultura esteja implementada no estado desde década de 60 (BALBINO; MARIN, 2006). Os principais municípios produtores são: Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Castelo, Vargem Alta, Santa Maria de Jetibá e Muniz Freire. Esses municípios formam hoje o "Polo Capixaba do Morango", com destaque para Santa Maria de Jetibá e Domingos Martins (INCAPER, 2010).

Um fator que influencia diretamente na cultura do morango são as pragas, que atacam folhas, ramos e os frutos, ocasionando diversos prejuízos aos produtores. Como exemplo dessas pragas, destaca-se o Ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) que remove os tecidos superficiais da folha, causando perda de seiva junto às primeiras camadas do tecido foliar.

A Broca-dos-frutos, *Lobiopa insularis*, (Castelnau, 1840) (Coleoptera: Nitidulidae) alimentam-se dos frutos maduros, tornando-os imprestáveis para a comercialização; Ácaro do enfezamento, *Phytonemus pallidus* (Banks, 1899) (Acari: Tarsonemidae) quando o ataque incide nas folhas pode ser visualizado na face inferior um aspecto áspero e sem brilho, quando o ataque é no fruto ocorre à raspagem do tecido externo do fruto, tornando-se rugoso, impróprio para comercialização. O ácaro-vermelho, *Tetranychus desertorum* Banks, 1900 (Acari: Tetranychidae) ocasiona o mesmo danos do ácaro-rajado, ataca as folhas ocasionando manchas avermelhadas, como passar do tempo essas folhas secam; Pulgão-verde *Capitophorus fragaefolii* Cock, 1901 (Hemiptera: Aphididae) seu ataque incide sob o coleto, inflorescências e frutos imaturos,

nessas regiões os insetos sugam seiva da planta, o que acarreta em diminuição do potencial produtivo e no aparecimento de um fungo conhecido popularmente como “fumagina”; O pulgão, *Cerosiphia forbesi* (Weed, 1889) (Hemiptera: Aphididae) ataca as mesmas regiões que o pulgão-verde, ocasionando os mesmos danos; Lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) corta as plantas novas na altura do colo, quando o estágio vegetativo está mais avançado, as lagartas podem abrir galerias na base do colo da planta; Tripes das flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera/Thripidae), sua fase jovem e adulta alimenta-se do pólen provocando lesões nas pétalas, levando as flores ficarem estéreis, quando seu ataque incide nos frutos, os mesmos apresentam um aspecto bronzeado e uma maturação desuniformes; Brocão *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) raspam as folhas, alimentam-se do colo e dos frutos que estão em processo de maturação (PIROVANI et al., 2015).

Em 2010, foi constatada a presença da *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) na cultura do morangueiro no estado do Espírito Santo, a lagarta, que tem capacidade de causar danos em diversas partes da planta, incluindo folhas, brotos, inflorescências, raízes e caules (FORNAZIER et al., 2011).

Por ser uma espécie considerada nova na cultura do morango, tem poucos relatos sobre seu controle no Brasil, por isso, ainda não existir ingrediente ativo registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), assim os produtores são induzidos a recorrer a outros produtos que não são registrados, acarretando sérios danos ao agroecossistema, tais como elevados índices de resíduo tóxico no morango e por fim seleção de indivíduos resistentes ao inseticida (ALHO, 2011).

Uma maneira para controlar o crescimento populacional de lagarta é adoção de medidas fitossanitárias, Manejo Integrado de Pragas (MIP), que podem reduzir à população de insetos-praga sem ocasionar danos negativos à cultura, meio ambiente, e aos inimigos naturais (ALVEZ et al., 2007).

O MIP adota medidas de produtos formulados a base de agentes biológicos, como extratos vegetais, bactérias entomopatogênicas, vírus entomopatogênicos, nematoides entomopatogênicos, fungos entomopatogênicos e parasitoides (ALVEZ et al., 2007).

A utilização desses métodos de manejo tem se mostrado eficientes no manejo dos insetos-pragas. Nesse contexto, os óleos essenciais extraídos de plantas através de destilação por arraste a vapor vêm sendo estudados em testes de efeito inseticida, sobre desenvolvimento, oviposição, repelência ou até mesmo em ação Subletal (WIESBROOK, 2004; SOUZA; ARAÚLO; NASCIMENTO, 2007).

No mercado de inseticidas botânicos as piretrinas, azadiractina e as rotenonas eram os produtos predominantes, porém outros produtos começaram a ser formulados e usados no manejo de insetos, tais como: fumo (*Nicotiana tabacum* L.), alho (*Allium sativum*, L.), óleo essenciais de citronela (*Cymbopogon winterianus*), pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), entre outros (ISMAN, 1997; FORNAZIER et al., 2012).

Diante da necessidade de um método de manejo para *D. fovealis*, que não seja agressivo ao homem e meio ambiente, este trabalho objetivou-se testar óleos essenciais de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), cravo (*Syzygium aromaticum* Myrtaceae), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Lauraceae), pitanga (*Eugenia brasiliensis* Myrtaceae) e do gênero *Citrus* sobre *D. fovealis*.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) tem sua origem nas ilhas Canárias no Mediterrâneo, (BETHKE; VANDER MEY, 2010), pode ser encontrada em outras partes dos continentes da África, Europa, Ásia e América (BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOCKS; HODGES, 2013).

No Brasil foi relatada em 2007 no estado do Paraná, porém só foi identificada em 2010 pela Dra. Almas Solis, do Laboratório de Entomologia Sistemática (USDA) (ZAWADNEAK et al., 2011). *D. fovealis* encontra-se em três Estados brasileiros: Paraná, Espírito Santo e Minas Gerais (PIROVANI et al., 2015).

Trata-se de uma espécie polífaga, com registro em diversas variedades de espécies botânicas, desde plantas daninhas, às cultivadas de médio a grande importância econômica. Essa praga foi relatada atacando 43 famílias e 68 espécies de plantas como hospedeiras, com ênfase nas famílias Solanácea, Poaceae, Plantaginaceae, Asteraceae, Begoniaceae (FORNAZIER et al., 2011; ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013; PAES et al., 2015; PIROVANI et al., 2015). Entretanto, no Brasil essa praga instituiu-se na Rosaceae, especificamente no morangueiro, ocasionando expressivos danos à cultura, não sendo registrada atacando outra cultura (PAES et al., 2015; PRATISSOLI et al., 2015).

O ciclo de vida da *D. fovealis* (Figura 1) varia de acordo com as condições climáticas que o inseto é exposto, sendo que a 20°C o ciclo médio de ovo-adulto é de 47 dias. Seu desenvolvimento é holometabólico (ovo - larva - pupa - adulto) (PIJNAKKER, 2001).

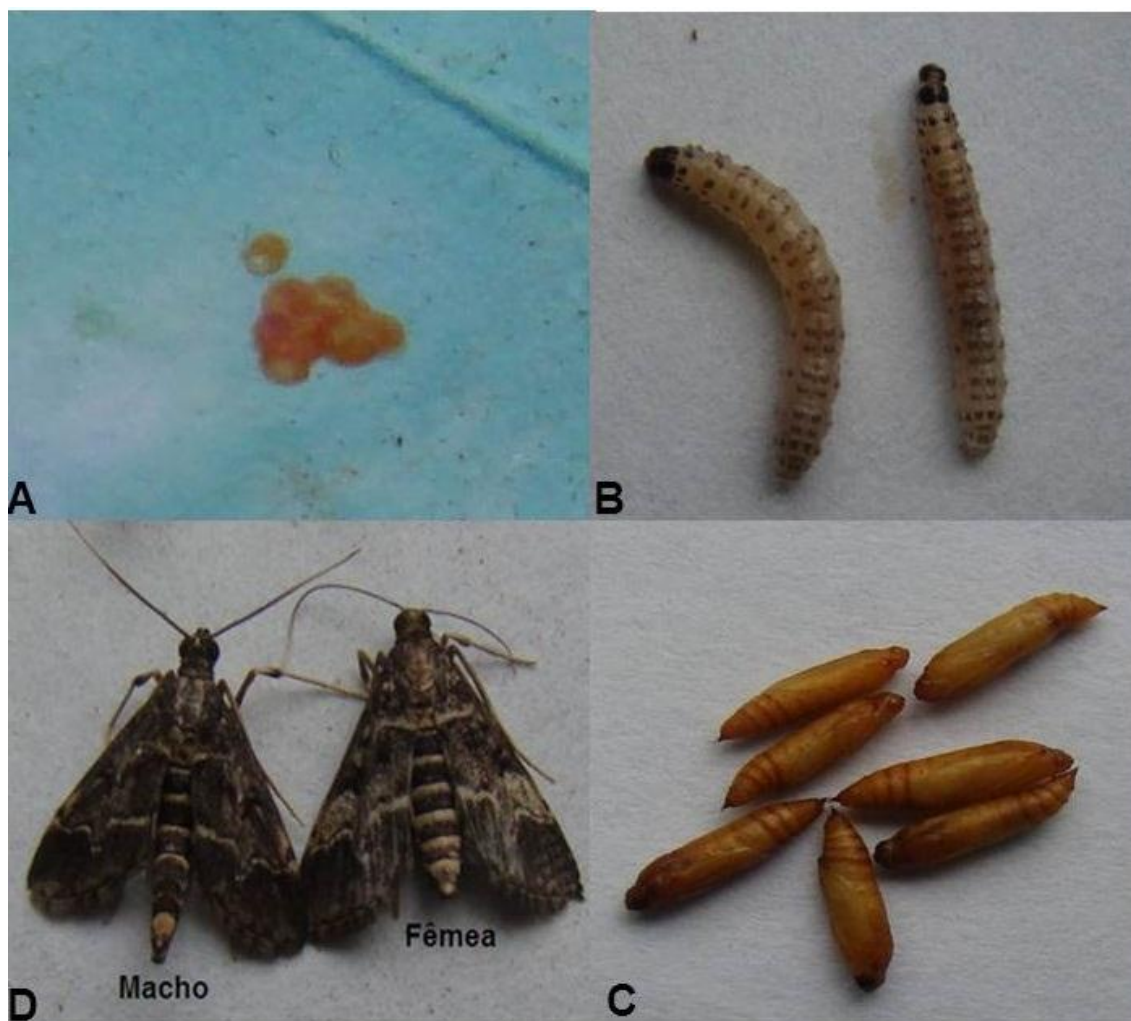


Figura 1: Fases do desenvolvimento de *Duponchelia fovealis*. (A) ovos; (B) lagartas; (C) pupas; (D) Fêmea; abdome curto, macho abdome longo e fino. Fonte: Próprio autor.

Os ovos de *D. fovealis* possuem coloração amarelo-creme nas primeiras 24 horas, com 36 horas adquire uma coloração avermelhada. As fêmeas depositam seus ovos na superfície das folhas, na base da planta ou na superfície do solo. As posturas podem ser de forma espalhada ou em forma de uma massa, contendo entre três a dez ovos. Essa fase dura entre 4 a 9 dias (PIJNAKKER, 2001; BRAMBILA; STOCKS, 2010; PAES et al., 2015).

A fase de lagarta possui 4 (quatro) ínstaras com uma duração de 21 a 30 dias. No último ínstar, a lagarta mede entre 20-30 mm de comprimento, sendo branco-amareladas com pequenas pontuações marrons distribuídas ao longo do corpo e a cabeça é marrom-escura (GILL, 2013; PAES et al., 2015). Nesta fase, alimentam-se de folhas, frutos, brotos, flores e de restos de plantas em decomposição e, em cultivos adensados pode encontrar-se

alimentando de qualquer parte da planta (BRAMBILA; STOCKS, 2010). Têm preferência por lugares úmidos próximos ao solo na base das plantas, podendo também sobreviver em locais que apresentam condições de alagamento (BRAMBILA; STOCKS, 2010; HOFFMAN, 2010).

A fase de pupa ocorre em um casulo de seda feito pelas lagartas, em locais protegidos no solo ou nas folhas que estão rente ao solo (MURPHY, 2008; ZAWADNEAK et al., 2011; STOKES; HODGES, 2013). Possui uma cor amarelo-amarronzadas, medem de 9 a 10 mm de comprimento, com o passar do tempo vão ficando escuras para eclosão dos adultos, com duração de 10 dias (STOKES; HODGES, 2013).

A fase adulta pode durar em média duas semanas, nesse tempo de duração a fêmea deposita em média 200 ovos. Os adultos têm coloração castanha acinzentado com anéis mais claros no abdômen e possuem duas linhas amareladas paralelas, formando uma espécie de “U”(figura 1D), medem cerca de 20 mm de envergadura e 10 mm de comprimento, suas asas são planas na forma triangular e o abdômen voltado para cima, os machos possuem o abdômen longo e fino, enquanto as fêmeas tem abdômen curto. Possuem hábitos noturnos e se alimentando de néctar de plantas. (HOFFMAN, 2010; BETHKE; VANDER MEY, 2010; BRAMBILA; STOCKS, 2010; FORNAZIER et al., 2011; STOKES; HODGES, 2013; PAES et al., 2015).

A principal forma de dispersão desse inseto é o material propagativo e não propagativo como frutos, flores, mudas e plantas daninhas, pois as lagartas ou pupas podem estar escondidas nas folhas, caules e nos recipientes com solo, além desse fato, apresentam alta capacidade de voo (BRAMBILA; STOCKS, 2010; STOKES; HODGES, 2013).

1.2.2. Métodos de manejo para *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)

O manejo da *D.fovealis* inclui controle químico, biológico e cultural nas regiões da Europa e dos Estados Unidos (BRAMBILA; STOCKS, 2010; GILL, 2013; STOKES; HODGES, 2013). No Brasil estudos iniciais apontam que o sucesso do manejo dessa praga é obtido através de controle biológico, extratos

vegetais, comportamental e químico (SANTOS 2014; SALOMÃO, 2014, PAES; 2015; PIROVANI, 2016).

13.1. Controle químico

Nos países europeus com a ocorrência da *D.fovealis*, os inseticidas químicos utilizados são lambda-cialotrina, deltametrina, spinosade, fluvalinato, esfenvalerato, lambda-cialotrina, orthene e bifentrina (FRANCO; BAPTISTA, 2010; STOCKS; HODGES, 2013). Na América do Norte, principalmente nos Estados Unidos tem-se utilizado imidacloprid, metomil, ethoprop, emamectina, permetrina, chlorantraniliprole, azadiractina (BETHKE; VANDER MEY, 2010).

Estudos preliminares feitos em laboratório com os ingredientes ativos, acetamiprido, ciromazina, metoxifenoazida, tiametoxam + lambda-cialotrina, milbemectina, chlorantraniliprole, lambda-cialotrina, deltametrina, tiametoxam, fenpropatrina, alfa-cipermetrina, clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole. Constatou que o clorfenapir, indoxacarbe e lambda-cialotrina + chlorantraniliprole apresentaram os melhores desempenhos contra *D. fovealis* (SANTOS, 2014).

Atualmente, no Brasil não há inseticida registrado para *D. fovealis* no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para seu controle na cultura do morango (AGROFIT, 2016). Em caráter emergencial o Pirate® (Clorfenapir), foi liberado para cultura do morango (DOU 117, 23/06/2015 – IDAF 2016), seu prazo de uso na cultura do morango foi validado até março de 2016 (DOU 53 – IDAF, 2016).

1.3.2. Controle Biológico

O controle biológico pode ser classificado em natural ou aplicado. No controle biológico natural, a população de inimigos naturais é responsável por manter a população de praga em níveis baixos e no aplicado, o homem tem influência direta no processo. (PEREIRA et al., 2009).

A ideia de controle biológico é baseada na diminuição do nível de uma população de praga em uma determinada cultura, utilizando predadores,

parasitoides, bactérias entomopatogênicas, fungos entomopatogênicos e nematoides entomopatogênicos (HAWKINS; CORNELL, 1999).

As bactérias entomopatogênicas, *Bacillus thuringiensis* são encontradas naturalmente vivendo no solo (BOBROWSKI et al., 2003). Essas bactérias sintetizam na fase de esporulação proteínas que se acumulam nos polos da célula na forma de cristais que são compostos por uma ou mais proteínas Cry. As ações das proteínas Cry envolvem a solubilização do cristal no intestino médio do inseto, a ação de proteases sobre a protoxina, a aderência da toxina Cry aos receptores do intestino médio e a sua inserção dentro da membrana apical criando canais de íons ou poros (TOJO; AIZAWA, 1983; HÖFTE; WHITELEY, 1989; PEFERÖEN, 1997).

Bacillus thuringiensis apresentou um resultado promissor no controle de *D. fovealis* em testes de laboratório. A mortalidade chegou a 96% no primeiro ínstar larval, 61% e 56%, respectivamente, para o segundo e terceiro ínstar com o uso do produto comercial Agree®. Mortalidade um pouco menor também foi obtida com Dipel®, 87%, 51% e 37% nos três primeiros ínstares larvais, respectivamente (SALOMÃO, 2014).

Os nematoides entomopatogênicos conhecidos como “NEPs”, podem ocasionar patogenicidade em insetos ou morte, em diferentes ínstares, semelhante as bactérias, vírus e fungos (PIROVANI, 2016). Essa capacidade está associada à relação simbiótica com bactérias dos gêneros *Xenorhabdus* e *Photorhabdus* (KAYA; GAUGLER, 1993; JÄCKEL; KURZHALS, 1995;).

Os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* são utilizados em diversos países, no controle de mais de 70 famílias de insetos praga em liberações inundativa (NAVAS; TAKAHASHI; PARRA, 2007). O controle de *D. fovealis* com *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *T. pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) mostrou-se muito eficiente, com 70% de parasitismo para *T. galloi* e 73% para *T. pretiosum* (PIROVANI, 2016).

Outra espécie de parasitoide que foi testado no controle de *D. fovealis*, a vespa endoparasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), que apresentou 52,2% de parasitismo (SANTOS, 2014).

1.3.3. Controle Cultural

Como relatado anteriormente, *D. fovealis* tem seu hábito de permanecer no solo entre os restos culturais. O controle cultural pode representar o sucesso em seu manejo (FADINI; PALLINI; VENZON, 2004).

A retirada e a destruição de folhas velhas e frutos, aquisição de material propagativo saudável e evitar plantio novos ao lado de plantios abandonados ou em final de ciclo podem interferir no ciclo da praga, reduzindo o risco de novas infestações (PIROVANI, 2016).

1.3.4. Controle Comportamental

Os feromônios são semioquímicos, que desempenham atividade comportamental específica. Através de emissão ou detecção os insetos são atraídos para se acasalar, alimentar, encontrar lugar para oviposição, se defender de predadores ou para se organizar em comunidade, como no caso de insetos sociais (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Estudos preliminares demonstraram que armadilha delta, copo e nudemafi (Figura 2) utilizando feromônios foram eficientes na captura de *D. fovealis*, no entanto a armadilha nudemafi apresentou maior eficiência de captura e menor custo de aquisição e manutenção em campo em relação à armadilha delta e copo (PIROVANI, 2016).

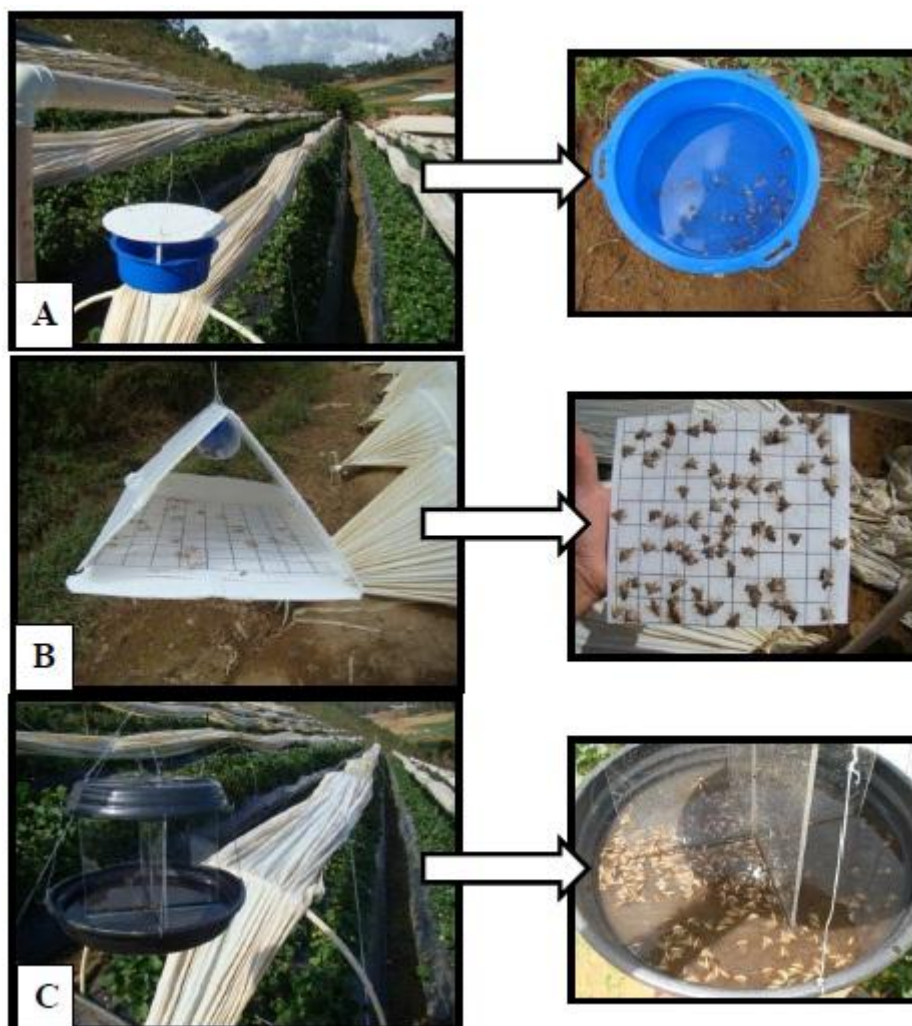


Figura 2: Armadilhas utilizadas para captura de machos de *D. fovealis*. A. armadilha do tipo copo (Bio Neo – Biocontrol); B. armadilha do tipo delta; e C. protótipo denominado “Nudemafi”. Fonte; Pirovani (2016).

Outro tipo de armadilha utilizada são as luminosas que é um aparelho que utiliza uma lâmpada de vários espectros de luz (NAKANO; LEITE, 2000). Vários insetos são atraídos por luz, denominados fototrópicos positivos. Na Europa e nos Estados Unidos *D. fovealis* são controladas com armadilhas luminosas em plantações de campo e em culturas desenvolvidas em estufas (HOFFMAN, 2010).

No Brasil estudos iniciais em casa de vegetação demonstraram que *D. fovealis* é atraída por seis tipos de lâmpadas, Actinic BL 8 w, Dulux 9 w, Star Lux negra BLB15W, Sylvania BLB 15 w, Narva BL 15 w e Dulux Blue 18 w (PRATISSOLI; POLEZE, 2016).

1.3.5. Óleos essenciais

Os produtos químicos produzidos pelas plantas são divididos por dois grupos, metabólitos primários e metabólitos secundários. Os metabólitos primários são relacionados, diretamente, com a sobrevivência do organismo, ou seja, com as funções vitais como crescimento e reprodução. Os metabólitos secundários são relacionados, a defesa do organismo, contra ataques de predadores ou para atrair outras espécies (SANTOS, 2002).

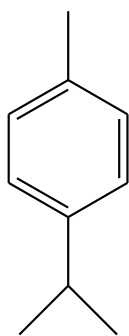
A produção dos compostos metabólitos secundários, alcalóides, flavonóides, cumarinas, taninos, quinonas e óleos essenciais, pelas plantas ocorrem através de processos de fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação, assimilação, diferenciação ou síntese de carboidratos, proteínas e lipídeos (GUIMARÃES, 2007).

Os óleos essenciais produzidos pelas plantas são constituídos por componentes voláteis, com baixo peso molecular. No entanto, apresentam misturas complexas de terpenos. Os terpenos são o principal grupo que constitui a composição dos óleos essenciais, formados pela união de unidades isoprênicas, formadas por cinco átomos de carbono. Seguindo a classificação da unidade isoprênicas, os terpenos podem se classificar em hemi, mono, di, tri, tetra e sesquiterpenos. Os monoterpenos são substâncias que apresenta baixo peso molecular, podendo ser encontrada nas células parenquimáticas, canais oleíferos e bolsas lisígenas (SIMÕES, 2007). Algumas estruturas de terpenos foram apresentadas na Figura 3.

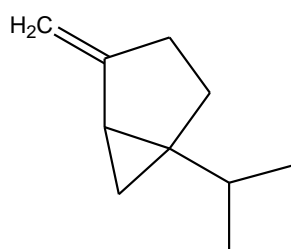
Os monoterpenos são formados por duas unidades de isopreno, contendo 10 átomos de carbono, sendo constituinte de mais de 90% dos óleos essenciais (BAKKALI ET al., 2008).

Terpenos

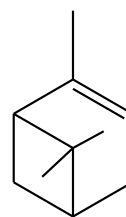
-Monoterpenos (C10)



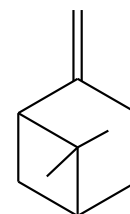
Ocimeno



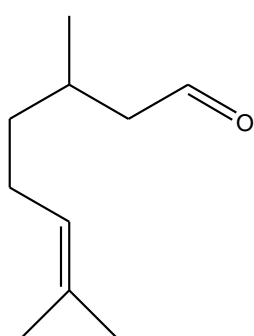
Sabineno



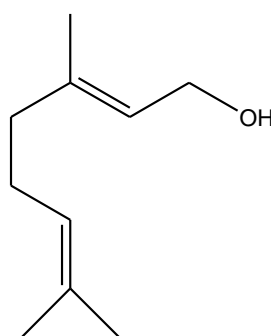
alfa-Pineno



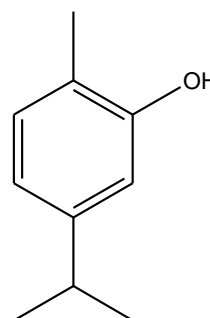
beta-Pineno



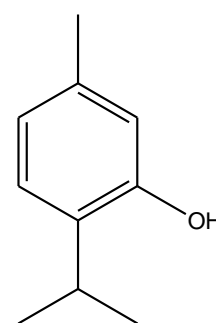
Citroneol



Geraniol

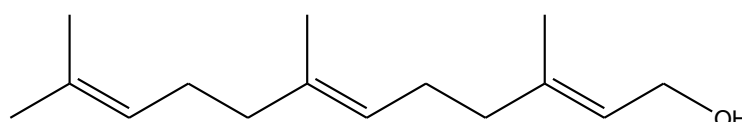


Carvacrol

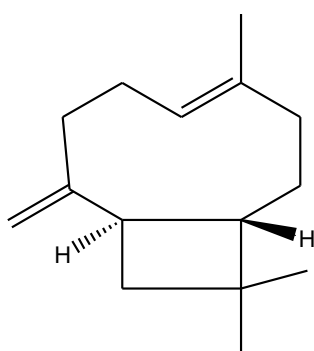


Timol

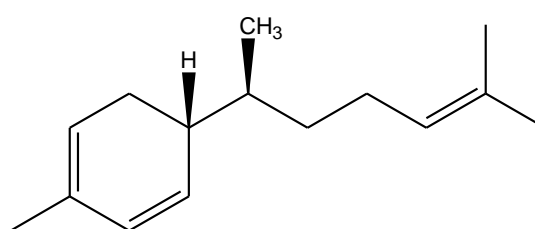
- Sesquiterpenos (C15)



Farnesol



Cariofileno



Zingibireno

Figura 3: Terpenos, principais componentes dos óleos essenciais. Fonte: Próprio autor.

1.3.5.1. Utilização do óleo essencial

As espécies de plantas aromáticas utilizadas para extração dos óleos essenciais, antes de serem estudadas cientificamente, foram utilizadas pelos índios como ervas medicinais, por possuir efeito contra bactérias, fungos e entre outros. (CASTRO, 2004).

Com a evolução dos estudos científicos estas plantas aromáticas passaram a ter diversas aplicações industriais como na fabricação de perfumes, na indústria de processamento de alimentos, na medicina com a fabricação de medicamentos homoterápicos, tanto para homens como para animais, e na fabricação de novos pesticidas (CASTRO, 2004).

1.3.5.2 Plantas inseticidas

No século XVII, os franceses, extraíram os compostos químicos, nicotina, nornicotina e anabasinada de plantas do gênero *Nicotiana*, no qual utilizaram pela primeira vez como inseticida sob forma de lavagem de fumo. A partir dessa descoberta a agricultura sustentável tem utilizado a nicotina no controle de muitos insetos pragas (PENTEADO, 1999; VIEIRA; FERNANDES; ANDREI, 2002).

Outro composto químico encontrado com ação inseticida foi os rotenóides extraídos das plantas do gênero *Lonchocarpus*, utilizado pela primeira vez na agricultura em 1919 na Guiana Holandesa, no controle às formigas *Dolichorusbidens* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Formicidae) (PENTEADO, 1999; VIEIRA; FERNANDES; ANDREI, 2002).

A *Physostigma venenosum* Fabaceae é um exemplo clássico de planta que permitiu a obtenção de novos produtos sintéticos, cujos compostos secundários, especialmente a fisostigmina, foram tomados como modelo para a síntese dos carbamatos. A *Chrysanthemum cinerariaefolium* Asteraceae é matéria prima na qual se extrai as piretrinas, precursores dos piretróides (GALLO et al., 2002).

Os compostos naturais com ação inseticidas foram muito utilizados na década de 40. Depois da II Guerra Mundial, os produtos naturais foram perdendo espaço para os produtos sintéticos, devido a uma explosão no

desenvolvimento da síntese orgânica. Estes se mostraram muito mais potentes e menos específicos que os naturais, até então utilizados no controle de pragas agrícolas, e foram quase totalmente substituídos (CASTRO, 2004).

1.3.5.3 Vantagens da utilização de plantas inseticidas

A utilização de inseticidas botânicos possui vantagens quando comparadas ao emprego de inseticidas sintéticos, visto que são obtidos de recursos renováveis, rapidamente degradáveis e apresentam várias substâncias que atuam simultaneamente, fazendo com que o desenvolvimento de resistência dos insetos a essas substâncias ocorra de forma lenta. Além disso, não apresentam ação residual nos alimentos e, ainda, sua obtenção é de fácil acesso, o que representa um menor custo de produção. No entanto, para que sejam comercialmente viáveis, além de apresentar uma eficaz atividade, os produtos naturais precisam apresentar seletividade contra inimigos naturais, baixa toxicidade ambiental e em mamíferos, além da biodegradabilidade e ausência de fitotoxicidade (FERREIRA et al., 2001; ROEL, 2001).

1.3.5.4 Ação das plantas inseticidas

Algumas famílias de plantas tem seus compostos químicos estudados e experimentados como inseticidas (SAITO, 2000). Dentre as famílias botânicas mais utilizadas atualmente, como fonte de aleloquímicos, destacam-se Meliaceae, Gramineas, Myrtaceae, Leguminosae, Rutaceae, Annonaceae e Piperaceae (VIEIRA; FERNANDES, 1999; TRINDADE et al., 2000; TORRES; BARROS; OLIVEIRA, 2001).

Azadirachta indica (neem), *Melia azedarach* (cinamomo) e *Trichilia pallida* Sw. (trichilia), nos quais faz parte da família Meliaceae, vem sendo amplamente estudados no controle de vários insetos de importância econômica e tem demonstrado ser eficaz. Dentre os insetos avaliados, destacam-se *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) (OLIVEIRA; VENDRAMIM, 1999); *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera; Plutellidae) (TORRES; BARROS; OLIVEIRA, 2001; BOIÇA JÚNIOR et al., 2005; DEQUECH et al., 2009), *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera; Noctuidae) (BOGORNI; VENDRAMIM,

2003; LIMA et al., 2008), *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera; Gelechiidae) (BRUNHEROTTO; VENDRAMIM, 2001; VENDRAMIM; THOMAZINI, 2001) e lagartas de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae) (RIBEIRO et al., 2009).

A espécie *Eucalyptus citriodora* da família Myrtaceae, apresentou atividade inseticida eficaz sobre *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) e *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) causando mortalidade em larvas e ninfas (PINHEIRO et al., 2013), e sobre lagartas de *Ascia monuste orseis* (Godart). (Lepidoptera: Pieridae) (RIBEIRO et al., 2008).

A espécie *Leucaena leucocephala* da família da Leguminosae, exibiu atividade inseticida sobre *Bemisia tabaci* Gennadius 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae), afetando a taxa de reprodução do inseto e causando mortalidade nas ninfas (CAVALCANTE, et al., 2006).

Ruta graveolen da família Rutaceae apresentou atividade inseticida sobre as lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (KNAAK, 2012). *Citrus limon* outra espécie da família Rutaceae teve ação inseticida sobre as lagartas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (SOARES et al., 2011).

Cymbopogon citratus da família Gramineas mostrou-se eficaz contra as lagartas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (SOARES et al., 2011). A mesma espécie apresentou atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae) (MENEGUZZO et al., 2013).

Os pesquisadores Monzon et al. (1994), Pérez Pacheco et al. (2004), Daniel et al. (2011) e Allison et al. (2013) estudaram o efeito fitoinseticida de *Annona squamosa* da família Annonaceae contra *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera, Culicidae), e Kamaraj et al. (2011), contra *Culex tritaeniorhynchus* Giles, 1901 (Diptera, Culicidae), demonstrando o potencial eficaz no controle destas espécies vetores.

A família Piperaceae possui algumas espécies que vem sendo amplamente estudadas por apresentar atividades inseticidas em diferentes insetos de grande importância econômica, dentre elas *Piper hispidum*, *Piper aduncum* e *Piper tuberculatum*. O extrato da espécie *Piper hispidum* foi avaliado sobre

Hypothenemus hampei (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), demonstrando um grande potencial para o controle do inseto (SANTOS et al., 2010). *Piper aduncum* foi submetida a teste sobre *Aetalion sp.* (Hemiptera: Aetalionidae), o resultado foi promissor, sendo sugerida para o controle do inseto praga (SILVA, et al., 2007). *Piper tuberculatum* exibiu atividade inseticida em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), reduzindo sua alimentação (CASTRO et al., 2008).

1.3 . REFERENCIAS

ALHO, C. J. R. Concluding remarks: overall impacts on biodiversity and future perspectives for conservation in the Pantanal biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 337-341, 2011.

ALVES, F. R.; JESUS JUNIOR, W. C. de; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; HOLTZ, A. M.; VIANNA, U. R. **Atualidades em Defesa Fitossanitária**. Espírito Santo: Alegre, 2007.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.

BALBINO, J.M.S.; MARIN, A. J. **Importância Socioeconômica da cultura do morango para o estado do Espírito Santo e o planejamento da produção comercial**. 2. ed. Vitória: Incaper, 2006.

BETHKE, L.; VANDER MEY, B. 2010. Pest Alert: *Duponchelia fovealis*. **University of California Cooperative Extension San Diego**, p.1-3. Disponível em: <<http://ucanr.org/sites/cetest/files/55177.pdf>>. Acesso: 08 agosto 2016.

BOBROWSKI, V.L.; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.843-850, 2003.

BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia spp.* sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2003.

BOIÇA JÚNIOR , A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de

Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: *Plutellidae*) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 45-50,2005.

BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p. 1-4, 2010.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: *Gelechiidae*) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 455-460,2001.

CASTRO, D.P. **Atividade inseticida de óleos essenciais de *Achillea millefolium* e *Thymus vulgaris* sobre *Spodoptera frugiperda* e *Schizaphisgraminum***. 73 p. Dissertação- Área de Concentração em Agroquímica e Agrobioquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

CASTRO, J.P.C; SILVA,H.S.S.;PÁDUA, L.E.M. Atividade de extrato de *Piper tuberculatum* Jacq.(Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n.3, p.437-442, 2008.

CASTRO, R.L de. Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil.**Embrapa ClimaTemperado**, p. 296, 2004.

CAVALCANTE, G. M.; MOREIRA, A. F. C.; E VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.1, p.9-14, 2006.

DEQUECH, S. T. B.; EGEWARTH, R.; SAUSEN, C. D.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. P. Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 551-554, 2009.

FADINI, M.A.M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**,v.34, n.4, p.1271-1277, 2004.

FERREIRA, J.T.B.; CORREA, A.G.; VIEIRA, P.C;.**Produtos Naturais no Controle de Insetos**, Edufscar, p.30, 2001.

FORNAZIER, M.J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D dos S.; DALVI, L.P; TEIXEIRA, C.P.; SILVA, A. T. da; THOMPSON, E.L.; RODRIGUES, A K.; PRATES, R.S.; COZER, E.; MOREIRA, J.P.A.; BECALLI, L.; PAES, J.P.P.; TIBURCIO, M.O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morando monitorado e rastreado. Vitória. ES. (folder) 2012.

FORNAZIER, M.J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D.S.; DALVI, L.P.; TEIXEIRA, C.P.; SILVA, A.T. da; THOMPSON, E.L.; RODRIGUES, A.K.; PRATES, R.S.; COZER, E.; MOREIRA, J.P.A.; BECALLI, L.; PAES, J.P.P.; TIBURCIO, M.O. **Praga exótica no estado do Espírito Santo – *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae)**. Morango mais saudável – Morango monitorado e rastreado. Vitória. ES. (Folder), 2011.

FRANCO, M.C.; BAPTISTA, M.C. *Duponchelia fovealis* Zeller – nova praga em Portugal. **Frutas, legumes e flores - a revista dos profissionais**, v.110, p.34-35, 2010.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, Fealq, p.920, 2002.

GILL, S. European Pepper Moth Found in Maryland. Integrated Pest Management for Commercial Horticulture. University of Maryland Extension – Solutions in your Community. **Pest Alert Created**, p.1-4, 2013.

GUIMARÃES, L. G. L. **Estudo da estabilidade e do efeito fungitóxico do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf)**. 2007. p. 68. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

HANCOCK, J.F.; MAAS, J.L.; SHANKS, C.H.; BREEN, P.J.; LUBY, J.J. Strawberries (*Fragaria*). In: Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. **International Society for Horticultural Science**, p. 489-546. 1990.

HAWKINS, B.A.; CORNELL, H.V. **Theoretical approaches to biological control**. Cambridge: Cambridge University, p. 412, 1999.

HOFFMAN, K. Plant Health and Pest Prevention Services Pest Detection - Emergency Projects. A Crambid Moth: *Duponchelia fovealis* (Zeller). **County of Kern**, p. 1-2, 2010.

HÖFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, v.53, p.242-255, 1989.

IDAF, 2016. **Produtos agrotóxicos cadastrados no Estado do Espírito Santo**. Disponível em: <<http://idaf.es.gov.br/psges/wfprodutosagrototoxicos>>. Acesso: 09 fev. 2016.

INCAPER. Morango capixaba: garantia de qualidade. **Informativo especial do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural**. Vitória n.1, 2010.

ISMAN, M. B. Neemand other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, v. 25, n. 4, p. 339-344, 1997.

JÄCKEL, B.; KURZHALS, M. Biologische Bekämpfungsmöglichkeiten von *Duponchelia fovealis*. In: **Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie**, p. 7-7, 1995.

KAMARAJ, C.; BAGAVAN, A.; ELANGO, G.; ZAHIR, A. A.; RAJAKUMAR, G.; MARIMUTHU, S.; SANTHOSHKUMAR. T.; RAHUMAN, A. A. Larvicidal activity of medicinal plant extracts against *Anopheles subpictus* & *Culex tritaeniorhynchus*. **Indian Journal of Medical Research**, New Delhi, v. 134, p.101-106. 2011.

KAYA, H.K.; GAUGLER, R. Entomopathogenic nematodes. **Annual Review of Entomology**, v. 38, p.181–206, 1993.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; VIEIRA, S. S.; MELO B. A.; FILGUEIRAS, C. C. Composição dos óleos essenciais de anis-estrelado *Illicium verum* L. e de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: avaliação do efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemíptera: *Aphididae*). **BioAssay**. Piracicaba, v. 3, n.8, p. 1-6, 2008.

MENEGUZZO, M. R.R.; SCARIOT, M. WILSON JÚNIOR, F.; ECKE, S.; RADÜNZ, A. L.; MOSSI, A. J.; RADÜNZ, L. L. Efeito Inseticida Do Óleo Essencial de Capim Limão no Controle do Gorgulho do Milho. In: Jornada de Iniciação Científica da UFES, 3., 2013, Vitória. **Anais...** Vitória, 2013. Disponível em: < <https://periodicos.ufes.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/viewFile/65/655>>. Acesso em: 10 jan.2017.

MONZON, R. B.; ALVIOR J. P.; LUCZON L. L. C.; MORALES A. S.; MUTUC F. E. S. Larvicidal potential of five Philippine plants against *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Culex quinquefasciatus* (Say). **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, Bangkok, v. 25, n.4, p. 755- 759, 1994.

MURPHY, G. 2008. An overview of *Duponchelia* control options. Disponível em: <<http://www.greenhousecanada.com/content/view/1424/38/>>. Acesso: 08 agosto, 2016.

NAKANO, O.; LEITE, C. A. **Armadilhas para insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 80, 2000.

NAVA, D. E.; TAKAHASHI, K. M.; PARRA, J. R. P. Linhagens de *Trichogramma* e *Trichogrammatoidea* para controle de *Stenoma catenifer*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.1, p.9-16, 2007.

OLIVEIRA, J. V., VENDRAMIM, J. D.: Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleóptera: *Bruchidae*) em sementes de feijoeiro. **Anais Sociedade Entomológica Brasileira**. Londrina, v. 28, n. 3, p.549-555, 1999.

PAES, J.P.P. **Seleção e caracterização de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)**. 2015. p.83. Dissertação-Produção Vegetal-Entomologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2015.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: MCMillan, 1951.

PEFERÖEN, M. Progress and prospects for field use of BT genes in crops. **Trends in Biotechnology**, v.15, p.173-177, 1997.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável**. Campinas: SP, 1999.

PEREIRA, J. M.; SEII, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P. M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 140-143. 2009.

PIJNAKKER, J. *Duponchelia fovealis*, the dreaded lepidopteran of pot plants in the Netherlands. (*Duponchelia fovealis*, le lepidoptereredoute des plantes en pot aux Pays-Bas.). **PHM Revue Horticole**, v.429, p. 51-53, 2001.

PINHEIRO, P. F.; QUEIROZ, V. T.; RONDELLI, V.M.; COSTA, A. V.; MARCELINO, T. P.; PRATISSOLI, D. Insecticidal Activity of Citronella grass essential Oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 37, n. 2, p. 138-144, 2013.

PIROVANI, V. D.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R.; DALVI, L. P. **Manejo de Pragas para Cultura do Morangueiro: Sem Resíduo de Agrotóxicos**. 2. ed. Alegre: NUDEMAFI, 2015.

PIROVANI, V.D. **Métodos de manejo para *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) na cultura do morangueiro**.2016. p. 113. Tese-Produção Vegetal-Entomologia, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2016.

PRATISSOLI, D.; PIROVANI, V.D.; CARVALHO, J.R.; DALVI, L.P. **Manejo de pragas para a cultura do morangueiro: sem resíduo de agrotóxico**. Alegre: Nudemafi. n.2, p.64, 2015.

PRATISSOLI, D.; POLEZE, A. Eficiência de armadilhas luminosas para *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). In: Jornada de Iniciação Científica da UFES, 1., 2016, Vitória. **Anais...** Vitória, 2016. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/anais_jornada_ic/>. Acesso em: 07 jan. 2016.

RIBEIRO, L. P.; BIERMANN, A. C.; DORNELES, M. P.; DEQUECH, S. T. B. Efeito de extratos de plantas inseticidas sobre a preferência alimentar de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17; ENCONTRO DE POS-GRADUAÇÃO, 10. Pelotas, RS, 2008. **Anais...** UFPEL, 2008. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00623.pdf. Acesso em: 11 de janeiro de 2017.

ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. **Revista Internacional do Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v.1, n.2, p. 43-50, 2001.

SAITO, M. L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000.

SALOMÃO, K.P.O.S. **Extratos Vegetais e *Bacillus thuringiensis* Visando o Manejo de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae)**. 2014. p. 60. Dissertação-Produção Vegetal-Entomologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

SANTOS, F.M. **Toxicidade de inseticidas para *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae) e potencial parasitismo por *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2013. p. 61. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

SANTOS, M. R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, R. A.; LIMA, D.K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D.; POLLI, A. R.; FACUNDO, V. A. Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasil. Bot.**, v.33, n.2, p.319-324,2010.

SILVA, W. C.; RIBEIRO, J. D.; SOUZA H. E. M.; CORRÊA, R. S. Atividade inseticida de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) sobre *Aetalion* sp. (Hemiptera: Aetalionidae), praga de importância econômica no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 37, n.2, p. 293-298, 2007.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: UFSC, 2007.

SOARES, C. S. A.; COSTA, M. S.; BOTELHO, M.; BEZERRA, C. E. S. Ação Inseticida de Óleos Essenciais Sobre a Lagarta Desfolhadora *Thyrintea arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.154 -157 2011.

SOUZA, A.E.F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L.C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.

STOKES, S. D.; HODGES, A. 2013. European pepper moth or southern European marsh pyralid. **University of Florida**. p.1-16. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leps/european_pepper_moth.htm>. Acesso: 25 nov. 2014.

TOJO, A.; AIZAWA, K. Dissolution and degradation of *Bacillus thuringiensis* endotoxin by gut juice protease of silkworm *Bombyx mori*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 45, p. 576-580, 1983.

TORRES, A. I. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: *Plutellidae*). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.

TRINDADE R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extratometanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.

VENDRAMIM, J. D; THOMAZINI, A. P. B. W. Traça *Tuta absoluta* (Meyrick) em cultivares de tomateiro tratadas com extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, 2001.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B. Plantas inseticidas. In: SIMÕES, C. M. O. (Coord.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, p. 739-754, 1999.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; ANDREI, C. C. **Plantas Inseticidas Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFSC, 2002.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Pesticide Review**, v.17, n. 3, p. 1-8, 2004.

ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M.; LIMA, E. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v.32, n.3, p.722-731, 2009.

ZAWADNEAK, M.A., GONÇALVES, R.B., KUHN, T., ARAUJO, E., DOLCI, E., SANTOS, B., SILVA, C., BENATTO, A.; VIDAL, H. Morango: novo desafio. **Cultivar HF**, p.30-32, 2011.

2. CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO E TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Zingiber officinale* ROSCOE SOBRE *Duponchelia fovealis* ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) é uma lagarta originária da região mediterrânea e Ilhas Canárias que tem sido identificada no Brasil atacando flores, folhas, coroa e frutos do morangueiro. O Brasil não possui nenhum inseticida registrado para o manejo dessa praga. Assim, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar e avaliar a atividade do óleo essencial de gengibre, *Zingiber officinale*, em embriões e lagartas de *D. fovealis*. Para isso, o óleo essencial foi obtido por hidrodestilação, através de um aparelho Clevenger, e foi analisado por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama e espectrometria de massas (CG-DIC e CG-EM). Para os testes biológicos utilizou-se um aerógrafo para pulverizar sobre os insetos a solução do óleo essencial de gengibre na concentração de 2% (m/v) e o método de imersão para avaliar a mortalidade dos emriões. O solvente usado no preparo das soluções dos óleos essenciais foi uma solução de água contendo 0,05% (m/v) de Tween 80 e 2% (m/v) de acetona. Esta solução foi usada como controle negativo e o inseticida Clorfenapir como controle positivo. Os compostos majoritários encontrados no óleo essencial de gengibre foram: zingibrene (17,21%), geranial (16,46%), campheno (10,19%), E,E-alpha-farneseno (9,72%), beta-phellandreno (9,45%), neral (8,85%) e beta-sesquiphellandreno (6,89%). As mortalidades observadas usando o óleo de gengibre a 2% (m/v), após 72 horas, foram de 98% nos embriões e 98, 56 e 15% em lagartas de 1º, 2º e 3º ínstar, respectivamente. Os valores estimados para as concetrações letais foram 0,25 e 0,54% para CL₅₀ e CL₉₀, respectivamente em embriões e 0,61 e 1,35% para CL₅₀ e CL₉₀, respectivamente em lagartas de 1º ínstar de *D. fovealis* e assim comprovam o potencial do óleo essencial de gengibre a ser usado no manejo desse inseto.

Palavras-chave: Componentes voláteis. Manejo fitossanitário. Lagarta do morangueiro. Gengibre.

**CHARACTERIZATION AND TOXICITY *Zingiber officinale* ROSCOE
ESSENTIAL OIL ON *Duponchelia fovealis* ZELLER, 1847
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

ABSTRACT

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) is a caterpillar originating in the Mediterranean region and the Canary Islands that has been identified in Brazil attacking flowers, leaves, crown and fruits of the strawberry. Brazil has no registered insecticide for the management of this pest. Thus, the objective of this study was to characterize and evaluate the activity of the essential oil of ginger, *Zingiber officinale*, against embryos and caterpillars of *D. fovealis*. For this, the essential oil was obtained by hydrodistillation using a Clevenger apparatus, and was analyzed by gas chromatography with flame ionization detector and mass spectrometry (CG-DIC and CG-EM). For the biological tests, an airbrush was used to spray on the insects the solution of the ginger essential oil at 2% concentration (w / v) and the immersion method to evaluate embryos mortality. The solvent used in the preparation of the solutions of the essential oils was a water solution containing 0.05% (w / v) Tween 80 and 2% (w / v) acetone, which was also used as the negative control. The insecticide Pirate® (Chlorfenapyr) as a positive control. The major compounds found in ginger essential oil were: zingibrene (17.21%), geraniale (16.46%), camphene (10.19%), E, E-alpha-farnesene (9.72%), beta (9.45%), hexeral (8.85%) and beta-sesquiphellandrene (6.89%). The observed mortalities of the embryos and caterpillars of 1st, 2nd and 3rd instar using oil at 2% (w / v) after 72 hours were 98, 98, 56 and 15%, respectively. Estimated values of LC₅₀ 0.25% and LC₉₀ 0.54% for embryos and LC₅₀ 0.61% and LC₉₀ 1.35% for the 1st instar caterpillars of *D. fovealis*, confirm the potential of the essential oil of ginger to be used in the management of this insect.

Keywords: Volatile components. Phytosanitary management. Ginger. Caterpillar of strawberry. Ginger.

2.1. INTRODUÇÃO

Duponchelia fovealis Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae), conhecida como lagarta do morangueiro é um inseto holometábolo, com ciclo médio (ovo-adulto) em torno de 47 dias em temperatura de 20 °C (PIJNAKKER, 2001). A lagarta possui 4 ínstaes e em seu último estágio mede 20 a 30 mm de comprimento, com pequenas pontuações marrons distribuídas ao longo do corpo (GILL, 2013). Trata-se de um inseto de importância, pois as lagartas alimentam-se de folhas, brotos, flores, frutos e restos vegetais em decomposição. Quando o ataque incide no colo da planta, o fluxo de seiva é seriamente comprometido, podendo levar a morte (BRAMBILA; STOCKS, 2010, FRANCO; BAPTISTA, 2010).

Para o controle de *D. fovealis* no continente europeu, são utilizados os ingredientes ativos: lambda-cialotrina, deltametrina e spinosa (FRANCO; BAPTISTA, 2010). O Brasil não possui nenhum inseticida registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o manejo da referida praga (AGROFIT, 2016). Em caráter emergencial o ingrediente ativo Clorfenapir foi liberado para o controle de *D. fovealis* na cultura do morangueiro até março de 2016 no estado do Espírito Santo (DOU 117, 23/06/2015 – IDAF 2016).

Buscar uma forma correta e segura para o manejo de *D. fovealis*, apresentará grande importância econômica, para produção de morango no Brasil, diante do uso intensivo dos inseticidas sintéticos, que induz a seleção de espécies resistentes (JAN et al., 2015; ZHANG et al., 2015). O uso de produtos naturais para o manejo desse inseto-praga pode ser uma alternativa viável (BRAHMI et al., 2016; ERLAND et al., 2015).

Os óleos essenciais de plantas têm sido relatados como uma alternativa promissora para o manejo integrado de pragas, já que apresenta potencial inseticida (TRIPATHI et al., 2009; ISMAN, 2000). Dentre estes, o óleo essencial de rizomas de *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae), comumente chamado de gengibre pode ser promissor para a *D. fovealis*, uma vez que possui atividade larvicida em diversos insetos-pragas, como *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) e *Callosobruchus maculatus*

(Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) (KNAAK; TAGLIARI; FIUZA, 2010; ROHDE et al., 2013; LONI; PANAHI, 2015).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi determinar os constituintes químicos e averiguar a atividade do óleo essencial de gengibre (*Z. officinale*) sobre os ovos e lagartas de *D. fovealis*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Obtenção do material vegetal

Os rizomas de gengibre *Z. officinale* foram adquiridos no comércio local de Alegre, ES, Brasil. O material vegetal foi subdividido em três porções de 300g, triturado em liquidificador e submetidos à extração (hidrodestilação) por três horas consecutivas, através de um aparelho do tipo Clevenger modificado (PINHEIRO et al., 2015).

Após essa etapa, o hidrolato (água + óleo essencial) obtido dos rizomas de gengibre foi centrifugado e usando uma pipeta do tipo Pauster o sobrenadante (óleo essencial) foi retirado e armazenado em frasco âmbar em freezer a -5°C (LIMA et al., 2009).

2.2.2. Composição química do óleo essencial

2.2.2.1 Cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM)

O óleo essencial dos rizomas de gengibre *Z. officinale* foi analisado por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), em equipamento com detector seletivo de massa, modelo QP-PLUS-2010 da Shimadzu®. A coluna cromatográfica utilizada foi a do tipo capilar de sílica fundida com fase estacionária Rtx-5MS, de 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno, utilizando hélio como gás de arraste. As temperaturas utilizadas foram de 220 °C no injetor e 300 °C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 60 °C, sendo programada para ter acréscimos de 3 °C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240 °C. Uma quantidade de 10 mg

do referido óleo essencial foi diluída em 1 mL de diclorometano, sendo injetado 1 µL da mistura. Uma mistura de alcanos lineares (C₉ a C₂₆) foi injetada no cromatógrafo nas mesmas condições usadas nas análises do óleo essencial para os cálculos do Índice de Kovats (KI) (KOVATS, 1958).

Os constituintes do óleo dos rizomas de gengibre foram identificados pela comparação dos espectros de massas obtidos com os espectros de massas existentes no banco de dados do equipamento (Wiley7), também pela comparação dos valores dos Índices de Kovats (KI) calculados com os valores tabelados e pelos dados da literatura (ANDRADE et al., 2012; SIVASOTHY et al., 2011; MESOMO et al., 2013).

2.2.2.2. Cromatografia gasosa com detector de ionização de chamas (CG-DIC)

Para quantificar os compostos, o óleo essencial dos rizomas de gengibre foi analisado em um cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização de chama (CG-DIC) CG-2010 Plus (Shimadzu). A fase estacionária usada foi à coluna capilar Rtx-5MS (30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno). O nitrogênio foi usado como gás de arraste. A programação de temperatura no forno foi a já relatada para as análises em CG-EM. A temperatura do injetor foi de 240 °C e do detector foi de 250 °C. Uma amostra de 10 mg do óleo essencial foi diluída em 1 mL de diclorometano, sendo injetado 1 µL da mistura (PINHEIRO et al., 2013; PINHEIRO, et al., 2015).

2.3. Obtenção e Multiplicação de *Duponchelia fovealis*.

Os insetos utilizados no experimento foram retirados da criação estoque do setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), provenientes inicialmente da região serrana do Estado do Espírito Santo, do município de Santa Maria de Jetibá (20° 2' 27" S, 40° 44' 45" W).

Os insetos foram mantidos em salas climatizadas, sob condições de 25 ± 1 °C, 70 ± 10% umidade relativa e 14 horas de fotofase. Adultos recém-

emergidos foram transferidos para gaiolas (20 x 20 cm) confeccionadas com tubo do tipo PVC, forrado internamente com papel sulfite e fechadas na base inferior com isopor, também revestido com papel sulfite. A extremidade da gaiola foi fechada com tecido do tipo *voile* para evitar a fuga dos insetos. Mel em solução a 10% embebido em algodão foi oferecido como alimento aos adultos. As posturas foram recolhidas diariamente por meio da troca do papel que revestia as gaiolas.

Os papéis contendo os ovos foram tratados através da imersão por 10 segundos em solução de formaldeído em 1%(v/v) e posteriormente em solução de sulfato de cobre em 17%; procedimentos esses que ocorreram dentro de bancada de fluxo laminar. Após a secagem, foram transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) contendo dieta artificial proposta por Kinge Hartley (1985).

2.4. Teste de atividade inseticida

Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada (temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas), no NUDEMAFI.

Para a realização dos bioensaios, o óleo essencial de gengibre foi diluído a 2% (m/v) usando acetona 2% (m/v), Tween 80 0,05% (m/v) e água destilada (CHAGAS FILHO, 2005). Como testemunha (controle negativo) utilizou-se água, acetona 2% (m/v), Tween 80 0,05% (m/v). Para o controle positivo foi utilizado Clorfenapir na dosagem comercial 100mL/100L.

O experimento foi desenvolvido em dois bioensaios, sendo o primeiro a ação do óleo essencial sobre os embriões e o segundo sobre lagartas de 1^o, 2^o e 3^o ínstar. No 1^o bioensaio, foram contabilizados grupos de 20 ovos de 48 horas, pré-formação dos embriões, por repetição, recortados do papel sulfite da criação estoque. Posteriormente, foram imersos no tratamento por 30 segundos e dispostos em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm), revestidas com papel filtro, tampadas e armazenadas em câmaras climatizadas nas condições citadas anteriormente. Cada placa correspondeu a uma repetição, totalizando 15 repetições.

A avaliação foi feita diariamente até 72 horas após a imersão, onde foi verificada a mortalidade dos ovos através do número de lagartas não eclodidas por repetição.

No 2º bioensaio, foi realizada a avaliação sobre o 1º, 2º e 3º ínstar das lagartas de *D. fovealis*, através da pulverização com o auxílio de um aerógrafo com pressão de 15 lb pol², contendo 2 mL de solução, sobre placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) revestidas com papel filtro com 20 lagartas e um disco de dieta artificial (1,5 cm diâmetro x 0,5 cm altura). Em seguida, as placas foram tampadas, vedadas com filme plástico de PVC mantidas em câmeras climatizadas á 25°C (metodologia adaptada de SILVA, 2014).

Para este bioensaio, cada placa de Petri correspondeu a uma repetição, obtendo 5 repetições para cada tratamento (1º, 2º e 3º ínstar).

As avaliações foram feitas 72 horas após a aplicação, através do toque do pincel de numeração 0,1 nas lagartas para verificar a mortalidade das mesmas.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram testados para normalidade e homogeneidade de variância, segundo os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ao nível de 5% probabilidade, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa Sas 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002).

2.5. Estimativa da concentração letal (CL)

A estimativa da concentração letal do óleo essencial de gengibre foi feita sobre embriões e lagartas de 1º ínstar. Para isso, foram utilizadas 8 concentrações espaçadas em escala logarítmica do óleo essencial para os ovos em pré-formação de embrião e 7 para lagartas de 1º ínstar, sendo o limite inferior(concentração que causa a morte de cerca de 10% dos insetos) e superior(concentração que causa a morte de cerca de 90% dos insetos) determinados mediante ensaios preliminares. Na testemunha foi utilizada acetona a 2% (m/v) e Tween 80 a 0,05% (m/v) diluídos em água destilada (CHAGAS FILHO et al., 2005). Esta etapa do bioensaio foi realizada conforme os procedimentos adotados no primeiro e segundo ensaio na etapa anterior. A mortalidade foi avaliada até 72 horas para lagartas e embriões. Foi utilizado o

delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições contendo 20 ovos de 48 horas em pré-formação de embrião e 20 lagartas 1^o ínstar em cada repetição. As concentrações letais foram estimadas usando a análise de Probit por meio do programa Polo-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

2.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do óleo essencial de rizomas de gengibre foi de 1,30% (m m⁻¹). Mesomo et al. (2013) encontraram um rendimento de 1,79% para o óleo essencial de rizomas de *Z. officinale* usando o método de hidrodestilação e Reyes-Najar et al. (2011) encontraram o valor de 1,51% de rendimento para o mesmo óleo essencial usando extração por fluido de CO₂ supercrítico a 17,9 MPa e 40 °C.

Os constituintes químicos encontrados para o óleo essencial de rizomas de gengibre estão apresentados na Tabela 1, sendo os compostos majoritários: zingibreno (17,21%), geranial (16,46%), campheno (10,19%), E-alpha-farneseno (9,72%), beta-phellandreno (9,45%), neral (8,85%), e beta-sesquiphellandreno (6,89%). Sivasothy et al. (2011) encontraram como constituintes majoritários do óleo essencial em rizomas de gengibre os seguintes compostos: campheno (14,5 %), geranial (14,3 %) e geranyl acetate (13,7 %).

Diferentes constituintes majoritários foram encontrados nos óleos essenciais de rizomas de gengibre quando foram comparados dois métodos de extração, usando método do fluido de CO₂ supercrítico os compostos encontrados em maiores proporções foram: α-zingiberene, β-sesquiphellandrene, α-farnesene, geranial, β-bisabolene e β-eudesmol, quando foi usada a hidrodestilação, os compostos mais abundantes encontrados foram: α-curcumeno, geranial e campheno (MESOMO et al., 2013). Andrade et al. (2012) encontraram como constituintes majoritários no óleo essencial de rizoma de gengibre: geranial (25,06%), neral (16,47%), 1,8-cineole (10,98%), geraniol (8,51%), acetato de geranila (4,19%) e o campheno (4,30%).

O teor e a composição química de óleos essenciais podem variar devido aos fatores ambientais, tais como: luminosidade e temperatura, estação do ano, nutrição da planta, tipo de solo, fase de desenvolvimento da planta e devido às

interações da planta com outros seres vivos do seu habitat, como: interações com outras espécies de plantas, com insetos e microrganismos (MORAIS et al., 2009).

Tabela 1. Constituintes químicos do óleo essencial de rizomas de gengibre *Zingiber officinale*.⁴⁸

T.R.	Constituintes	IK cal	IK lit	Área (%)
1	α -Pinenos	934	939	3,24
2	Campheno	948	953	10,19
3	β -Pinenos	975	980	0,63
4	beta-Myrcene	991	991	2,42
5	alpha-Phellandreno	1000	1005	0,45
6	beta-Phellandreno	1027	1031	9,45
7	1,8-Cineole	1030	1033	3,88
8	NI	1047		0,18
9	NI	1086		0,35
10	NI	1092		0,22
11	Linalool	1098	1098	0,78
12	Citronellal	1154	1153	0,52
13	Borneol	1164	1165	0,82
14	α -terpineol	1188	1189	0,55
15	Citronellol	1229	1228	1,38
16	Neral	1240	1240	8,85
17	Geraniol	1255	1255	1,75
18	Geranial	1270	1270	16,46
19	undecan-2-one	1291	1291	0,70
20	citronellylacetate	1353	1354	0,39
21	NI	1372		0,28
22	Geranylacetate	1383	1383	2,05
23	alpha-Curcumene	1480	1483	0,64
24	Zingibereno	1493	1495	17,21
25	E,E-.alpha.-Farneseno	1505	1508	9,72
26	beta. -Sesquiphellandreno	1521	1521	6,89

T.R. = tempo de retenção (min.), NI = não identificado, IK cal = Índice de Kovats calculado e IK lit = Índice de Kovats da literatura Adams, 2007. As porcentagens das áreas foram obtidas no GC-FID usando Rtx-5MS column.

2.6.1. Teste de atividade inseticida

Os resultados obtidos seguiram distribuição normal e homogeneidade de variância ($P > 0,05$). O óleo essencial de gengibre causou mortalidade em todas as unidades experimentais. Contudo, em embrião ($F_{2, 44}=9189,9$; $P < 0.001$) e lagartas de 1º instar ($F_{2, 12}=1203,7$; $P < 0.001$), a mortalidade foi de 98%, considerada satisfatória, pois não diferiu do inseticida clorfenapir. Em lagartas de 2º instar foi observada 56% de mortalidade, no entanto no 3º instar, apresentou baixa mortalidade de 15% ($F_{2, 12} = 256,59$; $P < 0.0001$; $F_{2, 12}= 684,33$; $P < 0.001$), (Tabela 2).

Tabela 2. Mortalidade (%) de lagartas e embrião de *Duponchelia fovealis* causada pelo óleo essencial de *Zingiber officinale*, a 2% (m/v), após 72 horas. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Óleo essencial	Mortalidade (%) ¹			
	embrião	1º instar	2º instar	3º instar
<i>Zingiber officinale</i>	98,00 \pm 1,06 a	98,00 \pm 2,00 a	56,00 \pm 4,84 b	15,00 \pm 2,23 b
Clorfenapir	100 \pm 0,00 a	100 \pm 0,00 a	100 \pm 0,00 a	88,00 \pm 2,00 a
Testemunha	0,00 \pm 0,0 c	4,00 \pm 1,87 c	4,00 \pm 1,87 c	5,00 \pm 0,00 c
P-valor	2,07	1,48	1,42	4.31

⁽¹⁾ Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O óleo essencial de gengibre apresenta na composição substâncias denominadas terpenóides, α -Pineno, β -Pineno e α -terpineol que pode ocasionar efeito de toxicidade, agindo na inibição da acetilcolinesterase, podendo levar os insetos à morte por inanição ou toxicidade direta (ELSON et al. 1988; VIEGAS JUNIOR, 2003), o que justifica a mortalidade de 98% para embriões e lagartas de 1º instar e 56% para lagarta de 2º instar verificada nos testes ingestão e contato no presente trabalho. O mesmo óleo causou mortalidade em larvas de 4º instar de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Culicidae) por contato apresentando uma CL_{50} e CL_{90} de 0,0045 % e 0,0085 %, respectivamente (KALAIVANI et al., 2011).

Na estimativa da concentração letal (CL₅₀ e CL₉₀), os dados adequaram-se ao modelo de Probit, mostrando um χ^2 não significativo e baixa heterogeneidade (Tabela 3).

O óleo essencial de gengibre foi mais eficiente para na fase de embrião quando comparado à fase de lagarta de 1º ínstar, obtendo para a fase embrião uma concentração de 0,25 e 0,61% e para a fase de lagarta 0,54 e 1,35% para a CL₅₀ e CL₉₀, respectivamente. A ação de 24 inseticidas foi verificada sobre os ovos de *N. elegantalis*, onde etofenprox, methomil, cartap e abamectin obtiveram os melhores resultados entre 40 a 51% de inviabilidade de ovos (BARTOLI et al., 2013).

Tabela 3. Inclinação das curvas de concentração-resposta e concentração letal (CL₅₀ e CL₉₀) do óleo essencial de *Zingiber officinale*, sobre Ovos e lagarta de *Duponchelia fovealis*. Temperatura: 25 ± 1°C, UR 70 ± 10% e de fotofase 12horas.

Fase do inseto	GL ^a	N ^b	Inclinação ± EPM ^c	CL50 (IC 95%) ^d	CL90 (IC 95%) ^d	X ² ^e	P-valor ^f
Ovos	6	800	3,94 ± 0,49	0,25 (0,22-0,27)	0,54 (0,48-0,64)	4,35	0,6294
Lagarta 1º ínstar	5	800	3,75 ± 0,24	0,61 (0,58-0,65)	1,35 (1,21-1,56)	5,29	0,3813

^a Graus de liberdade.

^b Número de insetos usados no teste.

^c Inclinação ± Erro-padrão da média.

^d Intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade.

^e Teste qui-quadrado.

^f Probabilidade de significância

A mortalidade dos insetos nas fases de embrião e lagartas de 1º ínstar pode ser de grande importância no manejo dessa praga, pois as injúrias causadas no morango pela lagarta 1º ínstar é menor quando comparado aos outros instares.

O efeito inseticida apresentado pelo óleo essencial de gengibre frente aos ovos e lagartas de 1º, 2º e 3º ínstar pode estar associado à presença de seus componentes majoritários, zingibreno, geranial, campheno, E-alpha-farneseno, beta-phellandreno, neral e beta-sesquiphellandreno. O zingibreno foi submetido

teste de contato sobre larvas de 4^o estágio de em *A. aegypti*, obteve uma CL₅₀ de 0,00995% (m/v) (MOON et al., 2011). O geranial apresentou atividade inseticida de 41,56% sobre as larvas *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Chrysomelidae) (SHUKLA et al., 2011). O campheno apresentou efeito por fumigação sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae), obtendo uma CL₅₀ de 41,4 µL/L ar (LIRA et al., 2015).

O óleo essencial *Piper guineense*, que tem como seu componente majoritário E-alpha-farneseno, apresentou toxicidade, DL₅₀ = 10,0 ± 0,3 µg sobre *S. zeamais* (FRANÇOIS et al., 2009). O beta-phellandreno componentes majoritário *Commiphora leptophloeos*, obteve uma CL₅₀ de 0,00994% (m/v) sobre larvas de 4^o de *A. aegypti* (SILVA et al. 2015). O neral exibiu um efeito fumigante, CL₅₀ 6.27 ml/L ar e CL₉₀ 8.45 ml/L ar, sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae) (GUSMÃO et al. 2013). O óleo essencial de *Rhododendron thymifolium*, que possui beta-sesquiphellandrene na sua composição química teve um efeito inseticida com CL₅₀ 29.82µg/adulto sobre *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Curculionidae) (LIANG et al., 2016).

A ação inseticida de óleos essenciais pode ocorrer de diversas formas, reduzindo a viabilidade de ovos, causando mortalidade em diferentes estádios larvais, como também repelência e deterrência, sendo a atividade repelente o modo de ação mais comum dos óleos essenciais e de seus componentes majoritários. Devido ao efeito de contato, os óleos essenciais podem atuar dificultando o crescimento e o desenvolvimento, interferindo no metabolismo celular e também nas enzimas neurológicas (MENEZES, 2005; ISMAN, 2006).

2.7. CONCLUSÃO

Os compostos majoritários encontrados no óleo essencial de *Z. officinale* foram: zingibrene, geraniale, campheno, e-alpha-farneseno, beta-phellandreno, neral e beta-sesquiphellandreno.

O óleo essencial de gengibre apresentou toxicidade em embriões e lagartas de 1^o, 2^o e 3^o ínstar.

2.8. REFERÊNCIAS

AGROFIT. 2016. Sistema de agrotóxicos Fitossanitários do MAPA. Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso: 09 fev. 2016.

ADAMS RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4^{ed}. Illinois USA: Allured Publishing Corporation, Carol Stream, 804 p. 2007.

ANDRADE, M.A.; DAS GRAÇAS CARDOSO, M.; BATISTA, L.R.; MALLET, A.C. T.; MACHADO, S.M.F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p.399-408, 2012.

BORTOLI, S.A.; BENVENGA, S.R.; GRAVENA, S.; VACARI, A.M.; VOLPE, H.X.L. Ação de inseticidas sobre os ovos e lagartas da broca-pequena-do-fruto do tomate, em bioensaio de laboratório. **Arq. Inst. Biol.** v.80, n.1, p.73-82, 2013.

BRAHMI, F.; ABDENOUR, A.; BRUNO, M.; SILVIA, P.; ALESSANDRA, P.; DANILO, F.; MOHAMED, C. Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* L. Huds growing in Algeria. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 88, p.96-105, 2016.

BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p. 1-4, 2010.

CHAGAS FILHO, N.R.; MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.64, n.2, p.257-262, 2005.

ELSON, C., MALTZMAN, T.; BOSTON, J., TANNER, M., GOULD, M. "Anti-carcinogenic activity of d-limonene during the initiation and promotion/progression stages of DMBA-induced rat mammary carcinogenesis". **Carcinogenesis**, v.9, 331-332, 1988.

ERLAND, L.A.; RHEAULT, M.R.; MAHMOUD, S.S. Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils and their constituents against the invasive pest *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae). **Crop Protection**, v.78, p.20-26, 2015.

FRANCO, M.C.; BAPTISTA, M.C. *Duponchelia fovealis* Zeller – nova praga em Portugal. **Frutas, legumes e flores - a revista dos profissionais**, v.110, p.34-35, 2010.

FRANÇOIS, T. et al. Comparative essential oils composition and insecticidal effect of different tissues of *Piper capense* L., *Piper guineens* e Schum. et Thonn., *Piper nigrum* L. and *Piper umbellatum* L. grown in Cameroon. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.3, p. 424-431, 2009.

GILL, S. European Pepper Moth Found in Maryland. Integrated Pest Management for Commercial Horticulture. University of Maryland Extension – Solutions in your Community. **Pest Alert Created**, p.1-4, 2013.

GUSMÃO, N. M.S.; OLIVEIRA, J. V.; NAVARRO, D. M. A.F.; DUTRA, K. A.; SILVA, W. A.; WANDERLEY, M. J.A. Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. Essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). **Journal of Stored Products Research**, v.54, p.41-47, 2013.

IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. **Produtos agrotóxicos cadastrados no Estado do Espírito Santo**. 2016. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, Vitória- ES. Disponível em: < <https://idaf.es.gov.br/agrotoxicos-2> >. Acesso: 09 fev. 2016.

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.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection**, v.19, n.8, p.603-608, 2000.

JAN, M. T.; ABBAS, N.; SHAD, S. A.; SALEEM, M. A. Resistance to organophosphate, pyrethroid and biorational insecticides in populations of spotted bollworm, *Eariasvittella* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), in Pakistan. **Crop Protection**, v.78, p.247-252, 2015.

KALAIVANI, K.; SENTHIL-NATHAN, S.; MURUGESAN, A.G. Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research**, v. 110, p.1261–1268, 2011.

KNAAK, N.; TAGLIARI, M.S.; FIUZA, L.M. Histopatologia da interação de *Bacillus thuringiensis* e extratos vegetais no intestino médio de *Spodoptera*

frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.1, p.83-89, 2010.

KOVATS, V.E. Gas-chromatographische charakterisierung organischer verbindungen. Teil 1: retentionsindices aliphatischer halogenide, alkohole, aldehyde und ketone. **Helvetica Chimica Acta**, v. 41, n. 7, p. 1915-1932, 1958.

LIANG, J.; YOU, C.; GUO, S.; ZHANG, W.; LI, Y.; GENG, Z.; WANG, C.; DU, S.; DENG, Z.; ZHANG, J. Chemical constituents of the essential oil extracted from *Rhododendron thymifolium* and their insecticidal activities against *Liposcelis bostrychophila* or *Tribolium castaneum*. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.79, p.267-273, 2016.

LIMA, R.K.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; MELO, B.A.; RODRIGUES, V.G.; GUIMARÃES, P.L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 377-38, 2009.

LIRA, C.S.; PONTUAL, E.V.; ALBUQUERQUE, L.P.; PAIVA, L.M.; PAIVA, P.M.G.; OLIVEIRA, J.V.; NAPOLEÃO, T.H.; NAVARRO, D.M.A.F. Evaluation of the toxicity of essential oil from *Alpinia purpurata* inflorescences to *Sitophilus zeamais* (maize weevil). **Crop Protection**, Toronto, v. 71, p.95-100, 2015.

LONI, A.; PANAH, O. Control of stored grain pest, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), using the essential oils isolated from *Zingiber officinale* (L.) and *Mentha pulegium* (L.) in laboratory condition. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 48, n. 5, p. 434–440, 2015.

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

MESOMO, M.C.; CORAZZA, M.L.; NDIAYE, P.M.; DALLA SANTA, O.R.; CARDOZO, L.; DE PAULA SCHEER, A. Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): chemical composition and antibacterial activity. **The Journal of Supercritical Fluids**, Amsterdam, v.80, p.44-49, 2013.

MOON, H.; CHO, S.B.; KI KIM. Composition and immunotoxicity activity of essential oils from leaves of *Zingiber officinale* Roscoe against *Aedes aegypti* L. **Immuno pharmacology and Immunotoxicology**, v.33, p.201-204, 2011.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 4050-4063, 2009.

PIJNAKKER, J. *Duponchelia fovealis*, the dreaded lepidopteran of pot plants in the Netherlands. (*Duponchelia fovealis*, le lepidoptererredoute des plantes en pot aux Pays-Bas.). **PHM Revue Horticole**, v.429, p. 51-53, 2001.

PINHEIRO, P.F.; QUEIROZ, V.T.; RONDELLI, V.M.; COSTA, A.V.; MARCELINO, T.P.; PRATISSOLI, D. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v. 37, p. 138-144, 2013.

PINHEIRO, P.F.; COSTA, A.V.; ALVES, T.D.A.; GALTER, I.N.; PINHEIRO, C.A.; PEREIRA, A.F.; OLIVEIRA, C.M.R.; FONTES, M.M.P. Phytotoxicity and cytotoxicity of essential oil from leaves of *Plectranthus amboinicus*, carvacrol and thymol in plantbioassays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.63, n.41, p. 8981-8990, 2015.

ROHDE, C.; JÚNIOR, A.M.; SILVA, P.K.; RAMALHO, K.R.O. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre amosca-das-frutas *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, Vila Mariana, v.80, n.4, p. 407-415, 2013.

SHUKLA, R.; SINGH, P.; PRAKASH, B.; KUMAR, A.; MISHRA, P.K.; DUBEY, N.K. Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behavior of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.91, p.2277–2283, 2011.

SILVA, R. T. L. **Efeito de entomopatógenos e extratos vegetais sobre *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2014. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

SILVA, R.C.S.; PINHEIRO, P.M.; SILVA, P.C.B.; SILVA, A.G.; SILVA, M.V.; NAVARRO, D.M.A.F.; SILVA, N.H. (E)-Caryophyllene and α -Humulene: *Aedes aegypti* Oviposition Deterrents Elucidated by Gas Chromatography Electrophysiological Assay of *Commiphora leptophloeos* Leaf Oil. **Plos One**, San Francisco, v.10, p.1-14, 2015.

SIVASOTHY, Y.; CHONG, W.K.; HAMID, A.; ELDEEN, I.M.; SULAIMAN, S.F.; AWANG, K. Essential oils of *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and their antibacterial activities. **Food Chemistry**, New york v.124, n.2, p.514-517, 2011.

TRIPATHI, A.K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P.R.A. Review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, New Delhi, v.1, n.5, p.52-63, 2009.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Quim. Nova**, v. 26, n. 3, p.390-400, 2003.

ZHANG, X.; LIAO, X.; MAO, K.; ZHANG, K.; WAN, H.; LI, J. Insecticide resistance monitoring and correlation analysis of insecticides in field populations of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (stål) in China 2012–2014. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.124, p.1-102, 2015.

3. CAPITULO III

TOXICIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO, CANELA E PITANGA SOBRE *Duponchelia fovealis* ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

Os constituintes voláteis dos vegetais são conhecidos como óleos essenciais e podem estar presentes nas flores, folhas, frutos, cascas, caules e outras partes das plantas. Eles atuam contra o ataque de pragas e doenças e apresentam grande potencial a serem usados como agroquímicos naturais. Diante do potencial de defesa que os constituintes dos óleos essenciais apresentam, este trabalho teve por objetivo averiguar a atividade dos constituintes voláteis frente às lagartas de 1º instar de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae). Para os testes biológicos utilizou-se um aerógrafo para pulverizar sobre os insetos as soluções dos óleos essenciais de *Syzygium aromaticum* (cravo), *Cinnamomum zeylanicum* (canela) e *Eugenia brasiliiana* (pitanga) na concentração de 2% (m/v). O solvente usado no preparo das soluções dos óleos essenciais foi uma solução de água contendo 0,05% (m/v) de Tween 80 e 2% (m/v) de acetona, usado também como o controle negativo e o inseticida Clorfenapir como controle positivo. Após 72 horas as mortalidades observadas foram de: 54,00, 25,00, 15,40%, respectivamente, para os óleos de cravo-da-índia, pitanga e canela. Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que esses óleos essenciais apresentaram toxicidade em lagartas de 1º instar de *D. fovealis*.

Palavras-Chave: *Syzygium aromaticum*. *Cinnamomum zeylanicum*. *Eugenia brasiliiana*. Voláteis. Lagarta do morango.

**TOXICITY OF ESSENTIAL OILS CLOVE, CINNAMON AND CHERRY
ON *Duponchelia fovealis* ZELLER, 1847 (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)**

ABSTRACT

The volatile constituents of plants are known as essential oils, these components may be present in flowers, leaves, fruits, barks, stems and other parts of plants. The essential oils act against pest and diseases attack and present great potential to be used as natural agrochemicals. In view of the defense potential of the constituents of the essential oils, this work aimed to investigate the activity of the volatile constituents against the 1st instar caterpillars of *D. fovealis*. For the biological tests, an airbrush was used to spray on the insects the solutions of the essential oils of *Syzygium aromaticum* (clove), *Cinnamomum zeylanicum* (cinnamon) and *Eugenia brasiliiana* (cherry) in the concentration of 2% (w / v). The solvent used in the preparation of the solutions of the essential oils was a water solution containing 0.05% Tween 80 and 2% (w / v) acetone, which was also used as the negative control. The insecticide Pirate® (Chlorfenapyr) as a positive control. After 72 hours the observed mortality was: 54.00, 25.00, and 15.40% respectively for clove, cherry and cinnamon oils. By the results obtained, it can be inferred that these essential oils showed toxicity in 1st instar caterpillars of *D. fovealis*.

Keywords: *Syzygium aromaticum*. *Cinnamomum zeylanicum*. *Eugenia brasiliiana*. Volatile. Strawberry caterpillar.

3.1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são compostos voláteis que apresentam baixa massa molecular, podendo estar presentes em diversas partes das plantas, como: rizoma, flores, folhas, caules, frutos, cascas, entre outras. Os constituintes desses óleos são lipofílicos e geralmente apresentam odor intenso (SAITO; SCRAMIN, 2000).

Com a evolução dos estudos científicos diversos óleos essenciais vêm sendo aplicados e difundidos na produção de cosméticos e fármacos, bem como vêm sendo usados na aromaterapia e na fabricação de novos pesticidas. Além disso, esses óleos apresentam uma gama de aplicações e são considerados potenciais a serem utilizados como: antimicrobianos, anti-inflamatórios, anti-cânceros, fungicida e inseticida, repelindo ou causando mortalidade nos insetos herbívoros (PINHEIRO et al., 2013; AUMEERUDDY-ELALFI et al., 2015; COSTA et al., 2015; DAHHAM et al., 2015; PEKMEZOVIC et al., 2015; SUGANYA et al., 2015).

O principal método de controle para insetos-pragas no Brasil é realizado pela aplicação de inseticidas sintéticos. Entretanto, o uso repetitivo e indiscriminado de tais substâncias tem levado a casos de resistência por parte dos insetos, culminando na diminuição da eficácia de vários inseticidas, ocasionando danos aos inimigos naturais, polinizadores e principalmente ao homem e ao meio ambiente (ALVES et al., 2007).

Diante desses fatos, buscar uma forma correta e segura para o controle dos insetos-pragas apresenta grande importância na manutenção da cadeia produtiva da agricultura no Brasil, atrelado ao fato de problemas relacionados ao uso intensivo dos inseticidas sintéticos, como indução e seleção de espécies resistentes (JAN et al., 2015, ZHANG et al., 2015), o uso de produtos naturais para o controle desse inseto-praga pode ser uma alternativa viável (BRAHMI et al., 2016; ERLAND et al., 2015). Nesse sentido, os óleos essenciais de plantas que já apresentam potencial inseticida podem ser viáveis no manejo integrado de pragas.

Assim, o uso de óleo essenciais, que são constituintes voláteis de plantas, que apresentam misturas de monoterpenos e terpenos, para o controle de

insetos tem sido relatado como uma alternativa promissora para o manejo integrado de pragas (TRIPATHI et al., 2009; ISMAN, 2000).

Entre estes, os óleos essenciais de cravo-da-índia *Syzygium aromaticum* (Myrtaceae) e canela *Cinnamomum zeylanicum* (Lauráceas), possui atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) 1885 (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst., 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) (JO et al., 2013; HADDI et al., 2015; EL-BAKRY et al., 2016), enquanto o óleo essencial de pitanga *Eugenia brasiliiana* (Myrtaceae) foi relatado causando atividade inseticida sobre *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (TORRES; BARROS; OLIVEIRA, 2001).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi averiguar a atividade dos óleos essenciais de cravo-da-índia, canela e pitanga sobre lagartas de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae).

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Obtenção do material vegetal

Os botões florais de cravo-da-índia *S. aromaticum*, foram adquiridos no comércio local de Alegre, ES, Brasil. As folhas de canela (*C. zeylanicum*) 243640,789 – 7702167,061 e de pitanga (*E. brasiliiana*) 244688,336 – 7702858,039 foram adquiridas Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campos de Alegre. Os materiais vegetais foram subdivididos em três porções de 300g, cada material vegetal foi triturado em liquidificador e submetido à extração (hidrodestilação) por três horas consecutivas, através de um aparelho do tipo Clevenger modificado (PINHEIRO et al., 2015).

Após essa etapa, o hidrolato (água + óleo essencial) obtido dos frutos de cravo e das folhas de canela e pitanga foi centrifugado e usando uma pipeta do tipo Pauster o sobrenadante (óleo essencial) foi retirado e armazenado em frasco âmbar em freezer a -5 °C (LIMA et al., 2009).

3.2.2. Obtenção e Multiplicação de *Duponchelia fovealis*

Os insetos utilizados no experimento foram retirados da criação estoque do setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), provenientes inicialmente da região serrana do Estado do Espírito Santo, do município de Santa Maria de Jetibá (20° 2' 27" S, 40° 44' 45" W).

Os insetos foram mantidos salas climatizadas, sob condições de 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e 14 horas de fotofase. Adultos recém-emergidos foram transferidos para gaiolas (20 x 20 cm) confeccionadas com tubo do tipo PVC, forrado internamente com papel sulfite e fechadas na base inferior com isopor, também revestido com papel sulfite. A extremidade da gaiola foi fechada com tecido do tipo *voile* para evitar a fuga dos insetos. Mel em solução a 10% embebido em algodão foi oferecido como alimento aos adultos. As posturas foram recolhidas diariamente por meio da troca do papel que revestia as gaiolas.

Os papéis contendo os ovos foram tratados através da imersão por 10 segundos em solução de formaldeído em 1% (v/v) e posteriormente em solução de sulfato de cobre em 17%; procedimentos esses que ocorreram dentro de bancada de fluxo laminar. Após a secagem, foram transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) contendo dieta artificial proposta por Kinge Hartley (1985).

3.2.3. Teste de atividade inseticida

Os óleos essenciais de cravo-da-índia (*S. aromaticum*), canela (*C. zeylanicum*) e pitanga (*E. brasiliiana*) foram diluídos a 2% (m/v) usando acetona 2% (m/v), Tween 80 0,05% (m/v) e água destilada (CHAGAS FILHO et al., 2005). Como testemunha (controle negativo) utilizou-se água, acetona 2% (m/v), Tween 80 0,05% (m/v). Para o controle positivo foi utilizado Clorfenapir na dosagem comercial 100mL/100L.

O experimento constatou na verificação da ação dos óleos essenciais sobre lagartas de 1º instar, através da pulverização com o auxílio de um aerógrafo com pressão de 15 lb pol², contendo 2 mL de solução, sobre placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) revestidas com papel filtro com 20 lagartas e um disco de dieta

artificial (1,5 cm diâmetro x 0,5 cm altura). Em seguida, as placas foram tampadas, vedadas com plástico filme e mantidas em câmeras climatizadas (metodologia adaptada de SILVA, 2014).

Para este bioensaio, cada placa de Petri correspondeu a uma repetição, obtendo 5 repetições para cada tratamento.

As avaliações foram feitas 72 horas após a aplicação, através do toque do pincel de numeração 0,1 nas lagartas para verificar a mortalidade dos indivíduos.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram testados para normalidade e homogeneidade de variância, segundo os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ao nível de 5% probabilidade, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa Sas 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos seguiram distribuição normal e homogeneidade de variância ($P > 0,05$). Os óleos essenciais de *S.aromaticum* (cravo) *E. Uniflora* (pitanga) e *C. zeylanicum* (canela) causou mortalidade nas lagartas de 1º ínstar. Entretanto o óleo essencial de *S.aromaticum* ($F_{4, 20}=854,42$; $P < 0,001$), a mortalidade foi 54%, diferindo estatisticamente do clorfenapir. Os óleos de *E. Uniflora* e *C. zeylanicum*, foi observado uma mortalidade de, 25,00% e 15,40% ($F_{4, 20}=854,42$; $P < 0.001$), respetivamente (Tabela 1).

Tabela 1- Mortalidade corrigida (%) de lagarta de *Duponchelia fovealis* causada pelos óleos essenciais de *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia brasiliiana* a 2% (m/v), após 72horas. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12horas.

Fases da lagarta	Tratamentos				
	<i>S. aromaticum</i>	<i>E. uniflora</i>	<i>C. zeylanicum</i>	Clorfenapir	Testemunha
1 ^o ínstar	54,00 ± 1,87 b	25,00 ± 1,58 c	15,40 ± 1,60 d	100 ± 0,0 a	5,00 ± 0,0 e
P-valor	4,86				

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para um produto ser considerado eficiente no controle praga, deve causar uma mortalidade $\geq 80\%$ (ANVISA, 2002), o que não ocorreu nos óleos de cravo, pitanga e canela a 54,00, 25,00 e 15,40 % avaliados no presente experimento, sendo dessa forma considerados de baixa atividade em lagartas de 1^o ínstar de *D. fovealis*.

O óleo essencial de cravo tem como constituinte majoritário o eugenol (ASCENÇÃO; MOUCHREK FILHO, 2013). O efeito inseticida do mesmo consiste em repelência e a redução total da mudança de fase do inseto (KELECOM et al., 2002), o que justifica a baixa mortalidade verificada nos testes ingestão e contato 54,00% do presente trabalho. O mesmo óleo essencial foi avaliado sobre lagartas 3^o ínstar de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) na concentração de 1% (v/v), obteve 20,00% de mortalidade (SOARES et al. 2011).

A baixa mortalidade verificada no óleo essencial de canela 10,56% pode está relacionado com a parte da planta que o óleo foi extraído, pois quando o óleo é extraído da casca, tem os efeitos de antiespasmódicos, antiin-flamatório, antipirético, carminativo, antibacteriano, anti-séptico, larvicida, mio-relaxante, sedante, anti-hipertensivo e inseticida (GROSSMAN, 2005). O mesmo óleo essencial apresentou atividade inseticida com uma CL_{95} de $3,47\mu\text{l}/\text{cm}^2$ sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (HADDI et al., 2015).

A composição química do óleo essencial de pitanga é rica em sesquiterpenos, que possui atividade ovicida, larvicida, repelente, antialimentar

e efeitos tóxicos em uma grande variedade de insetos (MAO ; HENDERSON, 2010). O baixo efeito de contato e ingestão do óleo essencial de pitanga 22,00% sobre as lagartas de *D. fovealis* pode está relacionado aos diferentes modos de ação sobre o inseto. O mesmo óleo essencial apresentou efeito antialimentar sobre lagarta de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) obtendo 60% de mortalidade (TORRES et al., 2001).

3.4. CONCLUSÃO

Os óleos essenciais *Syzygium aromaticum*, *Eugenia brasiliana* e *Cinnamomum zeylanicum* apresentaram toxicidade em lagartas de 1º ínstar, de *D. fovealis*.

3.5. REFERENCIAS

ALVES, F. R.; JESUS JUNIOR, W. C. de; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; HOLTZ, A. M.; VIANNA, U. R. **Atualidades em Defesa Fitossanitária**. Espirito Santo: Alegre, 2007.

Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2002. Disponível em:<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/inseticida.asp>>. Acesso: 25 agos. 2016.

ASCENÇÃO, V. L.; FILHO, V. E. M. Extração, Caracterização Química e Atividade Antifúngica de Óleo Essencial *Syzygium aromaticum* (Cravo da Índia), **Cad. Pesq.**, v. 20, p. 137-144, 2013.

AUMEERUDDY-ELALFI, Z., GURIB-FAKIM, A., & MAHOMOODALLY, F. Antimicrobial, antibiotic potentiating activity and phytochemical profile of essential oils from exotic and endemic medicinal plants of Mauritius, **Ind. Crop. Prod.**, V.71, p.197-204, 2015.

BRAHMI, F.; ABDENOUR, A.; BRUNO, M.; SILVIA, P.; ALESSANDRA, P.; DANILO, F.; MOHAMED, C. Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* L. Huds growing in Algeria, **Industrial Crops and Products**, v. 88, p.96-105, 2016.

CHAGAS FILHO, N.R.; MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera:

Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.64, n.2, p.257-262, 2005.

COSTA, A. V., PINHEIRO, P. F., DE QUEIROZ, V. T., RONDELLI, V. M., MARINS, A. K., VALBON, W. R., PRATISSOLI, D. Chemical Composition of Essential Oil from *Eucalyptus citriodora* Leaves and Insecticidal Activity Against *Myzus persicae* and *Frankliniella schultzei*, **J. Essential Oil Bearing Plant.**, V.18, n.2, p.374-381, 2015.

DAHAM, S.S., TABANA, Y.M., HASSAN, L.E.A., AHAMED, M.B.K., MAJID, A. S.A., MAJID, A.M.S.A. In vitro antimetastatic activity of Agarwood (*Aquilaria crassna*) essential oils against pancreatic cancer cells, **Journal of Medicine**, 2015.

EL-BAKRY, A. M.; ABDEL-AZIZ, N. F.; SAMMOUR, E. A.; ABDELGALEIL, S. A. M. Insecticidal Activity of Natural Plant Essential Oils against Some Stored Product Insects and Their Side Effects on Wheat Seed Germination, **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v.26, p.83-88, 2016.

ERLAND, L.A.; RHEAULT, M.R.; MAHMOUD, S.S. Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils and their constituents against the invasive pest *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), **Crop Protection**, v.78, p.20-26, 2015.

GROSSMAN, L. **Óleos essenciais na culinária, cosmética e saúde**. São Paulo: Optonline, p.300, 2005.

HADDI, K.; OLIVEIRA; E.N.E.; FARONI, L. D. A.; GUEDES, D. C.; MIRANDA, N. N. S. Sublethal Exposure to Clove and Cinnamon Essential Oils Induces Hormetic-Like Responses and Disturbs Behavioral and Respiratory Responses in *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, p. 1–8, 2015.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management, **Crop Protection**, v.19, n.8, p.603-608, 2000.

JAN, M.T.; ABBAS, N.; SHAD, S.A.; SALEEM, M.A. Resistance to organophosphate, pyrethroid and biorational insecticides in populations of spotted bollworm, *Earias vittella* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), in Pakistan, **Crop Protection**, v.78, p.247-252, 2015.

JO, H.J.; PARK, K.M.; MIN, S. C.; NA, J. H.; PARK, K. H.; HAN, J. Development of an Anti-Insect Sachet Using a Polyvinyl Alcohol–Cinnamon Oil Polymer Strip Against *Plodia interpunctella*, **Journal of Food Science**, v.78, p. 1713-1719, 2013.

KELECOM, A.; ROCHA, M. A.; MAJDALANI, E. C.; GONZALEZ, MELLO, M. S.; C. B. Novas atividades biológicas em antigos metabólitos: ácido oleanólico e eugenol de *Eugenia caryophyllata*. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 12, p. 70-71, 2002.

LIMA, R.K.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; MELO, B.A.; RODRIGUES, V.G.; GUIMARÃES, P.L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 377-38, 2009.

MAO, L.; HENDERSON, G. Evaluation of potential luse of nootkatone against maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) and riceweevil [*S. oryzae* (L.)] (Coleoptera:Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.46, p.129-132, 2010.

PEKMEZOVIC, M., RAJKOVIC, K., BARAC, A., SENEROVIĆ, L., & ARSENIJEVIC, V. A. Development of kinetic model for testing antifungal effect of *Thymus vulgaris* L. and *Cinnamomum cassia* L. essential oils on *Aspergillus flavus* spores and application for optimization of synergistic effect, **Biochem. Eng. J.**, v.99, p.131-137, 2015.

PINHEIRO, P.F., QUEIROZ, V.T. RONDELLI, V.M., COSTA, A.V., MARCELINO, T.D.P., PRATISSOLI, D. Insecticidal activity of citronellagrass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*, **Ciência e Agrotecnologia**, v.37, n.2, p.138-144, 2013.

SAITO, M. L.; SCRAMIN, S. **Plantas aromáticas e seu uso na agricultura. Jaguariúna**, SP: EMBRAPA Meio Ambiente/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, p. 45, 2000.

SILVA, R. T. L. **Efeito de entomopatógenos e extratos vegetais sobre *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2014. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

SOARES, C. S. A.; COSTA, M. S.; BOTELHO, M.; BEZERRA, C. E. S. Ação Inseticida de Óleos Essenciais Sobre a Lagarta Desfolhadora *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae), **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.154 -157 2011.

SUGANYA, P., JEYAPRAKASH, K., MALLAVARAPU, G. R., & MURUGAN, R. Comparison of the chemical composition, tyrosinase inhibitory and anti-inflammatory activities of the essential oils of *Pogostemon plectranthoides* from India, **Ind. Crop. Prod.** v.69, p.300-307, 2015.

TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de Extratos Aquosos de Plantas no Desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 151-156, 2001.

TRIPATHI, A.K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P.R.A. Review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management, **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v.1, n.5, p.52-63, 2009.

ZHANG, X.; LIAO, X.; MAO, K.; ZHANG, K.; WAN, H.; LI, J. Insecticide resistance monitoring and correlation analysis of insecticides in field populations of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (stål) in China 2012–2014. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.124, p.1-102, 2015.

4. CAPITULO IV

AÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DO GÊNERO *CITRUS* E COMPONENTE MAJORITÁRIO SOBRE LAGARTA DO MORANGUEIRO

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade dos óleos essenciais de limão siciliano (*Citrus limon*), laranja doce (*Citrus aurantium dulce*), laranja amarga (*Citrus aurantium amara*) e do D-limoneno frente aos embriões e lagartas de 1º e 2º instar de *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae). Para os testes biológicos utilizou-se um aerógrafo para pulverizar sobre os insetos as soluções de óleo essencial de limão siciliano, laranja doce, laranja amarga e D-limoneno na concentração de 2% (m/v) e o método de imersão para avaliar a mortalidade dos embriões. O solvente usado no preparo das soluções dos óleos essenciais foi uma solução de água contendo 0,05% (m/v) de Tween 80 e 2% (m/v) de acetona. Esta solução foi usada como controle negativo e o inseticida Clorfenapir como controle positivo. A toxicidade observada após 72 horas dos óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce sobre os embriões foi de 100,00% e D-limoneno e laranja amarga de 37,14% e 37,11%, respectivamente. Para as lagartas de 1º instar, os óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce apresentaram 53,75 e 52,50%, o D-limoneno e laranja amarga 14,00, 13,00%. No estágio de 2º instar os óleos essenciais de *C. Limon C. a. dulce* obtiveram 20,00%. Os valores estimados de CL₅₀ CL₉₀ dos óleos essenciais de *C. Limon C. a. dulce* sobre os embriões foram, 0,40% e 0,70% para e 0,13% e 0,33%, respectivamente. Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que os óleos essenciais de *Citrus Limon, Citrus aurantium dulce, Citrus aurantium amara* e componente majoritário D-limoneno, apresentaram toxicidade contra *D. fovealis*.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus aurantium dulce. Citrus Limon.* Componentes voláteis.

ACTION OF ESSENTIAL OILS OF THE *CITRUS* GENDER AND MAJORITY COMPONENT ON STRAWBERRY CATERPILLAR

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the toxicity of the essential oils of sicilian lemon (*Citrus limon*), sweet orange (*Citrus aurantium dulce*), bitter orange (*Citrus aurantium amara*) and D-limonene, compared to embryos and caterpillars of 1st and 2nd instar of *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae). For the biological tests, an airbrush was used to spray on the insects the solutions of sicilian lemon, sweet orange, bitter orange and D-limonene in the concentration of 2% (w / v), and the immersion method to evaluate the embryos mortality. The solvent used in preparing the solutions of the essential oils was a water solution containing 0.05% (w / v) Tween 80 and 2% (w / v) acetone. This solution was used as negative control and the insecticide Chlorfenapyr as a positive control. The toxicity observed after 72 hours of the essential oils of sicilian lemon and sweet orange on the embryos was 100.00% and D-limonene and bitter orange of 37.14% and 37.11%, respectively. For the 1st instar caterpillars, the essential oils of sicilian lemon and sweet orange presented 53.75 and 52.50%, D-limonene and bitter orange 14.00, 13.00%. In the 2nd instar stage the essential oils of sicilian lemon and sweet orange obtained 20.00%. The Estimated values LC₅₀ LC₉₀ of the essential oils of sicilian lemon and sweet orange on the embryos were, 0.40% and 0.70% for and 0.13% and 0.33%, respectively. By the results obtained, it can be inferred that the essential oils of sicilian lemon, sweet orange, bitter orange and major component D-limonene, presented toxicity against *D. fovealis*.

KEYWORDS: *Citrus aurantium sweet. Citrus Limon.* volatile components.

4.1. INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma olerícola pertencente à família Rosaceae, que se destaca pelo aspecto atraente e sabor agradável (DAROLT, 2008). Dentre as pequenas frutas comercializadas é a que possui a maior expressão econômica (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2009). Entretanto alguns insetos pragas são agentes nocivos ao cultivo do morangueiro, prejudicando a produção.

A lagarta do morangueiro *Duponchelia fovealis* Zeller, 1847 (Lepidoptera: Crambidae) foi identificada no Brasil em 2007 no estado do Paraná na cultura de morangueiro (ZAWADNEAK et al., 2011). Trata-se de um inseto holometábolo, com ciclo médio (ovo-adulto) em torno de 47 dias em temperatura de 20 °C, possuindo 4 ínstar e em seu último estágio mede 20-30 mm de comprimento, com pequenas pontuações marrons distribuídas ao longo do corpo (GILL, 2013). É um inseto de importância, pois atualmente foi relatada atacando 43 famílias e 68 espécies de plantas como hospedeiras (ZAWADNEAK et al., 2011; SOUZA et al., 2013). As lagartas alimentam-se de folhas novas, brotos, flores, frutos e restos vegetais em decomposição. Quando o ataque incide no colo da planta, o fluxo de seiva é seriamente comprometido, podendo levar a morte (BRAMBILA; STOCKS, 2010).

Nos países de origem da lagarta usam-se os ingredientes ativos lambda-cialotrina, deltametrina e spinosade para o controle de *D. fovealis* (FRANCO; BAPTISTA, 2010). No Brasil, por não ter um inseticida sintético para *D. fovealis*, o seu controle químico é feito com base em outras pragas, como as traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), utilizando o ingrediente ativo clorfenapir (SOUZA et al., 2013).

O método de controle químico tem contribuído para o aumento da produção agrícola, entretanto, o uso incorreto e indiscriminado durante várias décadas levou à acumulação de resíduos tóxicos em alimentos, contaminação da água e do solo, intoxicação de produtores rurais, seleção de pragas resistentes, entre muitos outros problemas (CORRÊIA; SALGADO, 2011), o uso de produtos naturais para o controle desse inseto-praga pode ser uma alternativa viável (BRAHMI et al., 2016). Nesse sentido, os óleos essenciais de plantas

que apresentam potencial inseticida podem ser viáveis no manejo de *D. fovealis*.

Os óleos essenciais são constituintes voláteis de plantas, para o controle de insetos e têm sido relatados como uma alternativa promissora para o manejo integrado de pragas (TRIPATHI et al., 2009), atrelado à algumas vantagens, como menor desenvolvimento de resistência dos insetos aos inseticidas pelo complexo de princípios ativos presentes nas plantas; baixa toxicidade a outros insetos úteis (polinizadores e inimigos naturais de insetos pragas), aves, peixes e mamíferos, incluindo o ser humano (ISMAN, 2000).

Dentre estes, os óleos de *Citrus*, podem ser promissores para o controle da lagarta do morangueiro, uma vez que possui atividade inseticida em diversos insetos-praga, como *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae), *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) (DUTRA et al., 2016; RUIZ et al., 2014).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi averiguar a ação inseticida dos óleos essenciais de citrus, sendo este limão siciliano *Citrus limon*, laranja doce *Citrus aurantium dulce*, laranja amarga *Citrus aurantium amara* e o componente majoritário D-limoneno sobre de *D. fovealis*.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Obtenção dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de limão siciliano *Citrus limon*, laranja doce *Citrus aurantium dulce*, laranja amarga *Citrus aurantium amara* e o componente majoritário D-limoneno foram adquiridos da empresa Ferquímica Indústria e Comércio Ltda. (Vargem Grande, São Paulo, Brasil), extraídos em escala industrial por hidrodestilação e arraste de vapor de água (DAPKEVICIUS et al., 1998).

4.2.2. Obtenção e Multiplicação de *Duponchelia fovealis*.

Os insetos utilizados no experimento foram retirados da criação estoque do setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), provenientes inicialmente da região serrana do Estado do Espírito Santo, do município de Santa Maria de Jetibá (20° 2' 27" S, 40° 44' 45" W).

Os insetos foram mantidos em salas climatizadas, sob condições de 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ umidade relativa e 14 horas de fotofase. Adultos recém-emergidos foram transferidos para gaiolas (20 x 20 cm) confeccionadas com tubo do tipo PVC, forrado internamente com papel sulfite e fechadas na base inferior com isopor, também revestido com papel sulfite. A extremidade da gaiola foi fechada com tecido do tipo *voile* para evitar a fuga dos insetos. Mel em solução a 10% embebido em algodão foi oferecido como alimento aos adultos. As posturas foram recolhidas diariamente por meio da troca do papel que revestia as gaiolas.

Os papéis contendo os ovos foram tratados através da imersão por 10 segundos em solução de formaldeído em 1% (v/v) e posteriormente em solução de sulfato de cobre em 17%; procedimentos esses que ocorreram dentro de bancada de fluxo laminar. Após a secagem, foram transferidos para tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) contendo dieta artificial proposta por Kinge Hartley (1985) modificada.

4.2.3. Teste de atividade inseticida

Os óleos essenciais de *Citrus* foram diluídos a 2% (m/v) usando acetona 2% (m/v), Tween 80 0,05% (m/v) e água (CHAGAS FILHO et al., 2005). Como testemunha (controle negativo) utilizou-se a mistura isenta de óleo essencial, para o controle positivo foi utilizado Clorfenapir na dosagem comercial 100mL/100L.

O experimento desenvolveu-se em 2 bioensaios, sendo o primeiro a ação do óleo essencial sobre os embriões e o segundo sobre lagartas de 1º e 2º ínstar. No primeiro bioensaio, foram contabilizados grupos de 20 ovos de 48 horas, em pré-formação de embriões, por repetição, recortados do papel sulfite da criação estoque. Posteriormente, foram imersos no tratamento por 30 segundos e dispostos em placas de Petri (9,0 x 1,5 cm), revestidas com papel filtro, tampadas e armazenadas em câmaras climatizadas nas condições citadas

anteriormente. Cada placa correspondeu a uma repetição, totalizando 10 repetições.

A avaliação foi feita diariamente até 72 horas após a imersão, onde foi verificada a mortalidade dos ovos através do número de lagartas não eclodidas por repetição.

No segundo bioensaio, foi realizada a avaliação sobre o 1º e 2º instar das lagartas de *D. fovealis*, através da pulverização com o auxílio de um aerógrafo com pressão de 15 lb pol², contendo 2 mL de solução, sobre placas de Petri (9,0 x 1,5 cm) revestidas com papel filtro com 20 lagartas e um disco de dieta artificial (1,5 cm diâmetro x 0,5 cm altura). Em seguida, as placas foram tampadas, vedadas com plástico filme e mantidas em câmeras climatizadas (metodologia adaptada de SILVA, 2014).

Para este bioensaio, cada placa de Petri correspondeu a uma repetição, obtendo 5 repetições para cada tratamento (1º e 2º instar).

As avaliações foram feitas 72 horas após a aplicação, através do toque do pincel de numeração 0,1 nas lagartas para verificar a mortalidade dos indivíduos.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram testados para normalidade e homogeneidade de variância, segundo os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ao nível de 5% probabilidade, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa Sas 9.0 (SAS INSTITUTE, 2002).

4.2.4. Estimativa da concentração letal (CL)

A estimativa da concentração letal do óleo essencial de *Citrus limon*, *Citrus aurantium dulce* foi feita sobre embriões. Para isso, foram utilizadas 7 concentrações dos óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce espaçadas em escala logarítmica, sendo o limite inferior (concentração que causa a morte de cerca de 10% dos insetos) e superior (concentração que causa a morte de cerca de 90% dos insetos) determinados mediante ensaios preliminares. Na testemunha foi utilizada acetona a 2% (m/v) e Tween 80 a 0,05% (m/v) diluídos em água destilada (CHAGAS FILHO et al., 2005). Esta

etapa do bioensaio foi realizada conforme os procedimentos adotados no primeiro ensaio da etapa anterior. A mortalidade dos embriões foi avaliada até 72 horas. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições contendo 20 ovos de 48 horas em pré-formação de embrião, em cada repetição. A concentração letal foi estimada usando a análise de Probit por meio do programa Polo-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos seguiram distribuição normal e homogeneidade de variância ($P > 0,05$). Os óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce causou mortalidade em todos os tratamentos, entretanto laranja amarga e o D-limoneno apresentaram mortalidade em embriões e lagartas de 1º instar. Contudo os óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce, em embriões ($F_{5, 41} = 4150,2$; $P < 0,001$), mortalidade de 100%, não diferindo do inseticida clorfenapir. Em lagartas foi observada baixa mortalidade, 53,75 e 52,50% ($F_{5, 22} = 659,5$; $P < 0,001$) de 1º instar e 20,00% ($F_{3, 16} = 495$; $P < 0,001$) 2º instar respectivamente. O componente majoritário D-limoneno e o óleo essencial de laranja amarga obtiveram baixa mortalidade de 37,14 e 37,11% em embriões ($F_{5, 41} = 4150,2$; $P < 0,001$), 14,00% e 13,00% em lagartas 1º instar ($F_{5, 22} = 659,5$; $P < 0,001$) respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de mortalidade (%) de embrião e lagartas de 1º e 2º instar de *Duponchelia fovealis* causada pelos óleos essenciais de *Citrus limon*, *Citrus aurantium dulce*, *Citrus aurantium amara* e seu componente majoritário D-limoneno a 2% (m/v), após 72 horas. Temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Óleos essenciais	Mortalidade (%)		
	Fase do inseto		
	Embrião	1º instar	2º instar
<i>C. limon</i>	100 ± 0,00 a	53,75 ± 1,25 b	20,00 ± 3,16 b
<i>C. a. dulce</i>	100 ± 0,00 a	52,50 ± 1,44 b	20,00 ± 2,23 b
D-limoneno	37,14 ± 1,24 b	14,00 ± 1,87 c	–
<i>C. a. amara</i>	37,11 ± 1,24 b	13,00 ± 2,00 c	–
Clorfenapir	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a
Testemunha	3,00 ± 0,00 c	2,00 ± 1,22 a	5,00 ± 0,00 a
P-valor	2,66	3,46	5,53

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O D-limoneno componente majoritário de ambos os óleos essenciais obteve baixa mortalidade sobre as lagartas de 1º instar de *D. fovealis* (14%). Isso demonstra que isoladamente o componente majoritário causou baixo efeito sobre essas lagartas e depende de outro componente presente nos óleos essenciais citados que atuem em sinergismo para causar maior mortalidade. O mesmo componente majoritário foi avaliado em larvas de *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) obteve uma CL_{50} 0,004175% (m/v) (LIU et al., 2015).

O mesmo efeito ocorreu no trabalho desenvolvido por Shukla et al. (2011), em que os óleos essenciais de falsa melissa *Lippia alba* (Verbenaceae) e escova-de-garrafa *Callistemon lanceolatus* (Myrtaceae) e o seu componente majoritário geranial, foram avaliados sobre larvas de *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Chrysomelidae), obtendo maiores mortalidades atreladas aos óleos essenciais quando comparado ao seu componente majoritário, sendo para *L. Alba* de 22,81 a 50,93% de mortalidade, *C. lanceolatus* 42,81 a 77,18% e para geranial 10,31 a 41,56%.

A baixa mortalidade verificada para o óleo essencial de laranja amarga (13,00%) pode estar relacionada aos componentes existentes no óleo

essencial, que causam diferentes efeitos sobre os insetos (ISMAN, 2000). O mesmo óleo essencial apresentou efeito inseticida sobre mosquito *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Culicidae), alcançando uma CL_{50} 0,0039% (MICHAELAKIS et al., 2009).

Os óleos essenciais extraídos de limão siciliano têm efeitos que consistem em repelência e deterrência (SU, 1976), o que justifica a baixa mortalidade verificada nos testes ingestão e contato 53,75% para o 1º ínstar e 20,00% no 2º ínstar do presente trabalho. O mesmo óleo essencial foi aplicado em lagartas 3º ínstar de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) causando mortalidade inferior a 20,00% (SOARES et al., 2011).

Para laranja doce a porcentagem de mortalidade 52,50% para o 1º ínstar e 20,00% para lagartas de 2º ínstar foi semelhante ao limão siciliano, demonstrando assim, baixa atividade quando comparado à mortalidade de outros óleos em outros lepidópteros (NICULAU et al., 2013).

Porém, existem relatos de óleos essenciais que causaram mortalidade satisfatória em insetos-praga, como a ação inseticida do óleo essencial de aroeira-salvo *Schinus molle* L. Anacardiaceae sobre *Sitophilus zeamais* Most. 1855 (Coleoptera: Curculionidae) que obteve uma CI_{50} 0,25 μ L/cm² e CI_{90} 1,92 μ L/cm² (FERNANDES; FAVERO, 2014), entre outros óleos como o manjeriço *Ocimum basilicum* L. Lamiaceae (CI_{50} 17,67 μ L/L), laranja-azeda *Citrus aurantium* L. Rutáceae (CI_{50} 69,36 μ L/L), hortelã-verde *Mentha spicata* L. Lamiaceae (CI_{50} 27.51 μ L/L) e quebra-faca *Croton pulegioides* Bail Euphorbiaceae (CI_{50} 48.66 μ L/L) sobre *Rhyzopertha dominica* Fabr. 1972 (Coleoptera: Bostrichidae) (SOUZA et al., 2016).

Na estimativa da concentração letal (CL_{50} e CL_{90}), os dados adequaram-se ao modelo de Probit, mostrando um χ^2 não significativo e baixa heterogeneidade (Tabela 2).

Tabela 2. Inclinação das curvas de concentração-resposta e concentração letal (CL₅₀ e CL₉₀) do óleo essencial de *Citrus limon*, *Citrus aurantium dulce*, sobre embriões de *Duponchelia fovealis*. Temperatura: 25 ± 1°C, UR 70 ± 10% e de fotofase 12horas.

O. essenciais	GL ^a	N ^b	Inclinação ± EPM ^c	CL ₅₀ (IC 95%) ^d	CL ₉₀ (IC 95%) ^d	X ² e	P-valor ^f
<i>C. limon</i>	5	700	5,19 ± 0,43	0,40 (0,37-0,42)	0,70 (0,65 -0,77)	2,73	0,7404
<i>C. a. dulce</i>	5	700	3,18 ± 0,27	0,13 (0,11-0,14)	0,33 (0,30-0,38)	5,99	0.3068

^a Graus de liberdade.

^b Número de insetos usados no teste.

^c Inclinação ± Erro-padrão da média.

^d Intervalo de confiança das CL₅₀ e CL₉₀ a 95% de probabilidade.

^e Teste qui-quadrado.

^f Probabilidade de significância

O óleo essencial de laranja doce apresentou na fase de embrião uma CL₅₀ 0,13% e CL₉₀ 0,33%, exibindo uma concentração menor quando comparado com limão siciliano CL₅₀ 0,40% e CL₉₀ 0,70%, ou seja, demonstrou-se mais eficiente. Os inseticidas etofenproxi, fenpropatrina e metomil, foram testados sobre ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), obtendo um percentual de inviabilidade de ovos de 98,66%; 91,99% e 45,33% respectivamente (FRANÇA, 2013). A ação de 24 inseticidas foi verificada sobre os ovos de *N. elegantalis*, onde, methomil, cartap e abamectin obtiveram os melhores resultados entre 40 a 51% de inviabilidade de embriões (BARTOLI et al., 2013).

4.4. CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de limão siciliano e laranja doce causou toxicidade em embrião e lagartas de 1^o e 2^o instar *D. fovealis*. Entretanto o óleo essencial de laranja amarga e o D-limoneno apresentaram toxicidade em embrião e lagartas de 1^o instar.

4.5. REFERENCIAS

BORTOLI, S.A.; BENVENGA, S.R.; GRAVENA, S.; VACARI, A.M.; VOLPE, H.X.L. Ação de inseticidas sobre os ovos e lagartas da broca-pequena-do-fruto do tomate, em bioensaio de laboratório. **Arq. Inst. Biol.** v.80, n.1, p.73-82, 2013.

BRAHMI, F.; ABDENOUR, A.; BRUNO, M.; SILVIA, P.; ALESSANDRA, P.; DANILO, F.; MOHAMED, C. Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* L. Huds growing in Algeria. **Industrial Crops and Product**, v. 88, p.96-105, 2016.

BRAMBILA, J.; STOCKS, I. The European Pepper Moth, *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae), a Mediterranean Pest Moth Discovered in Central Florida. **Pest Alert created**, p. 1-4, 2010.

CHAGAS FILHO, N.R.; MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C. Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.64, n.2, p.257-262, 2005.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

DAPKEVICIUS, A., VENSKUTONIS, R., VAN BEEK, T. A., AND LINSSEN, J. P.H. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. **Journal Science Food Agriculture**, v.77, p.140-146, 1998.

DAROLT, M.R. Morango orgânico: opção sustentável para produtores, consumidores e meio ambiente. **Revista campo e negócio**, n.34, p.58-61, 2008.

DUTRA, K. A.; OLIVEIRA, J.V.; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R. S.; SANTOS, J. P. O. Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. With essential oils from four Citrus spp. plants. **Journal of Stored Products Research**, v.68, p.25-32, 2016.

FRANÇA, S. M. de. **Manejo de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée), (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro no agreste do Estado de Pernambuco: estudos comportamentais uso de iscas tóxicas, inseticidas botânicos e sintéticos.** 2013. P.64. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2013.

FRANCO, M.C.; BAPTISTA, M.C. *Duponchelia fovealis* Zeller – nova praga em Portugal. **Frutas, legumes e flores - a revista dos profissionais**, v.110, p.34-35, 2010.

GILL, S. European Pepper Moth Found in Maryland. Integrated Pest Management for Commercial Horticulture. University of Maryland Extension – Solutions in your Community. **Pest Alert Created**, p.1-4, 2013.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-8, 2000.

LIU, X.Ch.; LIU,Q.; CHEN, X.B.; ZHOU, L.; LIU, Z. L. Larvicidal activity of the essential oil from *Tetradium glabrifolium* fruits and its constituents against *Aedes albopictus*. **Pest Management Science**, v.71, p.1582-1586, 2015.

MICHAELAKIS, A.; PAPACHRISTOS, D.; KIMBARIS, A.; GEORGE, K.; GIATROPOULOS, A.; POLISSIOU ,M.G. Citrus essential oils and four enantiomeric pinenes against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research**, v. 105, p.769-773, 2009.

NICULAU,E.S.; ALVES, P. B.;NOGUEIRA, P.C.L.;MORAES, V. R.S.; MATOS, A.P.; BERNARDO, A.R.;Volante, A.C.; FERNANDES, J.B.; SILVA, M. F. G. F.; CORRÊA, A.G.;BLANK, A.F.; SILVA, A.C.; RIBEIRO, L.P. AtividadeInseticida de ÓleosEssenciais de *Pelargonium graveolens* l'Herit E *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Química Nova**, v.36, p.1391-1394, 2013.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.1, p. 91-95, 2009.

RUIZ, M.J.;JUAREZ, M.L.; ALZOGARAY, R.A.;ARRIGHI, F.;ARROYO, L.; GASTAMINZA, G.;WILLINK, E.;BARDO, A. V.; VERA, T. Toxic Effect of Citrus Peel Constituents on *Anastrepha fraterculus* Wiedemann and *Ceratitis capitata* Wiedemann Immature Stages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, p. 10084–10091, 2104.

SHUKLA, R.; SINGH, P.; PRAKASH, B.; KUMAR, A.; MISHRA, P.K.; DUBEY, N.K. Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behavior of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, p.2277–2283, 2011.

SILVA, R. T. L. **Efeito de entomopatógenos e extratos vegetais sobre *Apismellifera*L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2014. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de

Concentração: Produção Animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

SOARES, C. S. A.; COSTA, M. S.; BOTELHO, M.; BEZERRA, C. E. S. Ação Inseticida de Óleos Essenciais Sobre a Lagarta Desfolhadora *Thyrintea arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.154 -157, 2011.

SOUZA, V. N.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; ALMEIDA, D. K.F. Fumigation Toxicity of Essential Oils Against *Rhyzopertha dominica* (F.) in Stored Maize Grain. **Rev. Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 435 – 440, 2016.

SOUZA, J.C.; SILVA, R.A; SILVEIRA, E.C.; ABREU, F.A.; TOLEDO, M.A. **Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas.** EPAMIG. Circular Técnica, n.180, p.1-5, 2013.

TRIPATHI, A.K.; UPADHYAY, S.; BHUIYAN, M.; BHATTACHARYA, P.R.A. Review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v.1, n.5, p.52-63, 2009.

ZAWADNEAK, M.A.; GONÇALVES, R.B.; KUHN, T.; ARAUJO, E.; DOLCI, E.; SANTOS, B.; SILVA, C.; BENATTO, A.; VIDAL, H. Morango: novo desafio. **Cultivar HF**, p.30-32, 2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível verificar que os óleos essenciais se apresentaram como uma ferramenta a ser utilizada no Manejo Fitossanitário de *D. fovealis*, visto que para esta espécie não tem nenhum produto químico registrado até o momento para seu manejo.

Entretanto falta testar os componentes majoritários do óleo essencial de gengibre;

Fitotoxicidade dos óleos essenciais nas plantas de morango;

Testar os óleos em semi-campo para avaliar a permanência do óleo essencial no campo;

Efeitos subletais dos óleos essenciais sobre a *D.fovealis*.