



LARA JARDIM COLLARES

**BIOATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DO
GÊNERO *Cinnamomum* PARA O CONTROLE DE *Tuta absoluta*
(MEYRICK, 1917) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**LAVRAS – MG
2019**

LARA JARDIM COLLARES

**BIOATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DO GÊNERO
Cinnamomum PARA O CONTROLE DE *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador
Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho

Coorientadora
Dra. Marianne Araújo Soares

**LAVRAS – MG
2019**

LARA JARDIM COLLARES

**BIOATIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS PLANTAS DO GÊNERO *Cinnamomum*
PARA O CONTROLE DE *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**

**BIOACTIVITY OF ESSENTIAL OILS OF PLANTS *Cinnamomum* GENUS FOR
CONTROL OF *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 21 de junho de 2019

Dr. Geraldo Andrade de Carvalho-----UFLA

Me. Brenda Carolina Freire-----UFLA

Me. Andreísa Fabri Lima-----UFLA

Me. Luis Clepf Passos-----UFLA

Prof. Dr. Geraldo Andrade de Carvalho

Orientador

Dr. Marianne Araújo Soares

Coorientadora

LAVRAS – MG

2019

Aos meus pais, Renato e Vanuza, pelo apoio em todas as etapas e por serem o meu maior exemplo de amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos contribuintes brasileiros, por me possibilitar uma formação em uma Universidade Pública.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a todos os seus funcionários, em especial aos meus professores.

Ao CNPq, FAPEMIG e CAPES, pelo suporte financeiro.

Ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade de aprendizado. A toda a equipe do Laboratório de Ecotoxicologia e MIP, pela parceria. Em especial à Eliana Andrade (Léia) e Luís C. Passos por toda a ajuda, amizade e ensinamentos.

Ao meu querido orientador Dr. Geraldo Andrade Carvalho, pela amizade e oportunidade de estágio durante toda à minha graduação.

À Dra. Marianne A. Soares, pela coorientação.

À Gabi e Iare, minhas irmãs, por estarem sempre comigo. Vocês são demais.

À todos os meus amigos, por proporcionarem os melhores 4 anos da minha vida. Vocês foram essenciais.

Aos meus pais e toda a minha família, pelo amor.

Muito obrigada!

RESUMO

A *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), conhecida popularmente como traça-do-tomateiro, é considerada praga-chave da cultura do tomateiro. Tradicionalmente, o seu controle é baseado em aplicações sucessivas de inseticidas químicos sintéticos. Visando o desenvolvimento de novas alternativas para o controle da *T. absoluta*, este estudo objetivou avaliar a bioatividade dos óleos essenciais de *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*, *Cinnamomum camphora* var. *Hoyso* e *Cinnamomum cassia* (Lauraceae). Os óleos essenciais foram solubilizados em acetona na concentração de 100 µg/µL. As lagartas do tratamento controle foram tratadas apenas com acetona. Lagartas de 2º ínstar de *T. absoluta* foram tratadas com o auxílio de microseringa, de forma que inseto recebeu 1µL da solução em seu dorso. Em seguida, as lagartas foram mantidas em plântulas de tomateiro no interior de gaiolas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos (3 óleos essenciais + 1 controle) e 30 repetições por tratamento, sendo cada uma formada por 5 lagartas. A sobrevivência das lagartas foi avaliada às 24, 48 e 72 horas após a implementação do experimento. Após a determinação da bioatividade dos óleos essenciais, realizou-se o bioensaio para determinação de concentração letal. Os óleos foram solubilizados em acetona nas concentrações de 10 µg/µL; 1 µg/µL; 0,1 µg/µL; 0,01 µg/µL e 0,001 µg/µL. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 16 tratamentos (5 concentrações por óleo + 1 controle) e 4 repetições por tratamento, sendo cada uma constituída por 5 lagartas. A partir dos dados obtidos, estimou-se o tempo letal mediano (TL₅₀) e a concentração letal mediana (CL₅₀). *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* e *C. cassia* apresentaram CL₅₀ de 0,054 ± 0,017 µg/µL; 0,097 ± 0,043 µg/µl e 0,07 ± 0,017 µg/µL, respectivamente. *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* nas concentrações de 10 µg/µL; 1 µg/µL e 0,1 µg/µL; *C. cassia* nas concentrações de 10 µg/µL e 1 µg/µL e *C. camphora* var. *Hoyso* nas concentrações de 10 µg/µL e 1 µg/µL, causaram mortalidade total imediata após a aplicação, com TL₅₀ de 0,35 hora. *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* na concentração de 0,01 µg/µL; *C. cassia* e *C. camphora* var. *Hoyso* nas concentrações de 0,1 µg/µL e 0,01 µg/µL, apresentaram TL₅₀ de 42,5 horas. *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* e *C. cassia* nas concentrações de 0,001 µg/µL apresentaram TL₅₀ maior que 72 horas. Os óleos essenciais avaliados apresentam substância (s) com toxicidade para *T. absoluta*, sendo o óleo essencial de *C. camphora* var. *linalooliferum* o mais tóxico para este inseto.

Palavras-chave: Traça-do-tomateiro. Inseticidas botânicos. MIP

ABSTRACT

The South American tomato a pinworm, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) is considered key pest of tomato crops. Traditionally, its control is based on successive applications of synthetic chemical insecticides. Aiming to develop new alternatives to control *T. absoluta*, the goal of this study was to evaluate the bioactivity of essential oils of *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*, *Cinnamomum camphora* var. *Hoyso* e *Cinnamomum cassia* (Lauraceae). The essential oils were diluted in acetone in 100 µg/µL concentration. The larvae from control treatment were treated only with acetone. Second instar larvae of *T. absoluta* from maintenance colony were treated using a precision microsyringe, where each insect received 1 µL of solution on its dorsal part. Then, the larvae were kept in tomato seedlings inside plastic cages. The experimental design was completely randomized with 4 treatments (3 essential oils + 1 control) and 30 replicates for treatment, with 5 larvae in each repetition. Larvae survival was evaluated 24, 48 and 72 hours after the experiment set up. After the determination of the essential oils bioactivity, a new bioassay was performed to determine the lethal concentration (LC) following the methodology previously described. The oils were diluted in acetone at 10 µg/µL, 1 µg/µL, 0,1 µg/µL, 0,01 µg/µL e 0,001 µg/µL concentration. The experimental design was completely randomized with 16 treatments (5 concentrations for each oil + 1 control) and 4 replicates for treatment, with 5 larvae in each repetition. The median lethal time (LT₅₀) and the median lethal concentration (LC₅₀) were estimated. *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* and *C. cassia* showed a LC₅₀ of 0.054 ± 0.017 µg / µl, 0.097 ± 0.043 µg / µl and 0.07 ± 0.017 µg/µl, respectively. *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* at 10 µg/µL, 1 µg/µL and 0.1 µg/µL concentrations, *Cinnamomum cassia* at 10 µg/µL and 1 µg/µL concentrations, and *Cinnamomum camphora* var. *Hoyso* at 10 µg/µL and 1 µg/µL concentrations, caused total mortality of larvae in less after application, with LT₅₀ of 0.351 hour. *C. camphora* var. *linalooliferum* 0.01 µg/µL concentration, *C. cassia* and *C. camphora* var. *Hoyso* at 0.1 µg/µL and 0.01 µg/µL concentrations, exhibiting a LT₅₀ of 42.5 hours. *C. camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* and *C. cassia* at 0.001 µg/µL concentrations, showed a LT₅₀ greater than 72 hours. Thus, the essential oils showed toxic substance (s) against *T. absoluta*, and the essential oil of *C. camphora* var. *linalooliferum* was the most toxic to this insect.

Keywords: South American tomato pinworm. Botanical insecticides. IPM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Esquema ilustrativo da gaiola contendo plântula utilizada nos bioensaios.....10
- Figura 2.** Mortalidade (%) de lagartas de *Tuta absoluta* tratada via aplicação tópica de óleos essenciais de *Cinnamomum cassia* (canela), *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* (canfora branca) e *Cinnamomum camphora* var. *Hoysso* (Ho wood) nas concentrações de 100 µg/µL de acetona.....11
- Figura 3.** Mortalidade (%) de lagartas de *Tuta absoluta* tratada com diferentes concentrações dos óleos essenciais de *Cinnamomum camphora* var. *Hoysso*, *Cinnamomum cassia* e *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*.....12
- Figura 4.** Sobrevivência de lagartas de *Tuta absoluta* ao longo do tempo, submetidas à aplicação tópica de solução óleos essenciais e acetona, sendo $S(t) = \exp(-(\text{tempo}/\delta)\alpha)$, δ = parâmetro de forma; α = parâmetro de escala. Grupo 1: *C. camphora* var. *linalooliferum* (10, 1 e 0,1 µg/µL); *C. cassia* (10 e 1 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (10 e 1 µg/µL). Grupo 2: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,01 µg/µL); *C. cassia* (0,1 e 0,01 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (0,1 e 0,01 µg/µL). Grupo 3: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,001 µg/µL,); *C. cassia* (0,001 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (0,001 µg/µL).....13
- Tabela 1.** Nome científico, nome popular, componentes majoritários (%) e concentração dos óleos essenciais avaliados para *Tuta absoluta*.....9
- Tabela 2.** Concentrações letais dos óleos essenciais de canela (*Cinnamomum cassia*), cânfora branca (*Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*) e ho wood (*Cinnamomum camphora* var. *Hoysso*) para *Tuta absoluta*.....12
- Tabela 3.** Tempo letal 50 e sobrevivência de lagartas de *Tuta absoluta* ao longo do tempo, submetidas à aplicação tópica de solução óleos essenciais e acetona, sendo $S(t) = \exp(-(\text{tempo}/\delta)\alpha)$, δ = parâmetro de forma; α = parâmetro de escala. Grupo 1: *C. camphora* var. *linalooliferum* (10, 1 e 0,1 µg/µL); *C. cassia* (10 e 1 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (10 e 1 µg/µL). Grupo 2: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,01 µg/µL); *C. cassia* (0,1 e 0,01 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (0,1 e 0,01 µg/µL). Grupo 3: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,001 µg/µL); *C. cassia* (0,001 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoysso* (0,001 µg/µL).....14

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	2
2.1	OBJETIVO GERAL	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3	REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1	HISTÓRICO DE DISPERSÃO DA <i>TUTA ABSOLUTA</i>	3
3.2	BIOECOLOGIA DA <i>TUTA ABSOLUTA</i>	3
3.3	MANEJO INTEGRADO DA <i>TUTA ABSOLUTA</i>	4
3.4	O GÊNERO <i>CINNAMOMUM</i>	6
3.4.1	<i>CINNAMOMUM CASSIA</i>	7
3.4.2	<i>CINNAMOMUM CAMPHORA</i>	7
4	MATERIAIS E MÉTODOS	7
4.1	PLANTAS DE TOMATEIRO	7
4.2	OBTENÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	8
4.3	CRIAÇÃO DE <i>TUTA ABSOLUTA</i>	8
4.4	DETERMINAÇÃO DA BIOATIVIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	8
4.5	DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO LETAL (CL) DE ÓLEOS ESSENCIAIS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO TÓPICA EM LAGARTAS	10
4.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	10
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6	CONCLUSÃO	16
	REFERÊNCIAS	17

1 INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), é considerada uma das pragas mais importantes no cultivo do tomateiro no Brasil (SOUZA; REIS, 1986; SOUZA et al., 1992; DESNEUX et al., 2011). Esta praga é vista como uma ameaça para a produção mundial de tomate (BIONDI et al., 2018), sendo um dos principais entraves para o cultivo dessa solanácea (PICANÇO et al., 1998; FILHO; GUIMARÃES; MOURA, 2013). Segundo Biondi et al. (2018) esse microlepdóptero possui importância internacional, visto que atualmente ocupa grande parte do supercontinente Afro-Euro-Asiático, da América do Sul e América Central. Assim, o risco de dispersão global da *T. absoluta* torna-se alto, considerando sua rápida disseminação nos continentes americano, asiático e africano. De modo que países como a Nova Zelândia, Estados Unidos, e a Austrália futuramente poderão abrigar essa praga (TONNANG; MOHAMED; KHAMIS, 2015).

Os adultos são pequenas mariposas acinzentadas com cerca de 5 mm de comprimento. As lagartas medem aproximadamente 7 mm em seu último estágio larval, e são de coloração esverdeada com uma mancha parda no dorso. O ciclo completo é de, aproximadamente, 30 dias na temperatura de $22,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ (HAJI, 1982). Com hábito minador, as larvas penetram nas folhas após 20 a 45 minutos da eclosão (COELHO; FRANÇA, 1987), danificando todas as partes da planta com exceção das raízes (PRATISSOLI; PARRA, 2000; PRATISSOLI et al., 2003; SOUZA; REIS, 2003). A traça-do-tomateiro permanece na planta durante todo o estágio de desenvolvimento da cultura, podendo causar perdas de até 100% da produção na ausência de controle (LOURENÇÃO et al. 1984). A *T. absoluta* por possuir elevado potencial biótico e hábito minador apresenta difícil controle (IMENES et al., 1990).

A integração dos métodos de controle disponíveis para a redução das populações de *T. absoluta* (químico, biológico, cultural e legislativo) é essencial para um manejo dessa praga. O uso de táticas alternativas na adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) contribui para a redução dos níveis populacionais da traça-do-tomateiro em campo (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 1995).

Desde os anos 80, a principal estratégia de controle da *T. absoluta* é baseada no uso de inseticidas químicos sintéticos (SOUZA; REIS, 1986). Entretanto, diversos autores reportam a seleção de populações resistentes à produtos químicos (GONÇALVES et al., 1994; SIQUEIRA; GUEDES; PICANÇO, 2000; CAMPOS et al., 2014) que, acarreta no aumento populacional desse herbívoro, e conseqüentemente de seus danos (PRASTIOLLI; PARRA, 2001). O uso contínuo, e em proporções excessivas de inseticidas sintéticos podem causar além da seleção

de populações resistentes, surtos de pragas secundárias, ressurgência de novas pragas e desequilíbrios biológicos (CARNE-CAVAGNARO et al., 2005).

Conseqüentemente, é de suma importância a realização de pesquisas que visam o desenvolvimento de novos princípios ativos para o controle da *T. absoluta*. Nesse contexto, os óleos essenciais apresentam uma alternativa promissora no manejo dessa praga, visto que a atividade de metabólitos secundários de plantas contra insetos praga é frequentemente relatado na literatura (HANSSON et al., 2013; OLOTUAH, 2013; PAVELA; VRCHOTOVÁ, 2013). O gênero *Cinnamomum* pertencente à família Lauraceae é constituído por árvores e arbustos perenes, com característica aromática, e elevado teor de óleo essencial nas folhas e casca. Na literatura a atividade inseticida de lauráceas é relatada com frequência. Dentre elas, as espécies *Cinnamomum cassia* (CORRÊA; SALGADO, 2011) e *Cinnamomum camphora* (CANSIAN et al., 2015), popularmente conhecidas como canela e cânfora, destacam-se por serem espécies de grande importância econômica no mercado mundial. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a bioatividade de *C. camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* e *C. cassia* Presl para o controle de *T. absoluta*.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial de óleos essenciais de *C. camphora* var. *linalooliferum*, *C. camphora* var. *Hoyso* e *C. cassia* para o controle de lagartas de *T. absoluta*.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) dos óleos essenciais para *Tuta absoluta*.
- Determinar o tempo letal médio (TL₅₀) de lagartas instar de *T. absoluta* submetidas à aplicação tópica dos óleos essenciais.
- Determinar a curva de sobrevivências de lagartas *T. absoluta* quando submetidas à diferentes concentrações dos óleos essenciais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico de dispersão da *T. absoluta*

A *T. absoluta* é considerada praga-chave na cultura do tomateiro, podendo ocorrer também em outras solanáceas, como pimentão, batata e berinjela (ZUCCHI et al., 1993). Esse microlepdóptero foi originalmente descrito no Peru por Meyrick em 1917 (POVOLNY, 1975; DURIC et al., 2014; BIONDI et al., 2018), porém destacou-se como praga na década de 1960, quando foi reportada na Argentina causando danos em cultivos de tomateiro (BAHAMONDES; MAELLEA, 1969).

A traça-do-tomateiro migrou para outras regiões e países da América Latina entre as décadas de 1960 e 1980, sendo encontrada na Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Panamá, Paraguai, Uruguai e Venezuela (USDA – APHIS, 2014). Em virtude da alta dispersão pela América do Sul tornou-se um dos principais entraves da produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), nesse continente (BAHAMONDES; MAELLEA, 1969; SILVA et al., 2015). Em 2006, a *T. absoluta* foi detectada na Espanha (DESNEUX et al., 2010; GUILLEMAUD et al., 2015), e desde então espalhou-se rapidamente pela região do Mar Mediterrâneo, estabelecendo-se na Europa, partes orientais da África, sul da América Central, Oriente Médio e em regiões do sul da Ásia (BIONDI et al., 2018).

Uma avaliação recente sobre a dispersão da traça do tomate na Europa mostrou que após o primeiro relato da praga no continente, a *T. absoluta* aumentou seu raio de ocupação em cerca de 600 km/ano durante nove anos (ROQUES et al., 2016). Segundo Tonnang et al. (2015) a traça-do-tomateiro apresenta potencial de infestação em todos os continentes produtores de tomate. Isso deve-se a alta capacidade da *T. absoluta* resistir a condições extremas de estresse, tais como ambientes frios, quentes, úmidos e secos.

3.2 Bioecologia da *T. absoluta*

A *T. absoluta* na sua fase larval é um inseto minador que se alimenta do mesofilo foliar, construindo galerias transparentes nas folhas, além de broquear as gemas e os brotos terminais, em altas infestações as lagartas também alimentam-se das flores e frutos (HAJI, 1984).

Os adultos são pequenas mariposas de coloração acinzentada que possuem cerca de 5 mm de comprimento (COELHO; FRANÇA, 1987). Cada fêmea deposita cerca de 130 ovos, no período de três a sete dias de oviposição, na temperatura de $22,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. Os ovos são colocados individualmente, e preferencialmente em folhas do terço superior da planta de

tomateiro. São elípticos de superfície reticular, com coloração branco-brilhante ou amarelado-claro na fase inicial, já próximo à eclosão das lagartas, apresentam coloração amarronzada ou avermelhada. A incubação dos ovos é de aproximadamente 5 dias, podendo variar de acordo com a temperatura ambiental (COELHO; FRANÇA, 1987).

As lagartas medem cerca de 6,5 mm de comprimento no último ínstar, possuem coloração esverdeada e são caracterizadas pela placa protorácica preta, em forma de “meia lua”. Logo após a eclosão, as lagartas penetram parênquima foliar, no fruto ou nos ápices das hastes onde passam por quatro instares e permanecem por cerca de 15 dias ($22,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$). Na fase de pré-pupa as lagartas deixam as galerias, e deslocam-se em direção ao solo para empupar (HAJI, 1982; COELHO; FRANÇA, 1987; HAJI, et al., 1988).

As pupas são completamente verdes ou purpúreas no dorso e amareladas no ventre. Após sete dias, tornaram-se marrom-escuras, podendo apresentar manchas douradas no dorso. São encontradas frequentemente nos folíolos e no caule da planta, envoltas por um casulo de seda esbranquiçado, no interior das minas e dos frutos ou ainda no solo, com pupa nua. A fase pupal tem duração de 10 à 12 dias, com razão sexual de macho: fêmea de 0,55 na temperatura de $22,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. (COELHO; FRANÇA, 1987). O ciclo completo da *T. absoluta* tem duração de 26 a 30 dias e a longevidade dos adultos é de cerca de oito dias na temperatura de $22,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ (COELHO; FRANÇA, 1987).

A sobreposição de gerações em áreas onde o tomateiro é cultivado durante todo o ano pode ocorrer, favorecendo o aumento populacional e a dispersão dessa praga (HAJI et al., 1988; DESNEUX et al., 2010; GUEDES; PICANÇO, 2012). A traça permanece no tomateiro durante todo o desenvolvimento da cultura, onde sua multiplicação é favorecida em períodos quentes e secos, podendo causar perdas de até 100% da produção na ausência de controle (LOURENÇÃO et al., 1984). A sua dispersão acontece principalmente pelo transporte de frutos contendo as lagartas, e também pelo vento (SOUZA et al., 1992).

3.3 Manejo integrado da *T. absoluta*

Em 1990 desenvolveu-se o programa de controle biológico de *T. absoluta* no Brasil que consistiu na liberação massal de parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (HAJI et al., 1995). No período de 1990 a 1995, *T. pretiosum* foi utilizado em larga escala para o controle da traça-do-tomateiro em Petrolina-PE, sendo considerado um dos exemplos de sucesso do uso de *Trichogramma* no País. Entretanto, em 1995, a ocorrência de tospovírus (vira-cabeça do tomateiro) transmitido pelo tripses *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Tripidae) e da mosca branca *Bemisia tabaci*

biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) agente transmissor do geminivírus, causaram diversos danos na produção de tomate, gerando a intensificação das aplicações de inseticidas químicos e interrompendo o controle biológico da traça-do-tomateiro.

A metodologia de controle biológico utilizada no Brasil, foi desenvolvida baseada na metodologia utilizada na Colômbia para o controle deste inseto. Fundamenta-se na libração massal de parasitoides *T. pretiosum*, associado à aplicações da bactéria *Bacillus thuringiensis* (HAJI et al., 1995). Neste contexto, sugere-se também a utilização de predadores generalistas como uma alternativa promissora de controle da traça-do-tomateiro (CAMPOS et al., 2017). Na Europa, o controle biológico de *T. absoluta* iniciou-se com o uso de percevejos predadores *Nesidiocoris tenuis* Reuter e *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae), a utilização de mirídeos predadores demonstra bons resultados no controle da traça-do-tomateiro (BUENO et al., 2012; BUENO et al., 2013). Adicionalmente, estudos mostrando a efetividade de insetos predadores para o controle da *T. absoluta* em plantios em larga escala são escassos.

No final da década de 70, associado com a dispersão desta praga, houve um grande aumento no uso de inseticidas em plantios de tomate (GUEDES; PICANÇO, 2012). O uso indiscriminado de inseticidas além de onerar os custos de produção e causar desequilíbrios biológicos (ARNÓ; GABARRA, 2011), vem demonstrando baixa eficiência, visto que já existem populações deste inseto resistentes aos principais inseticidas convencionais (SILVA et al., 2011; GUEDES; SIQUEIRA, 2012; CAMPOS et al., 2014; RODITAKIS et al., 2015).

No Brasil, o método de controle químico é o mais utilizado (BENVENGA et al., 2007), devido à elevada incidência de insetos fitófagos na cultura do tomateiro (BUENO et al., 2013). Dentre os entraves para a produção sustentável do tomateiro, destaca-se a falta de parasitoides disponíveis para o produtor adquirir comercialmente, e a sua baixa compatibilidade com inseticidas sintéticos.

Estratégias de manejo integrado de pragas estão sendo estudadas para *T. absoluta* como o uso de feromônios sexuais sintéticos (SALAS, 2004), de cultivares resistentes (GILARDON et al., 2002; SUINAGA et al., 2003; JIN; HAN; CONG, 2011) e de práticas de campo, como rotação de culturas e combinação de agentes de controle biológico (VILLAS; FRANCA, 1996; TORRES et al., 2001). Entretanto, a utilização de feromônios sexuais sintéticos no manejo de *T. absoluta* é eficiente quando a população da praga não atingiu o nível de dano econômico (TERZIDIS et al., 2014). Apesar de diversos estudos relacionados ao desenvolvimento de cultivares resistentes, ainda não existe tomateiro tolerante ao ataque da *T. absoluta* disponível comercialmente (OLIVEIRA et al., 2012). As táticas culturais, rotação de culturas e cultivo de plantas para atração de inimigos naturais, bem como à estratégias mecânicas, como

higienização das caixas de coleta de frutos são essenciais no manejo deste inseto (SILVA et al., 2011).

3.4 Uso de óleos essenciais para o controle de pragas

Compostos ativos derivados de plantas destacam-se como fonte de novas moléculas inseticidas. Novas moléculas podem ser utilizadas como moléculas modelo para a síntese de novos compostos e/ou serem modificadas estruturalmente resultando em outros compostos mais eficientes para o controle de pragas (JEFFERIES; YU; CASIDA, 1997; XU; ZHANG, 2011; ZHANG et al., 2013.). Diversos relatos são encontrados na literatura retratando a atividade inseticida de metabólitos secundários de plantas contra artrópodes pragas (HANSSON et al., 2013; OLOTUAH, 2013; PAVELA; VRCHOTOVÁ, 2013). Tais substâncias têm demonstrado potencial para o controle de insetos-praga, e também no manejo de patógenos bacterianos e fúngicos (ROMEO et al., 2008; CAMPOLO et al., 2014; CARDIET et al., 2011).

Os óleos essenciais são formados por misturas de substâncias bioativas (AKHTAR et al., 2012; PAVELA, 2014), onde a atividade inseticida pode ser atribuída à ação isolada de uma substância, geralmente a majoritária, ou ao efeito sinérgico dos constituintes presentes nos óleos essenciais (OMOLO et al. 2005; PAPACHRISTOS et al., 2004). Deste modo, a potencialidade dos óleos essenciais apresentam variações de acordo com a espécie vegetal, a origem, a composição e os mecanismos de ação contra a praga em questão (LEYVA, 2009; TELES, 2009). Os óleos essenciais podem atuar também nas enzimas digestivas e/ou neurológicas, além de interagir com o tegumento do inseto (ISMAN, 2006). Kim et al. (2003) demonstraram a importância da relação entre a estrutura química e atividade biológica dos compostos, reportando que quanto maior a lipofilicidade dos óleos essenciais, maior será a capacidade de se ligar ao tegumento do inseto.

3.5 O gênero *Cinnamomum*

O gênero *Cinnamomum*, pertencente à família Lauraceae é constituído por cerca de 350 espécies, sendo muitas dessas são utilizadas para a produção de óleos essenciais. O valor comercial do óleo de *Cinnamomum* baseia-se na espécie e na parte da planta utilizada para extração do mesmo (FAO, 1995). O gênero possui óleos essenciais importantes para o mercado mundial, dentre eles os óleos extraídos das plantas de *C. verum*, *C. cassia*, *C. camphora* e *C. zeylanicum*, são os mais comercializados.

3.5.1 *Cinnamomum cassia*

A busca pela atividade inseticida dos óleos essenciais baseia-se na estratégia evolutiva das plantas em desenvolver uma série de metabólitos secundários como mecanismos de defesa, usados para proteger-se contra herbívoros e patógenos (MIRESMAILLI; ISMAN, 2014).

O óleo essencial da casca *C. cassia* possui como principal constituinte o aldeído cinâmico, que é muito utilizado na produção de alimentos e bebidas, além de apresentar alto valor comercial, apresenta atividade antimicrobiana e bioatividade contra insetos-praga (KIM et al. 2001; ALZOREKY; NAKAHARA, 2003). Pesquisas mostraram que óleo essencial derivado de *C. cassia* possui efeitos inseticidas, induzindo a mortalidade e a redução alimentar em insetos (BEM-YAKIR et al., 1995; HUANG; HO, 1998), além de possui também efeito repelente em roedores (LEE et al., 1999). Essas plantas também são conhecidos por suas propriedades medicinais naturais, como alívio de problemas estomacais, adstringentes e carminativos (NAMBA, 1993; KIM, 1996).

3.5.2 *Cinnamomum camphora*

Cinnamomum camphora é uma planta medicinal chinesa. Seus óleos essenciais possuem composto antimicrobianos, inseticidas e antifúngicos (LIU et al., 2001; WANG et al., 2005; LIU et al., 2006). A variedade Hon-Sho (cânfora (L.) Presl J. var. Hosyo), cânfora branca, e a variedade Ho-Sho (cânfora var. Linaloolifera Y. Fujita), Ho wood, são morfológicamente semelhantes. Entretanto, a composição dos óleos essenciais e suas substâncias majoritárias são distintas, sendo a primeira rica em limoneno e a segunda rica em linalol (FRIZZO et al., 2000).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Plantas de tomateiro

Sementes de tomateiro (*S. lycopersicum* – cv. Santa Clara) foram semeadas em substrato comercial Carolina[®] (turfa, vermiculita, resíduo orgânico, resíduo orgânico agroindustrial classe A e calcário), em copos plásticos (200 ml), até as plântulas apresentarem um par de folhas expandidas (~15 cm de altura). As plântulas foram mantidas em casa de vegetação, livre de contaminação por insetos, patógenos ou produtos químicos.

4.2 Obtenção dos óleos essenciais

Os óleos essenciais de ho wood (*C. camphora* var. *linalooliferum*), cânfora branca (*C. camphora* var. *Hoyso*) e canela cássia (*C. cassia*) foram extraídos por meio da destilação por arraste a vapor d'água, sendo ho wood e cânfora branca extraídos da casca, das folhas, dos talos. Já o óleo de canela cássia foi extraído somente da casca. Os óleos essenciais foram provenientes da China e distribuídos pela Ferquima Indústria e Comércio Ltda, Vargem Grande Paulista – São Paulo.

4.3 Criação de *T. absoluta*

Ovos, lagartas e pupas de *T. absoluta* foram coletados em cultivos de tomateiro no *Campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e colocados em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm), para início da criação de manutenção no Laboratório de Ecotoxicologia e MIP do Depto. de Entomologia da Universidade Federal de Lavras. Folhas de tomateiro com aproximadamente 8 folíolos, foram inseridas em espuma floral umedecida diariamente com água. Cerca de 500 insetos adultos foram aspirados de dentro da gaiola com auxílio de um sugador bucal acoplado a uma bomba de vácuo elétrica e transferidos para uma nova gaiola de oviposição (60 x 30 x 30 cm), onde permaneceram por 4 dias para oviposição, e em seguida os ovos foram coletados. Os adultos foram alimentados com solução de água e mel (1:1) para estimular a oviposição.

A população de *T. absoluta* foi mantida em laboratório à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 75 ± 5 % e fotofase de 12 horas.

4.4 Determinação da bioatividade dos óleos essenciais

Lagartas de *T. absoluta* logo após alcançarem o 2º ínstar foram mantidas em gaiolas constituídas por dois copos plásticos conforme a Figura 1, sendo que no inferior estava presente uma plântula de tomateiro. Em seguida, os óleos essenciais foram diluídos em acetona na concentração de 100 µg/µL e aplicados topicamente no dorso das lagartas, sendo que cada inseto recebeu 1µL da solução, utilizando-se de microseringa (Hamilton 25 µl). As lagartas do grupo controle foram tratadas apenas com acetona.

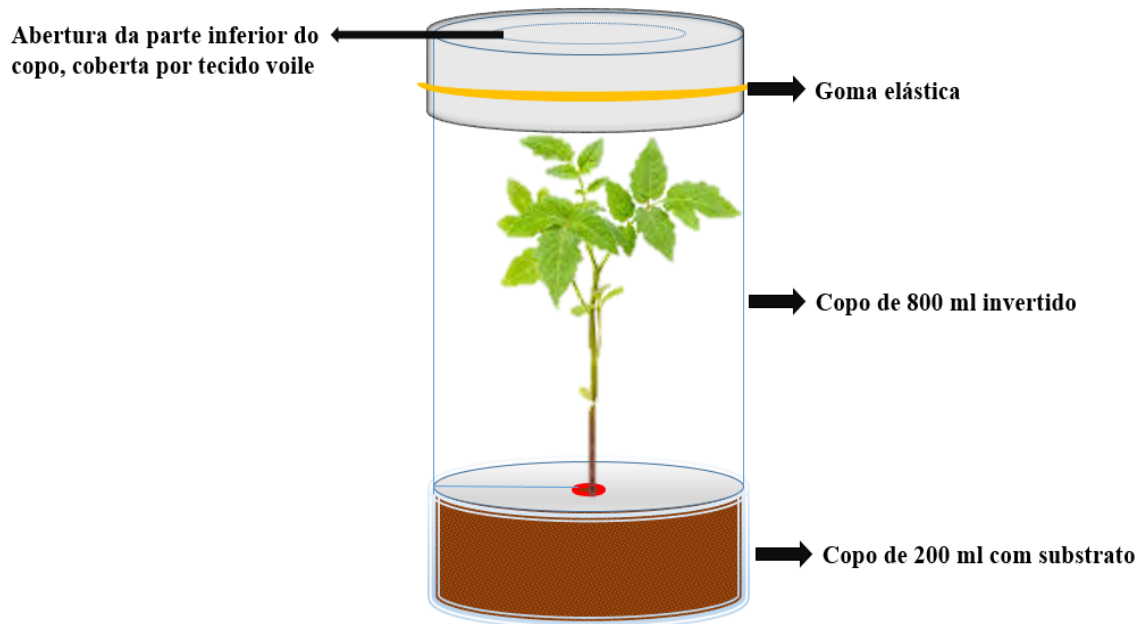
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado constituído por quatro tratamentos (Tabela 1), com 30 repetições cada, sendo a parcela formada por cinco insetos por plântula. A avaliação da mortalidade das lagartas foi feita até 72 horas após a aplicação dos óleos, por meio de microscópio estereoscópio (20x), sendo consideradas mortas aquelas que não apresentavam movimentos ao toque de um pincel de ponta fina.

Tabela 1. Nome científico, nome popular, componentes majoritários (%) e concentração dos óleos essenciais avaliados para *Tuta absoluta*.

Nome científico	Nome popular	Estrutura vegetal utilizada na extração do óleo essencial	Componentes majoritários (%)	Concentração (µg/µL de acetona)
<i>Cinnamomum camphora</i> var. <i>linalooliferum</i>	Ho wood	Casca, talos e folhas	Linalol (99%)	100
<i>Cinnamomum camphora</i> var. <i>Hosyo</i>	Cânfora branca	Casca, talos e folhas	Limoneno (26%), 1,8-cineol (36%), alfa-pineno (13%)	100
<i>Cinnamomum cassia</i>	Canela cássia	Cascas	Aldeído cinâmico (80%), Cumarina (2%), Benzaldeído (2%), Álcool cinâmico (2 %), Estireno (2%)	100

*O tratamento controle foi formado por somente acetona.

Figura 1 - Esquema ilustrativo da gaiola contendo plântula utilizada nos bioensaios.



4.5 Determinação da concentração letal (CL) de óleos essenciais por meio da aplicação tópica em lagartas

Visando determinar a toxicidade dos óleos essenciais em lagartas de *T. absoluta*, os tratamentos foram aplicados topicamente, de forma que cada lagarta foi tratada com 1 μL da solução, seguindo a metodologia descrita no subitem 4.4. Cada um dos três óleos foi testado nas concentrações de 10; 1; 0,1; 0,01 e 0,001 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$. O experimento foi composto por 16 tratamentos (5 concentrações para cada óleo essencial e 1 tratamento controle). Cada tratamento foi constituído por 4 repetições, onde cada uma foi formada por cinco insetos e uma planta, com o intuito de calcular as CL_{50} e CL_{90} .

4.6 Análises estatísticas

Os dados de mortalidade relativos à determinação da bioatividade foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett). Entretanto, não apresentaram normalidade, seguindo para o ajuste de um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição “quasi-Binomial”. As diferenças entre as médias foram separadas por análise de contraste. Os dados de sobrevivência no tempo foram submetidos à análise de sobrevivência, aplicando-se o modelo de Weibull, por meio do pacote Survival (THERNEAU, 2013). Após a seleção do modelo matemático mais adequado por meio da análise de resíduos, foi realizada a análise de contraste para verificar a semelhança entre os tratamentos empregados com vista à

formação de grupos congêneres. Também foi calculado o tempo letal mediano (TL₅₀) para cada grupo formado. A determinação da curva de concentração-mortalidade e a obtenção da concentração letal mediana (CL₅₀) foram realizadas por meio de análise de Logit, utilizando-se o pacote drc (RITZ, 2013). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R® (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os óleos essenciais de *C. cassia*, *C. camphora* var. *linalooliferum* e *C. camphora* (Ho wood) causaram 100% de mortalidade de lagartas da *T. absoluta* na concentração de 100 µg/µl de acetona (F = 908,86; df = 3; p < 0,001) (Figura 2).

Figura 2. Mortalidade (%) de lagartas de *Tuta absoluta* tratada via aplicação tópica de óleos essenciais de *Cinnamomum cassia* (canela), *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* (canfora branca) e *Cinnamomum camphora* (Ho wood) nas concentrações de 100 µg/µL de acetona.

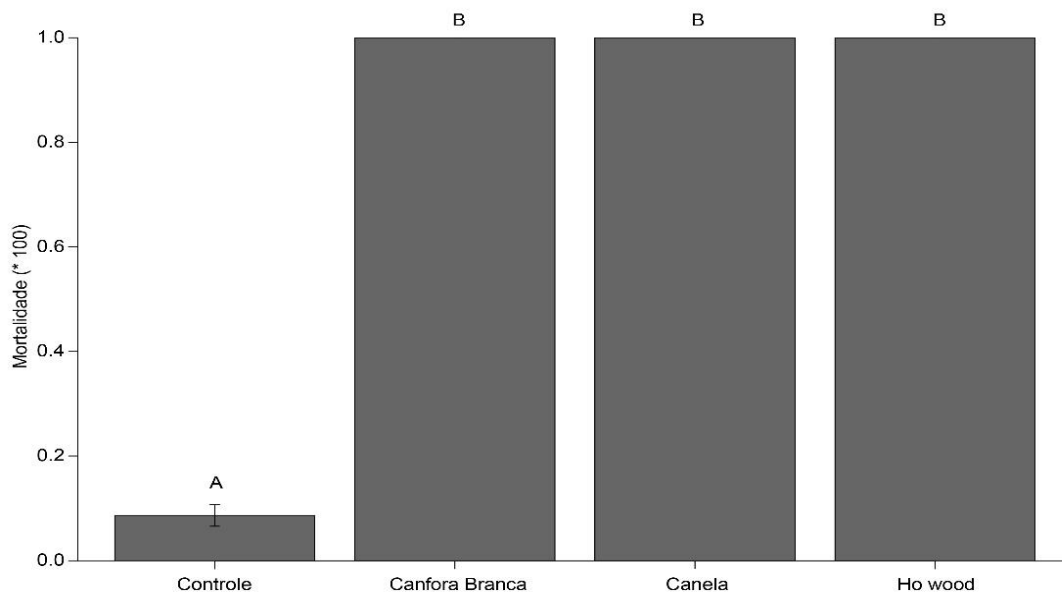


Figura 3. Mortalidade (%) de lagartas de *Tuta absoluta* tratada com diferentes concentrações dos óleos essenciais de *Cinnamomum camphora* var. *Hoysso* (Canfora Branca) *Cinnamomum cassia* (Canela) e *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* (Ho wood).

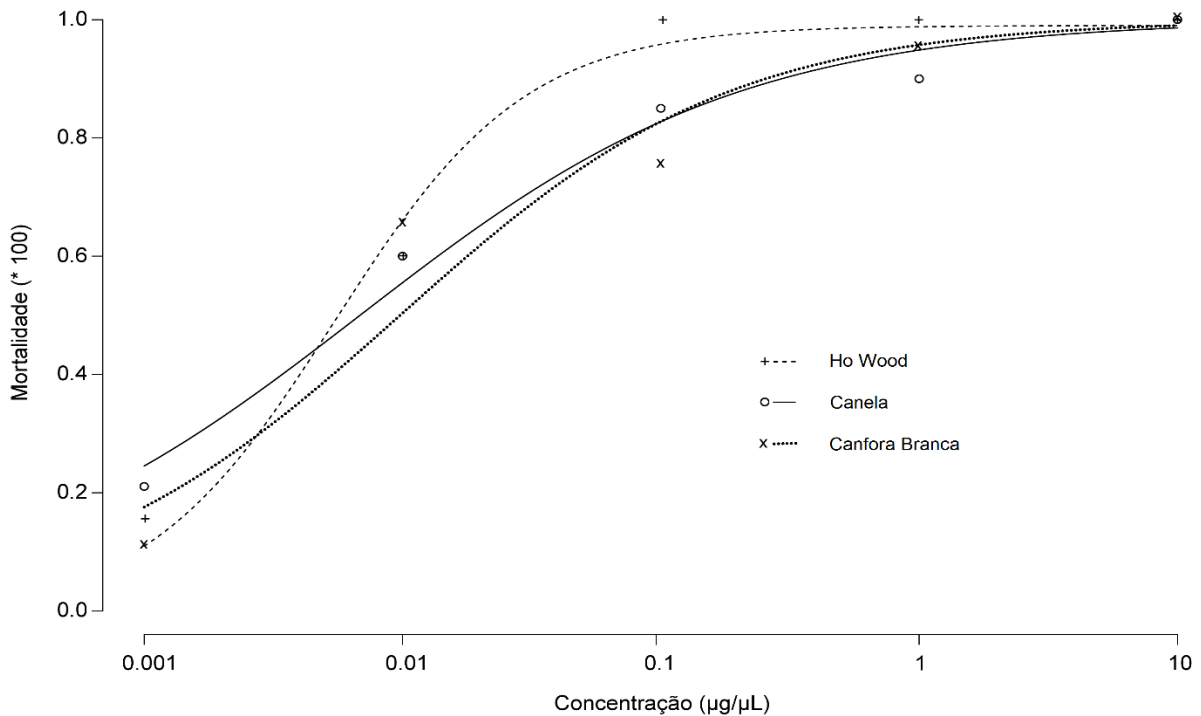


Tabela 2. Concentrações letais dos óleos essenciais de canela (*Cinnamomum cassia*), cânfora branca (*Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum*) e ho wood (*Cinnamomum camphora* var. *Hoysso*) para *Tuta absoluta*.

Tratamento	N	χ^2	P	B	E	CL ₅₀ ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	CL ₉₀ ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
Canela	100	92,851	0,600	-0,584	0,006	0,007 \pm 0,003	0,293 \pm 0,233
Cânfora branca	100	84,096	0,821	-0,676	0,009	0,010 \pm 0,004	0,251 \pm 0,179
Ho wood	100	47,162	1,000	-1,176	0,005	0,005 \pm 0,002	0,035 \pm 0,018

As lagartas foram mais susceptíveis ao óleo essencial de *C. camphora* (Ho wood), quando comparado aos outros óleos (Figura 3) (Tabela 3)

Cinnamomum cassia apresentou CL₅₀ intermediária quando comparada com aos demais óleos e *Cinnamomum camphora* var. *linalooliferum* provocou menor mortalidade de lagartas de *T. absoluta* (Figura 3) (Tabela 3).

A análise de sobrevivência após a aplicação tópica dos tratamentos permitiu a formação de três grupos congêneres. O grupo 1, o mais tóxico, consistiu dos tratamentos de todos os óleos essenciais testados nas concentrações de 10 µg/µL e 1 µg/µL, e do óleo essencial de *C. camphora* var. *linalooliferum* na concentração de 0,1 µg/µL. Estes tratamentos causaram 100% de mortalidade imediata das lagartas após sua aplicação, apresentando TL₅₀ de 0,35 hora. O grupo 2 foi formado pelos tratamentos *C. camphora* var. *linalooliferum* na concentração de 0,01 µg/µL; *C. cassia* e *C. camphora* var. *Hoyso* nas concentrações de 0,1 µg/µL e 0,01 µg/µL. Em relação ao grupo 2, a sobrevivência acumulada foi menor que 15% ao final das avaliações (72 h), e o tempo necessário para causar mortalidade da metade da população foi de 42,5 horas. Os tratamentos com concentração de 0,001 µg/µL e o tratamento controle (acetona) formaram o grupo 3, com sobrevivência acumulada de cerca de 80% e TL₅₀ superior ao período de avaliação (72 h) (χ^2 318.85; $df = 15$; $p = 0$) (Tabela 4; Figura 4).

Figura 4. Sobrevivência de lagartas de *Tuta absoluta* ao longo do tempo, submetidas à aplicação tópica de solução óleos essenciais e acetona, sendo $S(t) = \exp(-(\text{tempo}/\delta)\alpha)$, δ = parâmetro de forma; α = parâmetro de escala. Grupo 1: *C. camphora* var. *linalooliferum* (10, 1 e 0,1 µg/µL); *C. cassia* (10 e 1 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoyso* (10 e 1 µg/µL). Grupo 2: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,01 µg/µL); *C. cassia* (0,1 e 0,01 µg/µL) e *C. camphora* var. *Hoyso* (0,1 e 0,01 µg/µL). Grupo 3: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,001 µg/µL); *C. cassia* (0,001 µg/µL); *C. camphora* var. *Hoyso* (0,001 µg/µL) e o tratamento controle.

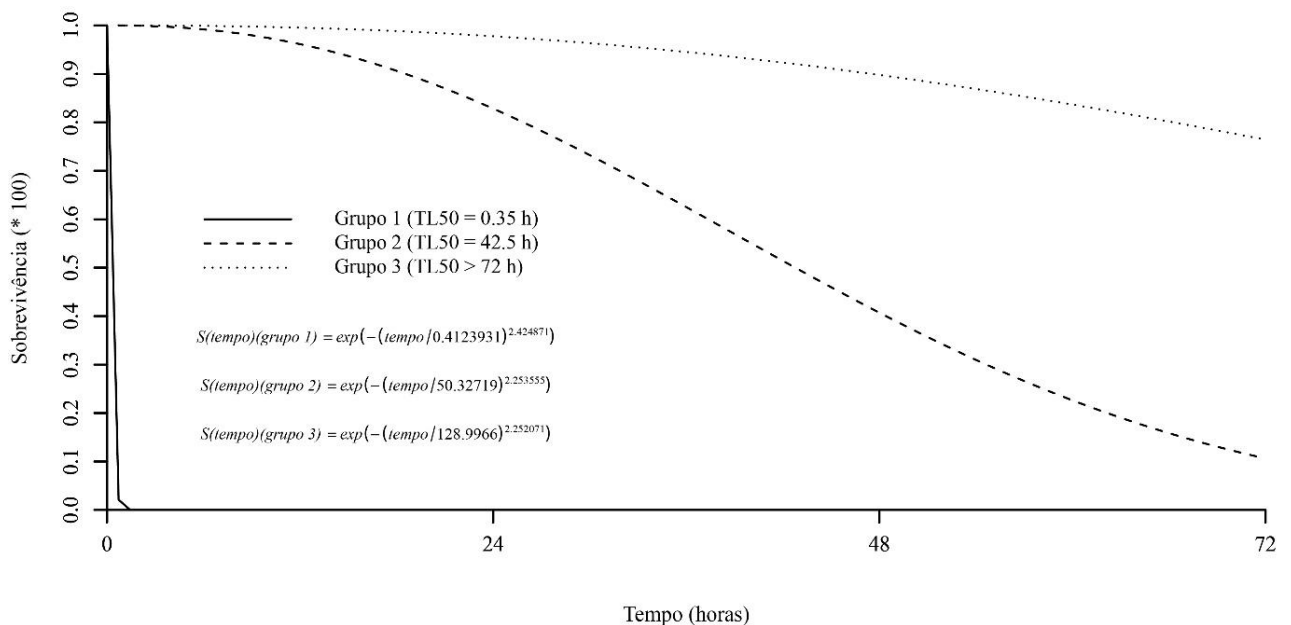


Tabela 3. Tempo letal mediano e sobrevivência de lagartas de *Tuta absoluta* ao longo do tempo, submetidas à aplicação tópica de solução óleos essenciais e acetona, sendo $S(t) = \exp(-(\text{tempo}/\delta)\alpha)$, δ = parâmetro de forma; α = parâmetro de escala. Grupo 1: *C. camphora* var. *linalooliferum* (10, 1 e 0,1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$); *C. cassia* (10 e 1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) e *C. camphora* var. *Hoyso* (10 e 1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$). Grupo 2: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,01 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$); *C. cassia* (0,1 e 0,01 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) e *C. camphora* var. *Hoyso* (0,1 e 0,01 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$). Grupo 3: *C. camphora* var. *linalooliferum* (0,001 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$); *C. cassia* (0,001 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$); *C. camphora* var. *Hoyso* (0,001 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) e o tratamento controle.

Grupos	TL50	δ	α	Sobrevivência acumulada (%)
Grupo 1	0,35	2,424871	0,4123931	0
Grupo 2	42,50 h	50,32719	2,253555	10,6
Grupo 3	> 72,00 h	128,9966	2,252071	76,4

Foi verificado que ocorreu maior mortalidade das lagartas de *T. absoluta* ao longo do tempo. Isto era esperado, uma vez que o composto tem maior chance de penetrar o seu tegumento e alcançar o sítio de ação com o passar de tempo. Desta forma, a toxicidade está diretamente relacionada com o tempo de exposição e quantidade de princípio ativo disponível no tratamento, já que o princípio ativo do composto pode ser convertido em metabólitos mais tóxicos no interior do inseto e, além disso, a toxicidade pode ocorrer em função do aumento progressivo da concentração dos compostos ao longo do tempo (KABIR; KHAN; MOSADDIK, 2003).

Cinnamomum camphora var. *linalooliferum* é constituída majoritariamente por linalol (FRIZZO et al., 2000), molécula volátil com propriedades repelente e inseticida, sendo um dos compostos mais encontrados em plantas (BORN, 2012). Segundo Ryan e Byrne (1988), esse composto inibe de forma reversível a enzima acetilcolinesterase (AChE), podendo ser a causa da alta mortalidade provocada a lagartas de *T. absoluta*. Uma das causas da susceptibilidade do tomateiro cultivar Santa Clara às pragas, como a traça-do-tomateiro, pode ser pela ausência ou baixa quantidade de linalol na planta. Trabalhos anteriores relataram o aumento do linalol em plantas atacadas por lepidópteros, o que acarreta em uma maior proteção das plantas aos ataques seguintes (VERCAMMEN et al., 2001). Furtado et al. (2005) relataram que o linalol apresentou menor atividade tóxica para larvas de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) quando testados isoladamente em relação ao teste combinado com outros compostos.

Cinnamomum camphora possui como componentes majoritários o limoneno e 1,8-cineol. O modo de ação do limoneno nos insetos não é totalmente conhecido e acredita-se

que seja responsável por um aumento na atividade de nervos sensoriais. Esse composto provoca anormalidades nas terminações nervosas motoras, resultando em tremores, falta de coordenação e convulsões nos insetos. O sistema nervoso central ao ser afetado também provoca uma estimulação adicional dos nervos motores. Além disso, a excessiva estimulação dos nervos motores pode levar a uma rápida paralisia, também conhecida como efeito *knockdown* (ABDELGALEIL; EL-ASWAD 2005; ABDELGALEIL et al., 2008; RATTAN, 2010). O efeito *knockdown* não foi verificado neste trabalho. Desta forma, a presença de limoneno no óleo essencial de cânfora branca pode justificar a alta mortalidade para lagartas da traça-do-tomateiro.

Cinnamomum cassia possui o aldeído cinâmico aromático, como substância majoritária justificando sua propriedade bioinseticida (HOLLEY; PATEL, 2005) e é conhecido como agente antimicrobiano natural de patógenos contaminantes de alimentos. Seu mecanismo de ação é associado à formação de base de Schiff com proteínas de membrana pela reação com seu grupo carbonílico livre, o que provoca danos na membrana celular, bloqueando o transporte de substâncias pela membrana plasmática (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2011; WEI et al., 2011).

Óleos essenciais de *C. camphora* e *C. cassia* demonstraram ação repelente contra várias espécies de mosquitos, dentre eles as fêmeas de *A. aegypti* (KIM et al., 2003; PRAJPATI et al., 2005). Além disso, Mann e Kaufman (2012) observaram alta toxicidade do óleo essencial de *C. camphora* sobre piolhos-de-búfalo, *Haematopinus tuberculatus* (Phthiraptera: Haematopinidae). Chen et al. (2014) relataram a alta toxicidade do óleo essencial de folhas de *C. camphora* aplicado via fumigação contra adultos de *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). O linalol isolado do óleo de cânfora demonstrou o mesmo efeito sobre esse inseto.

Linalol foi tóxico para *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) quando entraram em contato com este composto. A alta toxicidade do linalol via fumigação para *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae) também foi relatada em literatura (LIU et al., 2012). Em pesquisas anteriores, a atividade inseticida de óleo de *C. camphora* foi comprovada no controle de pragas de grãos armazenados, como *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae), *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Coptotermes curvignathus* (Blattodea: Rhinotermitidae) (NENAAH; IBRAHIM, 2011; ROSZAINI, 2013).

Estudos vêm evidenciando o efeito inseticida de óleos essenciais de diversas origens botânicas sobre *T. absoluta* em laboratório. Umpiérrez et al. (2012) demonstraram o efeito inseticida não apenas pelo contato direto, mas também efeito fumigante de dois óleos essenciais

extraídos de plantas da família Asteraceae (*Eupatorium buniifolium* e *Artemisia absinthium*) contra *T. absoluta*, e também do óleo essencial de *Carum carvi* (Apiales: Apiaceae) (GOUDARZVANDE; ABBASIPOUR, 2017). Os óleos essenciais de *Thymus capitatus* (Lamiales: Lamiaceae) o de *Shirazi thyme* (Lamiales: Lamiaceae) também foram promissores no controle da *T. absoluta* (BOUAYAD ALAM et al., 2017; GOUDARZVANDE et al., 2018). Todas as espécies botânicas citadas acima são encontradas no Brasil; entretanto, ainda é muito importante a realização de pesquisas que comprovem a sua eficácia em condições de campo, visto que, entre os principais entraves para o uso em larga escala desses compostos estão relacionados a alta volatilidade, baixa persistência, baixa solubilidade em água e possível ação fitotóxica em culturas comerciais (MORETTI et al., 2002).

A técnica de nanoencapsulação é uma alternativa para os problemas descritos do uso em campo de óleos essenciais (WERDIN; COLS, 2014). Campolo et al. (2017) registraram que os óleos essenciais cítricos de diversas espécies apresentam atividade inseticida contra *T. absoluta*. Além disso, ao comparar os óleos cítricos emulsionados em nanoformulações e os óleos em sua característica natural, os resultados sugeriram que os óleos emulsionados apresentaram maior toxicidade por ingestão para lagartas de *T. absoluta* e menor fitotoxicidade para plantas de tomateiro. Porém, para a inclusão de óleos essenciais em programas de MIP de *T. absoluta* é necessário além de avaliar a eficácia no campo dessas substâncias, avaliar os efeitos colaterais em artrópodes benéficos.

6 CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de *C. camphora*, *C. cassia* e *C. camphora* var. *linalooliferum* são promissores para o controle da traça-do-tomateiro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se a realização de novos bioensaios que visem determinar quais as substâncias (compostos majoritários e minoritários) presentes nos óleos essenciais são responsáveis pela ação inseticida, e até mesmo o seu isolamento para obtenção de substância pura. Além disso, deve-se realizar outros bioensaios para determinar os efeitos letal e subletais dos compostos sobre a praga, seus inimigos naturais e agentes polinizadores. Em adição, estudos que considerem a fitotoxicidade destes óleos essenciais para a cultura alvo também são importantes.

REFERÊNCIAS

- ABDELGALEIL, S. A. M.; EL-ASWAD. Antifeedant and growth inhibitory effects of tetranortriterpenoids isolated from three meliaceous species on the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) **Journal of Applied Sciences Research**, v. 1, n. 2, p. 234-241, 2005.
- ABDELGALEIL, S. A. M. et al. Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. **Bioresource Technology**, v. 99, n.13, p. 5947-5950, 2008.
- AKHTAR, Y. et al. Effect of chemical complexity of essential oils on feeding deterrence in larvae of the cabbage looper. **Physiological Entomology**, v. 37, p. 81-89, 2012.
- ALZOREKY, N. S.; NAKAHARA, K. Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. **International Journal Food Microbiology**, v. 80, n. 3, p. 223-230, 2003.
- ARNO, J.; GABARRA, R. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). **Journal of Pest Science**, v. 84, n. 4, p. 513–520, 2011.
- BALIAMONDES, L. A.; MALLEA, A. R. Biología en Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae), especie nueva para la República Argentina. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 20, n. 2, p. 96-104, 1969.
- BEM-YAKIR, D. et al. Attraction of *Maladera matrida* (Coleoptera: Scarabaeidae) to eugenol and other lures. **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 2, p. 415-420, 1995.
- BENVENGA, S. et al. Tomada de decisão de controle de traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 164-169, 2007.
- BIONDI, A. et al. Ecology, worldwide spread, and management of the invasive south american tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. **Annual Review of Entomology**, v. 63, p. 239-258, 2018.
- BORN, F. S. Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* (McGregor). 2012. 101f. Tese - **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, 2012.

BOUAYAD ALAM, S. et al. Essential Oils as Biocides for the Control of Fungal Infections and Devastating Pest (*Tuta absoluta*) of Tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.). **Chemistry e Biodiversity**, v. 17, n. 7, e1700065, 2017.

BUENO, V. et al. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemiptera predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1, p. 29-34, 2013.

BUENO, V. H. P. et al. Can recently found Brazilian hemipteran predatory bugs control *Tuta absoluta*? Intregated Control in Protected Crops, Mediterran Climate, **IOBC-WPRS Bull**, v. 80, p. 63-67, 2012.

CAMPOLO, O. et al. Citrus peel essential oil nanoformulations to control the tomato borer, *Tuta absoluta*: chemical properties and biological activity. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 13036, 2017.

CAMPOLO, O. et al. Effects of inert dusts applied alone and in combination with sweet orange essential oil against *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) and wheat microbial population. **Industrial Crops and Products**, v. 61, p. 361–369, 2014.

CAMPOS, M. R. et al. From the western palaeartic region to 511 beyond: *Tuta absoluta*, 10 years after invading Europe. **Journal of Pest Science**, v. 90, p. 787–796, 2017.

CAMPOS, M. R. et al. Spinosad and the tomato borer *Tuta absoluta*: a bioinsecticide, an invasive pest threat, and high insecticide resistance. **Plos one**, v. 9, n. 8, e103235, 2014.

CANSIAN, R. L. et al. Insecticidal and repellent activity of the essential oil of *Cinnamomum camphora* var. *linaloolifera* Y. Fujita (Ho-Sho) and *Cinnamomum camphora* (L.) J Presl. var. *hosyo* (Hon-Sho) on *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 17, n.4, p.769-773, 2015.

CARDIET, G. et al. Contact and fumigant toxicity of some essential oil constituents against a grain insect pest *Sitophilus oryzae* and two fungi, *Aspergillus westerdijkae* and *Fusarium graminearum*. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 3, p. 351–358, 2011.

CARNE-CAVAGNARO, V. L. et al. Demonstrating reduced-risk practices for control of important pests of *Gerbera jamesonii* grown as cut flower. **Bulletin IOBC/WPRS**, v. 28, n. 1, p. 35-38, 2005.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 2, p.199-201, 1995.

CHEN, H.P. et al. Chemical Constituents and Insecticidal Activities of the Essential Oil of *Cinnamomum camphora* Leaves against *Lasioderma serricorne*. **Hindawi Publishing Corporation**, 2014.

COELHO, M. C. F.; FRANÇA, F. G. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.2, p.129-135, 1987.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011.

DESNEUX, N. et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, v. 83, n. 3, p. 197–215, 2010

DESNEUX, N. et al. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. **Journal of Pest Science**, v. 84, n. 4, p. 403-408, 2011.

ĐURIĆ, Z. et al. Distribution and molecular identification of *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) populations in Bosnia and Herzegovina and Montenegro. **Polish Journal of Entomology**, v. 83, p. 121-129, 2014.

FAO. Eucalyptus oil. Chapter 5. In: Flavour and Fragrances of Plant Origin. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 1995.

FILHO, M. M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P. A traça-do-tomateiro no mundo. **Embrapa Hortaliça**, p. 29, 2013.

FRIZZO, C. D. et al. Essential Oils of Camphor Tree (*Cinnamomum camphora* Nees & Eberm) Cultivated in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 3, p. 313-316, 2000.

FURTADO, R. F. et al. Atividade Larvicida de Óleos Essenciais Contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 843-847, 2005.

- GILARDON, E. et al. Resistencia de líneas de tomate a la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyr.) en laboratorio y a campo. **Producción y Protección Vegetales**, v. 17, n. 1, p. 35-42, 2002.
- GONÇALVES, D. de M. H. R. et al. Seletividade de quatro inseticidas a *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae) predador de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 21, 1994.
- GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. et al. Natural antimicrobial compounds to preserve quality and assure safety of fresh horticultural produce. In: RAI, M.; CHIKINDAS, M. (eds). Natural antimicrobials in food safety and quality. **Cambridge: Cabi International**, v.13, n. 1, p. 277-282, 2011.
- GOUDARZVANDE S. C.; ABBASIPOUR H. Toxicity of *Shirazi thyme*, *Zataria multiflora* essential oil to the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 38, n. 4, p. 340-347, 2017.
- GOUDARZVANDE S. C. et al. Toxicity of *Shirazi thyme*, *Zataria multiflora* essential oil to the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 38, n. 4, p. 340-347, 2018.
- GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin**, v. 42, n. 2, p. 211-216, 2012.
- GUEDES, R. N. C.; SIQUEIRA, H. A. A. The tomato borer *Tuta absoluta*: insecticide resistance and control failure. **CAB Reviews**, v. 7, n. 55, p. 1–7, 2012.
- GUILLEMAUD T. et al. The tomato borer, *Tuta absoluta*, invading the Mediterranean Basin, originate from a single introduction from Central Chile. **Scientific Reports**, v. 5, p. 8371, 2015.
- HAJI F. N. P. Nova praga do tomateiro no vale do Salitre, no Estado da Bahia. **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina – PE, 1982.
- HAJI, F. N. P. et al. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n.1, p. 7-14, 1988.
- HAJI, F. N. P. et al. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p.587-591, n. 3, 1995.

- HAJI, F. N. P. Aspectos biológicos da traça do tomateiro e seu controle. **EMBRAPA**, Comunicado Técnico, 13, 1984.
- HANSSON, D. et al. Green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) control using Brassicaceae ethyl ester oil sprays. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 7, p. 530-539, 2013.
- HOLLEY, R. A.; PATEL, D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. **Food Microbiology**, v. 22, p.273–292, 2005.
- HUANG Y.; HO, S. H. Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* (Motsch) **Journal of Stored Products Research**. v. 34, p. 11-17, 1998.
- IMENES, S. D. L. et al. Controle químico da traça do tomateiro, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 19, p. 281-289, 1990.
- 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.
- JEFFERIES, P. R.; YU, P.; CASIDA, J. E. Structural modifications increase the insecticidal activity of ryanodine. **Pesticide Science**, v. 51, n. 1, p. 33-38, 1997.
- JIN, Y. L.; HAN, R. C.; CONG, B. Effects of application parameters and adjuvants on the foliar survival and persistence of entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* all strain on cabbages. **Insect Science**, v. 11, n. 2, p. 99-112, 2004.
- KABIR, K. E., KHAN, A. R. e MOSADDIK, M. A. Goniothalamine a potent mosquito larvicide from *Bryonopsis laciniosa* L. **Journal of Applied Entomology**, v. 127, n. 2, p. 112-115, 2003.
- KIM, E. H et al. A acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari:Acaridae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 38, n. 2, p. 261-266, 2003.
- KIM, S. I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts against four agricultural insects. **Agricultural Chemistry & Biotechnology**, v. 44, p. 23-26, 2001.

- KIM, T. J. Korean Resources Plants, Vol I.; **Seoul National University Press**, p. 106- 113, 1996.
- LEE, H. K.; LEE, H. S.; AHN, Y. J. Antignawing factor derived from *Cinnamomum cassia* bark against mice. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1131-1139, 1999
- LEYVA, M. et al. Actividad larvicida de aceites esenciales de plantas contra *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Revista Biomedicina**, v. 20, p. 5-13, 2009.
- LIU, C. H. et al. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1969–1973, 2006.
- LIU, H. et al. Composition and antifungal activity of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora*. **International Pest Control**, v. 47, n. 2, p. 72–74, 2001.
- LIU, Z. L. et al. Identification of insecticidal constituents of the essential oil of *Curcuma wenyujin* rhizomes active against *Liposcelis bostrychophila* Badonnel. **Molecules**, v. 17, n. 10, p 12049-12060, 2012.
- LOURENÇÃO, A. L. et al. Fontes de resistência a *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. **Bragantia**, v. 43, n. 2, p. 569-577, 1984.
- MIRESMAILLI, S. e ISMAN, M. B. Botanical insecticides inspired by plant–herbivore chemical interactions. **Trends Plant Science** v. 19, n. 1, p. 29–35, 2014.
- MORETTI, M. D. L. et al. Essential Oil Formulations Useful as a New Tool for Insect Pest Control. **AAPS Pharma Science Tech**, v. 3, n. 2, p. 64-74, 2002.
- NAMBA, T. The Encyclopedia of Wakan-Yaku (Traditional Sino-Japanese Medicines) with Color Pictures. **Hoikusha Publishing**, v. 1, 1993.
- NENAAH G. E.; IBRAHIM S. I. A.. Chemical composition and the insecticidal activity of certain plants applied as powders and essential oils against two stored-products coleopteran beetles. **Journal of Pest Science**, v. 84, n. 3, p. 393–402, 2011.
- OLIVEIRA, C. M. et al. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 1, p. 45-52, 2012.

- OLOTUAH, O. F. Laboratory evaluation of pesticidal activities of *Hyptis suaveolens* in pest management. **International Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 2, p. 101-106, 2013.
- OMOLO, M. O. et al. Fumigant toxicity of the essential oils of some African plants against *Anopheles gambiae* sensu stricto. **Phytomedicine**, v. 12, n. 3, p. 241–246, 2005.
- PAPACHRISTOS, D. P. et al. The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Pest Management Science**, v. 60, n. 5, p. 514–520, 2004.
- PAVELA R. Acute, synergistic and antagonistic effects of some aromatic compounds on the *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lep., Noctuidae) larvae. **Industrial Crops and Products**, v. 60, p. 247-258, 2014.
- PAVELA, R.; VRCHOTOVÁ, N. Insecticidal effect of furanocoumarins from fruits of *Angelica archangelica* L. against larvae *Spodoptera littoralis* Boisd. **Industrial Crops and Products**, v. 43, n. 1, p. 33-39, 2013.
- PICANÇO, M. et al. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, v. 17, n. 5, p. 447-452, 1998.
- POVOLNY, D. On three Neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepidoptera: Gelechiidae) mining Solanaceae. **Acta Universitatis Agriculturae**, v. 23, n. 16, p. 379-393, 1975
- PRAJAPATI, V. et al. Insecticidal, repellent, oviposition deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 16, p. 1749-1757, 2005.
- PRATISSOLI, D.; PARRA. J. R. P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum*, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1281-1288, 2000.
- PRATISSOLI, D.; PARRA. J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, para o controle das traças *Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella*. **Neotropical Entomology**, v. 30, p.277-282, 2001.
- PRATISSOLI, D. et al. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p.73-76, 2003.

- RATTAN, R. S. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop Protection**, v. 29, n. 9, p. 913-920, 2010.
- RITZ, C. Package ‘drc’: analysis of dose-response curve data. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/drc/drc.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2019. 2013.
- RODITAKIS E. et al. First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. **Journal of Pest Science**, v. 88, p. 9-16, 2015.
- ROMEO, F. V. et al. Antimicrobial Effect of Some Essential Oils. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 4, p. 373–379, 2008.
- ROQUES A. et al. Temporal and interspecific variation in rates of spread for insect species invading Europe during the last 200 years. **Biol Invasions**, v. 18, n. 4, p. 907–920, 2016.
- ROSZAINI K. et al. Toxicity and antitermite activity of the essential oils from *Cinnamomum camphora*, *Cymbopogon nardus*, *Melaleuca cajuputi* and *Dipterocarpus sp.* against *Coptotermes curvignathus*. **Wood Science and Technology**, v. 47, n. 6, p. 1273-1284, 2013.
- RYAN, M. F.; BYRNE, O.; Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, n. 10, p. 1965-1975, 1988.
- SALAS J., Capture of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in traps baited with its sex pheromone. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 30, n. 1, p. 75-78, 2004.
- SILVA, G. A. et al. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 913-920, 2011.
- SILVA, W. M. Biochemical and Molecular Basis of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) Resistance to Pyrethroids and Spinosyns. Tese, **UFRPE**, 2015.
- SIQUEIRA, H. Q. A.; GUEDES, R.; PICANO, M. C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta*. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 2, n. 2, p. 147–153, 2000.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 343-354, 1986.
- SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v. 24, p.79-92, 2003.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Traça-do-tomateiro, histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. **EPAMIG**, v. 25, n.2, p. 19, 1992.

SUINAGA, F. et al. Genetic dissimilarity among sources of resistance of *Lycopersicon* spp., to *Tuta absoluta* (Meyrick, 10917) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 9, n. 4, p. 371-376, 2003.

TELES, R. M. Caracterização química, avaliação térmica e análise larvívica do óleo de *Aniba duckei* Kostermans contra *Aedes aegypti*. João Pessoa, **Programa de Pós-Graduação em Química, UFPB**, Tese de Doutorado, p. 110. 2009.

TERZIDIS, A. N. et al. The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): a conventional pest problem, organic management solution? **Organic Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 43-61, 2014.

THERNEAU, T. M. **A Package for Survival: survival analysis. Version 2.37-7**. Disponível em: <<http://CRAN.Rproject.org/package=survival>>. Acesso em: 10 fev. 2019. 2013.

TONNANG H. E. Z. et al. Identification and risk assessment for worldwide invasion and spread of *Tuta absoluta* with a focus on Sub-Saharan Africa: implications for phytosanitary measures and management. **Plos One**, v. 10, n. 8, e0135283, 2015.

TORRES, J. B. et al. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **International Journal of Pest Management**, v. 47, n. 3, p. 173-178, 2001.

UMPIÉRREZ et al. Essential oils from Asteraceae as potencial biocontrol tools for tomato pests and diseases. **Phytochemistry Review**, v. 11, n. 4, p. 339-500, 2012

USDA-APHIS. Federal order: Tomato leafminer: *Tuta absoluta* (Meyrick). Federal order: Tomato leafminer: *Tuta absoluta* (Meyrick). **USA: USDA-APHIS**, 2014.

VERCAMMEN J. et al. Automated dynamic system for on-line monitoring of biogenic emissions from living organisms. **Journal of Chromatography**, v. 930, n. 1-2, p. 39-51, 2001.

VILLAS, B.; FRANCA, F. H. Use of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* for control of Brazilian tomato pinworm in tomato grown in the greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 223– 225, 1996.

WANG, S. Y. et al. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 7, p. 813–818, 2005.

WEI, Y.; et al. Mechanism of *Vibrio cholerae* autoinducer-1 biosynthesis. **ACS Chemical Biology**, v.6, n. 4, p.356-65, 2011.

WERDIN, J. O. G. et al. Essential oils nanoformulations for stored-product pest control – Characterization and biological properties. **Chemosphere**, v. 100, p. 130-138, 2014.

XU, H.; ZHANG, J. L. Natural products-based insecticidal agents. Design, semisynthesis and insecticidal activity of 28-acyloxy derivatives of toosendanin against *Mythimna separata* Walker in vivo. **Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters**, v. 21, n. 7, p.1974-1977, 2011.

ZHANG, Q. et al. Action modes of *Aloe vera* L. extracts against *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acarina: Tetranychidae). **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 3, p. 117-122, 2013.

ZUCCHI, R. A. et al. **Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba: FEALQ**, 139 p., 1993.