

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM OVOS E LARVAS DE *Plutella xylostella* E NO  
PARASITOIDE *Trichogramma pretiosum*

Júlia Pétra dos Santos Souza  
Bióloga/UNEMAT

Dissertação apresentada com um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Área de Concentração Sanidade vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil

Novembro de 2022

#### CIP - Catalogação na Publicação

Souza, Júlia Pétra dos Santos  
EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM OVOS E LARVAS DE  
Plutella xylostella E NO PARASITOIDE Trichogramma  
pretiosum / Júlia Pétra dos Santos Souza. -- 2022.  
59 f.  
Orientadora: Simone Mundstock Jahnke.

Coorientador: Josué Sant'ana.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,  
2022.

1. Plantas Bioativas. 2. Plutella xylostella. 3.  
Controle Biológico. I. Jahnke, Simone Mundstock,  
orient. II. Sant'ana, Josué, coorient. III. Título.

JÚLIA PÉTRA DOS SANTOS SOUZA  
Bióloga - UNEMAT

## **DISSERTAÇÃO**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em:01/12/2022  
Pela Banca Examinadora

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Orientadora  
UFRGS

JOSUÉ SANT'ANA  
Coorientador  
UFRGS

Rosana Matos de Moraes  
SEAPDR

André Samuel Strassburger  
UFRGS

Luiza Rodrigues Redaelli  
UFRGS

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Coordenadora do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

## AGRADECIMENTOS

À Olódùmarè, Deus dos céus e criador do universo. A minha mãe Yemojá e meu pai Oxalá que cuidaram do meu ori e do meu coração e que sempre estiveram comigo nos momentos mais tempestuosos desta jornada. Ao meu Esú e minha Pomba gira que me protegeram da maldade humana e sempre mantiveram os meus caminhos abertos para que eu pudesse realizar os meus sonhos. À minha família biológica, minha mãe Sandra, a minha irmã Laudicéia, ao meu tio Vitório por todo apoio emocional, afetivo, financeiro para que eu conseguisse concluir o meu mestrado. Aos meus avós, Marcelino e Amélia, que já não se encontram em plano terreno, mas que em vida me ensinaram o valor e a importância de trilhar o caminho dos estudos, de estar cursando uma faculdade e realizar os meus sonhos de forma digna.

Aos meus amigos Pablo, Samantha, Idaliny, Valeska, Aline, Kennedy, Joyce, Lucas, Romário, Luis, Ednan e John que estiveram comigo, me dando apoio, força e acreditando na minha capacidade de vencer. As minhas amigas Helen, Letícia, Lígia que sempre me deram amor, carinho, me acolheram nos meus momentos mais frágeis, mas que também compartilhamos momentos de muita alegria e felicidade.

As minhas amigas que o mestrado me concedeu a honra de conhecer: Nicole, Adriana, Juliana, Betina, Fernanda e Daniela.

Aos colegas e agora amigos, de todos os Labs (Leeqi, CBLab, Bioecolab) sou imensamente grata a vocês, sem vocês a minha jornada na pós-graduação teria sido muito difícil, vocês me acolheram com muito carinho e amizade: Eduarda, Nelson, Carlos, Priscila, Larissa, Gabriela.

Aos meus pupilos/fiéis escudeiros da Iniciação Científica Jéssica, Sofia e Juliano, confiei em vocês de olhos fechados e sempre estive certa quanto a isso.

Aos meus orientadores Simone e Josué pela oportunidade de trabalhar com vocês, por toda paciência diante das minhas dificuldades, por todo aprendizado, disponibilidade. Aprendi muito com vocês, gratidão.

À UFRGS pelo ensino público de excelência.

Ao CNPq pela bolsa de fomento

# EFEITO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM OVOS E LARVAS DE *Plutella xylostella* E NO PARASITOIDE *Trichogramma pretiosum*

Autora: Júlia Pétra dos Santos Souza  
Orientadora: Prof. Simone Mundstock Jahnke  
Coorientador: Prof. Josué Sant'Ana

## RESUMO

Os óleos essenciais (OEs) são oriundos do metabolismo secundário de plantas, apresentando compostos bioativos que podem ter atividade fungicida e inseticida, são produtos de baixo impacto ambiental e toxicidade em relação aos inseticidas sintéticos. Sua utilização associada a agentes de controle biológico, como himenópteros parasitoides, pode ser uma alternativa aos produtores, entretanto, pouco se conhece a respeito do efeito dos OEs sobre a traça-das-crucíferas e insetos benéficos. Desta forma, os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos dos óleos essenciais de pimenta-rosa (OEST) *Schinus terebinthifolius* e eucalipto-cidrô (OEEC) *Eucalyptus citriodora* sobre ovos e lagartas de *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) e no parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae), em testes de laboratório. Os insetos foram submetidos aos óleos de pimenta-rosa e de eucalipto nas concentrações de 0,5 e 1% e a água destilada (controle), todos com a adição do solvente Tween 80. Os tratamentos foram aplicados sobre ovos de *P. xylostella* (efeito ovicida) e em discos de couve-verde os quais foram ofertados a larvas de *P. xylostella* (efeito de deterrência e larvicida). A quimiotaxia do parasitoide *T. pretiosum* foi avaliada em olfatômetro de dupla escolha contrastando papeis filtro tratados com os OEs versus água destilada. Fêmeas de *T. pretiosum* foram expostas aos odores dos óleos para avaliar a mortalidade. Foram aplicados OEs em ovos de *P. xylostella*, antes ou após o oferecimento a fêmeas, sendo avaliadas a taxa de parasitismo e emergência dos parasitoides. Os ovos e larvas de *P. xylostella* tratados com OEs tiveram uma viabilidade menor e mortalidade maior, respectivamente, do que aqueles expostos ao controle. O consumo foliar foi, de forma geral, menor em discos tratados com os óleos em comparação aos com água. Fêmeas de *T. pretiosum* foram atraídas para voláteis de *E. citriodora* (0,5%) e não distinguiram os demais tratamentos do controle. O índice de parasitismo foi mais impactado com o tratamento dos ovos com os OEs antes do que após o parasitismo. A mortalidade de adultos expostos aos OEs ficou entre 3% e 6%, sendo os produtos considerados seletivos segundo a padronização da International Organisation for Biological Control. Os resultados demonstram que especialmente o óleo de *E. citriodora* é potencial ferramenta para controle de *P. xylostella*, sendo seletivo para *T. pretiosum*.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (59f.) Novembro, 2022.

# EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON EGGS AND LARVAE OF *Plutella xylostella* AND ON THE PARASITOID *Trichogramma pretiosum*

Author: Júlia Pétra dos Santos Souza

Adviser: Prof. Simone Mundstock Jahnke

Co-adviser: Prof. Josué Sant'Ana

## ABSTRACT

Essential oils (EOs) are derived from the secondary metabolism of plants, presenting bioactive compounds that can have fungicidal and insecticidal activity, and are products of low environmental impact and toxicity compared to synthetic insecticides. The use of these oils associated with biological control agents, such as parasitoid hymenoptera, can be an alternative for producers, however, little is known about the effect of EOs on diamondback moth, and beneficial insects. Thus, we aimed to evaluate the effects of essential oils of pink pepper (EOPR) *Schinus terebinthifolius* and lemon-scented gum (EOEC) *Eucalyptus citriodora* on eggs and caterpillars of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) and on the parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hym.; Trichogrammatidae), in laboratory tests. The insects were submitted to pink pepper and eucalyptus oils at concentrations of 0.5 and 1% and to distilled water (control), all with the addition of Tween 80® solvent. The treatments were applied on *P. xylostella* eggs (ovicidal effect) and on green cabbage disks which were offered to *P. xylostella* larvae (deterrence and larvicidal effect). The chemotaxis of the parasitoid *T. pretiosum* was evaluated in a double-choice olfactometer by contrasting filter papers treated with EOs versus distilled water. Adult females of *T. pretiosum* were exposed to the oil volatiles to assess mortality. EOs were applied to *P. xylostella* eggs, before or after offering to females, and the rate of parasitism and emergence of parasitoids were evaluated. *Plutella xylostella* eggs and larvae treated with OEs had lower viability and higher mortality, respectively than those exposed to control. Leaf consumption was, in general, lower in discs treated with oils compared to water. *Trichogramma pretiosum* females were attracted to *E. citriodora* volatiles (0.5%) and did not distinguish the other treatments from the control. The rate of parasitism was more affected by the treatment of eggs with EOs before than after the parasitism. The mortality of adults exposed to EOs was between 3% and 6%, and the products were considered selective according to the International Organisation for Biological Control - IOBC standard. The results show that especially *E. citriodora* oil is a potential tool for *P. xylostella* control, being selective for *T. pretiosum*.

---

<sup>2</sup> Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (59p.) November, 2022.

## SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A couve-verde <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> (Brassicaceae).....	3
2.2 <i>Plutella xylostella</i> : traça-das-crucíferas .....	4
2.3 <i>Trichogramma pretiosum</i> : potencial no controle de <i>P. xylostella</i> .....	5
2.4 Inseticidas botânicos: óleos essenciais.....	7
2.5 <i>Eucaliptus citriodora</i> (Myrtales: Myrtaceae) (Eucalipto-cidrô) .....	9
2.6 <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Sapindales: Anacardiaceae) (Pimenta-rosa) .....	10
2.7 Referências.....	11
3 ARTIGO 1 Efeito de óleos essenciais em ovos e larvas de traça-das-crucíferas e no parasitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	21
3.1 Introdução .....	23
3.2 Material e métodos.....	24
3.3 Resultados e discussão .....	30
3.4 Conclusões .....	39
3.5 Referências.....	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5 ANEXOS .....	49

## RELAÇÃO DE TABELAS

Página

### ARTIGO 1

1. Tabela 1. Classificação da seletividade de pesticidas a inimigos naturais de acordo com a International Organization of Biological Control (IOBC) (Boller *et al.* 2005)..... 29
2. Tabela 2. Número médio ( $\pm$  EP) de ovos inviabilizados de *Plutella xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC) e *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween80 (Testemunha). Mortalidade corrigida por Schneider-Orelli. N = 400/tratamento..... 30
3. Tabela 3. Número médio ( $\pm$  EP) de lagartas de *Plutella xylostella* mortas em contato com discos de couve tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween80 (controle). N = 60/tratamento..... 32
4. Tabela 4. Consumo foliar (cm<sup>2</sup>) médio ( $\pm$  EP) de lagartas de *Plutella xylostella* a discos de couve tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) nas concentrações de 0,5 e 1% e água + tween80 (controle), expostos durante 24 a 48h aos insetos. N = 60/tratamento..... 32
5. Tabela 5. Percentagem média ( $\pm$  EP) de parasitismo e emergência de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween80 (controle). N = 400/tratamento..... 35
6. Tabela 6. Percentagem média ( $\pm$  EP) de emergência de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween80 após o parasitismo. N = 400/tratamento..... 36
7. Tabela 7. Número médio ( $\pm$  EP) de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* mortos em contato com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween80 (controle). N = 200/tratamento..... 38

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Figura 1. *Plutella xylostella* (A) ovos (B) lagarta (C) adulto..... 4
2. Figura 2. *Trichogramma pretiosum* parasitando ovos de *Plutella xylostella*..... 6

### ARTIGO 1

1. Figura 1. Respostas quimiotáticas de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* (até 24 horas de idade) em olfatômetro de dupla escolha, submetidos aos voláteis dos óleos essenciais de pimenta-rosa (OEST) (*Schinus terebinthifolius*) e eucalipto-cidró (OEEC) (*Eucalyptus citriodora*) (0,5% e 1%) versus ar. Números dentro das barras indicam a quantidade de insetos responsivos. NR = número de insetos não responsivos. ns = resposta não significativa. Barras seguidas de asterisco diferem significativamente pelo teste de Chi-quadrado ( $p < 0,01$ )..... 33

## 1 INTRODUÇÃO

A couve-verde *Brassica oleracea* L. var. *acephala* (Brassicaceae) é uma hortaliça importante no contexto agrícola e social. Seu cultivo está frequentemente associado à agricultura familiar, gerando renda, segurança alimentar e sustentabilidade para esses produtores. Contudo, a cultura também se destaca por hospedar um elevado número de pragas, para as quais existe uma quantidade insuficiente de ferramentas de controle associadas ao manejo de insetos, o que torna a produção comercial desafiadora no que tange, principalmente, aos tratamentos fitossanitários voltados à agricultura orgânica.

Um dos principais problemas relacionados à couve-verde é *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae), popularmente conhecida como traça-das-crucíferas. O controle deste inseto é feito, majoritariamente, com inseticidas químicos sintéticos, entretanto, quando utilizados de forma incorreta, podem desencadear efeitos negativos associados à toxicidade aos mamíferos e ao impacto ambiental, além de acelerar o surgimento de gerações resistentes ao inseticida.

Dentre os inimigos naturais da *P. xylostella* destaca-se o himenóptero parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que já vem sendo comercializado como agente de controle de outros lepidópteros de importância agrícola, mas com estudos ainda incipientes com a traça. Outra linha de pesquisa que vem sendo estudada em diversas culturas, inclusive em couve, é o uso de inseticidas botânicos, como os óleos essenciais. Estes produtos são vantajosos por apresentarem menos efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, se comparados aos químicos sintéticos e por serem permitidos no controle de pragas em sistemas orgânicos de produção. Dentre as espécies de plantas que produzem óleos essenciais com ação inseticida e/ou repelente, destacam-se a pimenta-rosa, *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) e o eucalipto-cidrô, *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae).

Estas ferramentas de controle, se melhor estudadas, podem aprimorar o manejo de *P. xylostella* em brássicas. Não foram encontrados estudos sobre a ação dos óleos essenciais de pimenta-rosa e eucalipto-cidró sobre a traça e tão pouco o efeito seletivo destas substâncias em inimigos naturais. Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos dos óleos essenciais de *S. terebinthifolius* e *E. citriodora* em ovos e larvas de *P. xylostella*, bem como índices de parasitismo, emergência, respostas quimiotáticas e sobrevivência de *T. pretiosum*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A couve-verde *Brassica oleracea* var. *acephala* (Brassicaceae)

A couve-verde é uma hortaliça que se destaca por apresentar baixo custo na produção, pouca exigência tecnológica em seu manejo e não necessitar de extensas áreas para plantio. (Da Silva *et al.*, 2007; Lacerda *et al.*, 2012; Daryadar *et al.*, 2019). A produção e comercialização desta hortaliça são importantes para o contexto agrícola e social, pois seu cultivo está, de forma frequente, associado à agricultura familiar, gerando renda para os produtores (Cardoso *et al.*, 2016). Além disso, de acordo com Oliveira Cardoso *et al.* (2017) a produção consorciada desta hortaliça contribui para a proteção do solo e evita o surgimento de plantas daninhas.

Esta hortaliça pode ser cultivada de forma anual ou bienal, é uma planta folhosa, originalmente do continente Europeu, mas que apresentou rápida adaptação ao clima tropical do Brasil desde a sua introdução no país (Madeira *et al.*, 2008). A couve apresenta melhor produtividade nas estações de outono e inverno nas regiões sul e sudeste, onde as temperaturas médias estão entre 16 e 22 °C, suportando mínimas de 5 °C e seu plantio pode ocorrer através de sementes, mudas e propagação vegetativa com brotos (Trani *et al.*, 2015). O produto consumido é a própria folha, que varia de 15 a 34 cm de comprimento, sendo a produtividade média de 3 a 5 kg/planta, entretanto, as pragas podem afetar a produtividade da cultura (Trani *et al.*, 2010; Trani *et al.*, 2015).

Destacam-se como pragas da couve o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Hemiptera: Aphididae), o pulgão-verde *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), a lagarta curuquerê-da-couve *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidoptera: Pieridae), a lagarta mede-palmo *Trichoplusia ni* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), a mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius e a traça-das-crucíferas *P. xylostella* (Cividanes & Santos, 2003; Carvalho *et al.*, 2008; Trani *et al.*, 2015).

## 2.2 *Plutella xylostella*: traça-das-crucíferas

*Plutella xylostella*, popularmente conhecida como traça das crucíferas, é o principal lepidóptero-praga presente em cultivos de plantas da família Brassicaceae, ocorrendo em repolho (*Brassica oleracea* var. capitata), couve-flor (*Brassica oleracea* var. botrytis), brócolis (*Brassica oleracea* var. itálica) entre outras (Michereff *et al.*, 2013). A espécie é originária da região do mediterrâneo, mas atualmente apresenta ampla distribuição geográfica ocorrendo nos continentes da América do Sul, América do Norte, Europa e leste da Ásia (IRAC-BR, 2016; Cheng *et al.*, 2008).

Os ovos deste lepidóptero são de coloração amarelo-alaranjada, com 1 mm de diâmetro, sendo a fêmea capaz de ovipositar cerca de 180 ovos feita de forma isolada ao longo das nervuras das folhas de couve na parte abaxial (Thuler, 2009; Veiga *et al.*, 2010). As lagartas apresentam coloração verde e passam por quatro instares até a formação da crisálida, a qual é do tipo obteca, envolta em um casulo de seda, com coloração que varia de verde ou parda ao marrom (próximo da emergência) (Medeiros *et al.*, 2003). O adulto tem cerca de 10 mm de comprimento, apresenta uma coloração parda, com detalhes brancos em seu dorso o qual, com asas fechadas, forma um desenho prismático, sendo por isso conhecido popularmente, na língua inglesa, como “diamond back moth” (Medeiros *et al.*, 2003; Magalhães, 2016). O ciclo de desenvolvimento completo dura entre 15 a 35 dias, de acordo com a temperatura, sendo a fase de ovo com duração de 3 a 4 dias, lagarta (6 – 14 dias), pupa (3 – 4 dias) e adulto (7 – 18 dias) (Medeiros *et al.*, 2003) (Fig. 1).



FIGURA 1. *Plutella xylostella* (A) ovos (B) lagarta (C) adulto.

Os danos provocados nas brássicas são causados pela alimentação das lagartas que, no 1º instar (2 a 3 dias), agem como minadores raspando a epiderme da folha. Posteriormente saem das minas e deixam perfurações circulares ao longo de toda a folha, sendo esta característica denominada de “rendilhamento” (Cardoso *et al.*, 2010).

O controle desta espécie é, na maioria das vezes, do tipo convencional, com a aplicação de inseticidas químicos sintéticos, como por exemplo, clorantraniliprole (antranilamida) + lambdacialotrina (piretroide), metomil (metilcarbamato de oxima) e acefato (organofosforado) (MAPA, 2022).

Em relação ao controle biológico, existe o registro de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillaceae), comercialmente conhecido como Able (*B. thuringiensis* subespécie Kurstaki, Linhagem EG 2348), Acera (*B. thuringiensis*, isolados 1641 e 1644) para o controle de *P. xylostella* (MAPA, 2022), sendo uma alternativa de controle com baixo impacto ambiental e econômico (Thuler, 2006; Thuler, *et al.*, 2007). Dentre os artrópodes inimigos naturais desta espécie, ocorrem naturalmente *Diadegma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae) (Castelo Branco *et al.*, 1997; Dos Santos *et al.* 2006). O parasitoide de ovos *T. pretiosum* ocorre naturalmente em ovos de *P. xylostella* (Zucchi & Monteiro, 1997; Zago *et al.*, 2010) e pode ser considerado um agente promissor de controle biológico desta espécie, uma vez que já existe o registro para outras traças, como *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) (Parra & Zucchi, 1997; Pratisoli *et al.*, 2015).

### **2.3 *Trichogramma pretiosum*: potencial no controle de *P. xylostella***

Espécies do gênero *Trichogramma* são parasitoides de ovos de lepidópteros e destacam-se quanto sua eficiência no controle biológico de pragas agrícolas por sua adaptação a diferentes condições ambientais, ampla distribuição geográfica e capacidade elevada de parasitismo (Pratisoli *et al.*, 2004).

*Trichogramma pretiosum* é uma microvespa endoparasitoide, sua atividade de parasitismo ocorre principalmente em ovos de lepidópteros, fazendo com que estes não se desenvolvam, interrompendo o ciclo biológico da praga (Bellon *et al.*, 2014). A espécie apresenta ampla distribuição geográfica em território nacional, sendo registrada para as regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste (Silva *et al.*, 2001). Este microhimenóptero possui tamanho 0,25 mm, apresentando dimorfismo sexual nas antenas, sendo que os machos possuem antenas do tipo plumosa, enquanto nas fêmeas elas são clavadas (Querino & Zucchi, 2003; Querino & Zucchi, 2012). O ciclo de vida é em torno de 10 dias, podendo variar em função do tipo de hospedeiro e condições de temperatura e umidade (Pereira *et al.*, 2004) (Fig 2).



FIGURA 2. *Trichogramma pretiosum* parasitando ovos de *Plutella xylostella*.

Quanto aos hospedeiros, *T. pretiosum* já foi registrado parasitando diversas espécies de lepidópteros-praga em diferentes culturas, como *Alabama argilacea* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar, *Dione juno juno* Cramer (Lepidoptera: Nymphalidae) em maracujazeiro, além de *P. xylostella* em repolho (Querino & Zucchi, 2012). Esta espécie é amplamente utilizada para controle biológico inundativo (liberações massais) de diferentes lepidópteros praga, destacando-se programas de controle biológico, como do tomateiro, visando o controle de *T. absoluta* (Chailleux *et al.*, 2013 Salas Gervassio *et al.*, 2019) e da lagarta do-cartucho-do-milho (*S. frugiperda*) na cultura do milho (Corrêa Figueiredo *et al.*, 2015; Tepa-Yotto *et al.*, 2021).

Segundo Meira *et al.* (2011), dentre as diferentes espécies de *Trichogramma*, *T. pretiosum* é a mais indicada para o controle desta traça, devido a sua alta capacidade de parasitismo e emergência em ovos de *P. xylostella*. Massaroli (2019), evidenciou em testes de semi campo, na cultura da couve-verde, que *T. pretiosum* não apresentou preferência ao parasitar ovos de *P. xylostella* estando em folhas com diferentes idades, quanto a superfície os ovos presentes na face adaxial apresentaram maior taxa de parasitismo, com média de 21 ovos, onde 13,22 estavam parasitados. O uso combinado de *T. pretiosum* com entomopatógenos, como *B. thuringiensis* para o controle de *P. xylostella* foi estudado por De Bortoli *et al.*, (2012), os quais observaram que *B. thuringiensis* causou um efeito subletal em larvas de *P. xylostella*. Hwang *et al.*, (2010) constataram que a aplicação combinada de *B. thuringiensis* e *Trichogramma ostrinae* (Pang & Chen) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi positiva, pois foi observada ação seletiva de *B. thuringiensis* ao parasitoide *T. ostrinae*, sendo a taxa de parasitismo e emergência de parasitoides não influenciada pela ação combinada desses dois agentes de controle biológico. Os

entomopatógenos, *Baculovirus anticarsia* Steinhaus & Marsh (Baculoviridae), *B. thuringiensis*, *Beauveria bassiana* Vuill (Cordycipitaceae), *Metarhizium anisopliae* Mechnikov (Clavicipitaceae) e *Trichoderma harzianum* Rifai (Hypocreaceae) também foram seletivos ao *T. pretiosum* não afetando o desenvolvimento, emergência e a sobrevivência dos adultos (Amaro *et al.*, 2015).

O uso de inseticidas químicos, mesmo os considerados de risco reduzido, podem ter efeitos nocivos a inimigos naturais, como no caso de indoxicarbe e spinosade que tiveram ação tóxica aos adultos de duas diferentes espécies de *Trichogramma*, afetando a longevidade e capacidade de parasitismo (Liu & Zhang, 2012). Parsaeyan *et al.*, (2020) avaliaram a seletividade de diferentes inseticidas químicos sintéticos ao parasitoide *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e constataram que os inseticidas foram altamente tóxicos a adultos desta espécie, afetando também o estágio de desenvolvimento e a taxa de emergência de parasitoides em ovos tratados.

Testes realizados com o óleo essencial de *Leptospermum petersonii* (F.M. Bailey) (Myrtaceae) mostraram baixa toxicidade aos adultos de *T. pretiosum* que tiveram contato com plantas aspergidas com este óleo, entretanto foi observado uma redução na longevidade dos parasitoides emergidos a partir de ovos tratados com este tratamento em relação ao controle (Purwatiningsih & Hassan, 2012). Parreira *et al.*, (2019) observaram a compatibilidade do uso integrado de *T. pretiosum* com os OEs de *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), *Syzygium aromaticum* Merrill & Perry (Myrtaceae), *Citrus sinensis* Osbeck (Rutaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae), *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae), não afetando o parasitismo e a emergência dos parasitoides.

#### **2.4 Inseticidas botânicos: óleos essenciais**

A utilização de plantas como repelentes e inseticidas naturais é uma prática que vem sendo adotada para combater vetores de doenças e pragas agrícolas (Veigas-Júnior, 2003). O Brasil é um país que abriga uma grande diversidade de fitofisionomias e espécies botânicas com potencial fitoterápico, aromatizante e inseticida (Roark, 1947; Krinski *et al.*, 2014). Inseticidas botânicos são produtos com compostos obtidos a partir de plantas, sendo que inúmeras famílias botânicas se destacam por apresentar ação inseticida, como por exemplo, Meliaceae, Rutaceae, Annonaceae, Canellaceae e Piperaceae (Jacobson, 1989; Moreira *et al.*, 2006).

Plantas destas e de outras famílias apresentam substâncias bioativas, produzidas em seu metabolismo secundário, as quais podem atuar na defesa contra ataques de herbívoros.

Estes metabólitos podem apresentar ação tóxica tanto por ingestão como por fumigação (Coitinho *et al.*, 2010; Corrêa & Salgado, 2011; De Andrade *et al.*, 2013). Destacam-se como base para inseticidas botânicos os extratos aquosos, os óleos vegetais e os óleos essenciais (Krinski & Massaroli, 2013; Massaroli *et al.*, 2013; Krinski & Foerster, 2016).

O extrato aquoso pode ser obtido através da trituração de folhas, ramos e/ou frutos até se obter um pó vegetal, que posteriormente será diluído em água destilada para formar uma mistura homogênea (Brunherotto & Vendramim, 2001). Os óleos vegetais são gorduras extraídas de diversas partes das plantas, como raízes, polpa, flores, caules, folhas e sementes. São viscosos e não possuem um aroma acentuado, o que se deve à sua composição, pois apresentam compostos de moléculas bem longas e alto peso molecular (Sousa *et al.*, 2016). A grande maioria dos compostos que constituem os óleos vegetais, é formada por ácidos graxos e são extraídos por processo químico (utilização de solventes) ou físico (prensagem) (Gioielli, 1996).

Para obtenção do óleo essencial também pode-se usar diferentes estruturas da planta, que passarão pelo processo de hidrodestilação pela técnica de “arraste a vapor” (Cunha *et al.*, 2012). A partir desta técnica é possível se obter óleos essenciais extraídos de plantas que, em sua composição, apresentam mono e sesquiterpenos (Bizzo *et al.*, 2009). Estes óleos são eficientes fitoinseticidas, apresentam baixa contaminação ao meio ambiente, são biodegradáveis, podem apresentar ação seletiva a organismos não alvo e um custo não elevado em sua produção (Lima *et al.*, 2008). Por ser possível a extração de óleo essencial de diversas espécies de plantas, seu uso como inseticida é de grande amplitude, atendendo as diferentes necessidades de cada cultura (Fazolin *et al.*, 2005; Fazolin *et al.*, 2007).

Da Câmara *et al.*, (2015) observaram que, diferente do OE de *Melaleuca leucadendron* Linnaeus (Myrtaceae), o de *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae) apresentou atividade inseticida para larvas de *P. xylostella*. O óleo essencial de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson (Myrtaceae) causou mortalidade de 80% das larvas de *P. xylostella*, enquanto a mortalidade causada no predador *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) foi de 28,33%, ou seja, com ação seletiva (Filomeno *et al.*, 2017).

Em relação à ação específica sobre parasitoides, o extrato vegetal de capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf) (Poaceae) reduziu o parasitismo de *T. pretiosum* em 76,44%, quando em contato com ovos de *P. xylostella* tratados com este extrato, além de provocar efeitos subletais em adultos deste parasitoide (Gladenucci, 2018). Bandeira *et al.*, (2019) observaram que os óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae) e *E.*

*citriodora* foram seletivos a *T. pretiosum* e podem ser incluídos nos programas de manejo integrado de pragas com este parasitoide. De forma semelhante, o Timol, substância presente em óleos essenciais, foi seletiva ao parasitoide larval de *P. xylostella*, *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Hymenoptera: Braconidae), podendo ser usado de forma integrada à liberação do parasitoide (Yotavong *et al.*, 2015).

## **2.5 *Eucalyptus citriodora* (Myrtales: Myrtaceae) (Eucalipto-cidró)**

O eucalipto, como é popularmente conhecido, refere-se a espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, que é uma planta nativa da Austrália, sendo também registrada em outras regiões da Oceania (Duarte, 2007).

A introdução de algumas espécies do gênero no Brasil ocorreu entre 1825 e 1868, segundo informações do Jardim Botânico e do Museu Nacional do Rio de Janeiro, sendo também introduzida em outros países da América do Sul, como Chile, Argentina e Uruguai (Valadares *et al.*, 2020). O eucalipto vem sendo cultivado para exploração da madeira, além disso, é uma planta de fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, gerando assim um retorno positivo quanto ao seu plantio e comercialização (Valadares *et al.*, 2020). No Brasil a planta é utilizada na silvicultura, produzindo, além da madeira, combustível e papel, atuando no controle de erosão em algumas situações, como quebra-vento e como fonte de óleos essenciais, entre outros (Vecchio *et al.*, 2016).

As propriedades químicas dos eucaliptos vêm sendo estudadas para a incorporação na medicina natural, setor de cosméticos e agricultura (Vitti & Brito, 2003). O óleo essencial de *E. citriodora* apresenta, em sua composição, Citronelal, 3-neotujamol, formato de citronelila e 1,8-cineol. A presença destes compostos são responsáveis por resultados positivos para o tratamento de enfermidades respiratórias, como por exemplo, bronquite crônica (Estanislau *et al.*, 2001; Vitti & Brito, 2003; Dhakad *et al.*, 2018).

No setor agrícola o óleo essencial de *E. citriodora* vêm sendo estudado por apresentar propriedades antifúngicas e inseticidas, relacionadas à presença de ácidos fenólicos e compostos bioativos, ambos podendo ser obtidos a partir das folhas, demonstrando potencial de repelência e toxicidade fumegante (Dhakad *et al.*, 2018). Coitinho *et al.*, (2006) observaram que o óleo essencial de *E. citriodora* tem ação tóxica para larvas do gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) e ação repelente aos adultos. O óleo essencial de *E. citriodora* também apresentou efeito tóxico a larvas de *S. frugiperda*, causando deterrência alimentar e morte (Souza *et al.*, 2010). Em estudos realizados com o OE *E. citriodora* em larvas de *Ascia monuste* Godart (Lepidoptera:

Pieridae) foi constatada uma resposta promissora para o controle desta praga, uma vez que, houve mortalidade das larvas, podendo estar associada a ação neurotóxica do óleo essencial (Ribeiro *et al.*, 2018). Dhakad *et al.*, (2018) também registraram a toxicidade por fumigação do OE *E. citriodora* sob ninfas de *Dysdercus koenigii* Fabricius (Hemiptera: Pyrrhocoridae), percevejo que acomete os plantios de algodão.

Além da ação inseticida, o OE de *E. citriodora* pode apresentar ação fungitóxica como observado em *Fusarium oxysporum* (Snyder & Hansen) (Nectriaceae), *Botrytis cinerea* Whetzel (Sclerotiniaceae), *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker (Pleosporaceae) (Salgado *et al.*, 2003), *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig (Glomerellaceae) (Carnellosi *et al.*, 2009), *Fusarium solani* Sacc (Nectriaceae) (Da Cruz *et al.*, 2017).

## **2.6 *Schinus terebinthifolius* Raddi (Sapindales: Anacardiaceae) (Pimenta-rosa)**

*Schinus terebinthifolius* popularmente conhecida como pimenta-rosa, aroeira-vermelha ou aguaráiba, é uma planta da família Anacardiaceae (Bertoldi *et al.*, 2006). Apresenta ampla distribuição geográfica na América latina, sendo registrada no Brasil desde a região Norte até o Sul (Corrêa, 1984; Veloso *et al.*, 1991). Em um cenário internacional *S. terebinthifolius* chama a atenção pelo consumo do fruto, que, por ser pequeno, se assemelha a uma pimenta e possuir sabor levemente picante, é popularmente nomeado como “Pink-pepper”, “Poivre rose” e comumente utilizado na culinária (Lenzi & Orth, 2004).

A pimenta-rosa destaca-se por apresentar potencial fitoterápico, empregado na medicina popular já que seu fruto apresenta propriedades químicas benéficas a saúde (Ventura *et al.*, 2019). O fruto é rico em compostos como os terpenos, que são bioativos responsáveis na ação antimicrobiana, antiinflamatória e antioxidante (Macedo, 2018). *S. terebinthifolius* ainda produz compostos fenólicos com ação importante na farmacologia, aromaterapia e para a agricultura. Destacam-se os flavonoides, metil galato e ácido elágico, entre outros (Macedo, 2018).

Na agricultura, o óleo essencial de pimenta-rosa vem sendo estudado para sua utilização como um fungicida botânico, tendo sido testado sob os fungos fitopatogênicos *C. gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (Botryosphaeriaceae) (Bigaton *et al.*, 2013; Dos Santos *et al.*, 2014).

O óleo essencial de *S. terebinthifolius* também pode ter efeito inseticida, como o registrado para a broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) (Santos *et al.*, 2013). Nascimento *et al.*, (2018) constataram que o OE de frutos maduros e não amadurecidos de *S. terebinthifolius* são tóxicos para *Rhyzopertha dominica* Fabricius

(Coleoptera: Bostrichidae) apresentando mortalidade de 95% dos organismos testados, não havendo diferença estatística em sua letalidade entre os OEs provenientes dos frutos em diferentes fases de maturação. Hussein *et al.* (2017) observaram que o OE de *S. terebinthifolius* tem ação repelente e inseticida a adultos de duas espécies de mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Trialeurodes ricini* Misra (Hemiptera: Aleyrodidae). Também foi observado que pulgões da espécie *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) e *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) quando expostos a discos de couve tratados com o OE de *S. terebinthifolius*, nas concentrações de 0,5% e 1% tiveram uma resposta quimiotóxica negativa, apresentando repelência dos insetos aos discos de couve em ambas as concentrações (Da Silva, 2020).

## 2.7 Referências

- AMARO, J. T. *et al.* Selectivity of organic products to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 44, p. 489-497, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0317-2>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- ANDRADE, L. H. *et al.* Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 628-634, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300027>. Acesso em: 15 de maio 2022.
- BANDEIRA, R. F. *et al.* Seletividade dos óleos essenciais de *Eucalyptus* sp. em estágios imaturos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE- CONBRAF, 5., 2019, Curitiba. Anais*. Curitiba: UFPR, 2019. p. 1.
- BELLON, P. P. *et al.* Características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 1-8, 2014.
- BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. Orientador: Paulo Cesar Stringheta. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- BIGATON, D. *et al.* Avaliação da atividade fungicida de extratos e óleos essenciais sobre ferrugem asiática da soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, p. 757-763, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400012>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BIOCONTROLE. **Traça das crucíferas *Plutella xylostella***. Indaiatuba, 2020. Disponível em: <https://biocontrole.com.br/produto/traca-das-cruciferas-plutella-xylostella/>. Acesso em: 27 out. 2020.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300005>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório de pragas e doenças**. [Base de Dados Agrofit]. Brasília, DF, 2022. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 13 jul. 2022.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300019>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CÂMARA, C. A. G. *et al.* Insecticidal activity of *Melaleuca leucadendron* and *Citrus reticulata* essential oils against larvae of *Plutella xylostella*. **Revista de Protección Vegetal**, Habana, v. 30, n. 39, 2015. Número especial.

CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas**. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 15 p. (Circular Técnica, 35). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/883751>. Acesso em: 12 mar. 2022.

CARDOSO, M. O.; ANTONIO, I. C.; PAMPLONA, A. M. S. R. Produção e renda bruta em consórcio de couve-de-folha e coentro com uso de biofertilizante em cultivo protegido. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 11., 2016, Pelotas. **Anais**. Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, Pelotas: Universidade Católica de Pelotas, 2016. p. 12.

CARNELOSSI, P. R. *et al.* Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400007>. Acesso em: 17 maio 2022.

CARVALHO, G. A. *et al.* Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus var. *acephala*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 181-186, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v75p1812008>. Acesso em: 17 maio 2022.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L. **Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artrópodes de importância econômica**. Brasília: DF: EMBRAPA-CNPq, 1997. (Comunicado Técnico da EMBRAPA Hortícolas, 4). Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/759559>. Acesso em: 02 abr. 2022

CHAILLEUX, A. *et al.* Suitability of the pest–plant system *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) tomato for *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoids and insights for biological control. **Journal of Economic Entomology**, College Park Md, v. 106, n. 6, p. 2310-2321, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1603/EC13092>. Acesso em: 05 abr. 2022.

CHENG, L. *et al.* Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 7, n. 7, p. 847-852, 2008. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60122-4](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60122-4). Acesso em: 07 abr. 2022.

CIVIDANES, F. J.; SANTOS, D. M. M. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em couve. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 61-67, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000100008>. Acesso em: 10 abr. 2022.

COITINHO, R. L. B. C. *et al.* Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

COITINHO, R. L. B. C. *et al.* Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000100022>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CORREA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil, e das exóticas cultivadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000400016>. Acesso em: 03 maio 2022.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas: Embrapa, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 98).

CRUZ, T. P. *et al.* Atividade fungicida dos óleos essenciais de eucalipto no manejo de *Fusarium solani*. In. ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 17.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 7., 2017, São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos: UNIVAP, 2017. p. 1-6.

CUNHA, S. *et al.* Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo-da-índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, p. 638-641, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000300035>. Acesso em: 10 maio 2022.

- DARYADAR, M. *et al.* Productivity of leafy green vegetable kale in soilless cultivation conditions. **Journal of Agricultural Science and Food Research**, Oak Park, v. 10, n. 2, [art.] 260, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.35248/2593-9173.19.10.260>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- DHAKAD, A. K. *et al.* Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 98, n. 3, p. 833-848, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8600>. Acesso em: 15 maio 2022.
- DE BORTOLI, S. A. *et al.* Subdosagens de *Bacillus thuringiensis* em *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: trichogrammatidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 50-57, 2012.
- DUARTE, E. S. M. **Crescimento e teor de óleo essencial em plantas de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus globulus* tratadas com homeopatia**. Orientador: Vicente Wagner Dias Casali. 2007. 202 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- ESTANISLAU, A. A. *et al.* Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *Eucalyptus* cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 95-100, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2001000200005>. Acesso em: 15 maio 2022.
- FARIA, C. A.; TORRES, J. B.; FARIAS, A. M. I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000100011>. Acesso em: 28 maio 2022.
- FAZOLIN, M. *et al.* Toxicidade do óleo de *Piper aduncum* L. a adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 485-489, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300018>. Acesso em: 12 maio 2022.
- FAZOLIN, M. *et al.* Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-120, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000100017>. Acesso em: 12 maio 2022.
- FIGUEIREDO, M. L. *et al.* Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Smith) através da liberação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* em milho orgânico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 2.; SIMPÓSIO SOBRE COLLETOTRICHUM GRAMINICOLA, 1., 2006, Belo Horizonte. **Anais: Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados**. [Sete Lagoas]: ABMS, 2006. 1 CD-ROM.

FIGUEIREDO, M. L. C. *et al.* Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, Les Ulis, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0312-3>. Acesso em: 15 maio 2022.

FILOMENO, C. A. *et al.* *Corymbia* spp. and *Eucalyptus* spp. essential oils have insecticidal activity against *Plutella xylostella*. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 109, p. 374-383, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.033>. Acesso em: 18 maio 2022.

GIOIELLI, L. A. Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 211-232, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X1996000200008>. Acesso em: 18 maio 2022.

GLADENUCCI, J. **Seletividade de extratos botânicos a *Trichogramma pretiosum* riley, 1879 (hymenoptera: trichogrammatidae)**. Orientador: Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/154313>. Acesso em: 30 maio 2022.

HUSSEIN, H. S.; SALEM, M. Z. M.; SOLIMAN, A. M. Repellent, attractive, and insecticidal effects of essential oils from *Schinus terebinthifolius* fruits and *Corymbia citriodora* leaves on two whitefly species, *Bemisia tabaci*, and *Trialeurodes ricini*. **Scientia Horticulturae**, Alexandria, VA, v. 216, p. 111-119, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.004>. Acesso em: 28 maio 2022.

HWANG, I. C. *et al.* Combined application of *Trichogramma ostrinae* and *Bacillus thuringiensis* for eco-friendly control of *Plutella xylostella*. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, Seoul, v. 53, n. 3, p. 316-322, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3839/jksabc.2010.049>. Acesso em: 27 abr. 2022.

IRAC-BR. **Traça-das-crucíferas consegue detectar a presença de inseticidas na planta**. Mogi Mirim, 30 mar. 2016. Disponível em: <https://www.illac-br.org/single-post/2016/03/30/tra%C3%A7adascruc%C3%ADferas-consegue-detectar-a-presen%C3%A7a-de-inseticidas-na-planta>. Acesso em: 16 jul. 2022.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC: American Chemical Society, 1989. (ACS Symposium Series, v. 387). cap. 1, p. 69-77. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/bk-1989-0387.ch001>. Acesso em: 10 jun. 2022.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A. Nymphicidal effect of vegetal extracts of *Annona mucosa* and *Annona crassiflora* extracts (Magnoliales, Annonaceae) against rice stalk stink bug *Tibraca limbativentris* (Hemiptera, Pentatomidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 217-224, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500026>. Acesso em: 04 jun. 2022.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Curitiba, v. 36, p. 225-242, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500027>. Acesso em: 04 jun. 2022.

- KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, p. 676-687, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-70542016406021616>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- LACERDA, F. H. D. *et al.* Substrato e concentração de nutrientes na solução nutritiva na produção de couve manteiga. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 51-58, 2012.
- LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000200004>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- LIMA, R. K. *et al.* Composição de óleos essenciais de anis-estrelado *Illicium verum* L. e de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.: avaliação de efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). **BioAssay**, Maceió, v. 3, p. 1-6, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/BA.v3.0.56>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- LIU, T. X.; ZHANG, Y. Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. **Ecotoxicology**, London, v. 21, n. 8, p. 2254-2263, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0981-5>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- MACEDO, N. B. **Pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi):** compostos presentes nos frutos e suas atividades antioxidante e anti-inflamatória. Orientador: Ana Mara de Oliveira e Silva. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- MADEIRA, N. R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; GIORDANO, L. B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 428-432, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400002>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- MAGALHÃES, G. O. **Aspectos biológicos de *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) e estratégias para o manejo da praga.** Orientador: Sérgio Antônio de Bertoli. 2016. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2016.
- MASSAROLI, A. *et al.* *Annona mucosa* como fitoinseticida para o controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13., 2013, Bonito. **Anais Siconbiol.** Bonito: UFGD. 2013. p. 1.
- MASSAROLI, A. **Ocorrência em couve de *Plutella xylostella* L. (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) e seus parasitoides, oviposição, parasitismo, nível de dano econômico e controle com *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE).** Orientador: Luís Amilton Foerster. 2019. 126 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

- MEDEIROS, P. T. *et al.* **Instalação e manutenção de criação massal de traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 4 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Circular técnica, 29). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/185217>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- MEIRA, A. L. *et al.* Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2011.
- MICHEREFF FILHO, M. *et al.* **Manejo de praga em hortaliças durante a transição agroecológica**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. 16 p. (Circular técnica, 119).
- MOREIRA, M. D. *et al.* Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VERZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. (ed.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa, MG: EPAMIG/CTZM: UFV, 2005. p. 89-120.
- NASCIMENTO, A. F.; CAMARA, C. A. G.; MORAES, M. M. Fumigant activity of *Schinus terebinthifolius* essential oil and its selected constituents against *Rhyzopertha dominica*. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, Medellín, v. 71, n. 1, p. 8359-8366, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n1.62743>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- OLIVEIRA CARDOSO, M. *et al.* Consórcio couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. acephala) e cariru (*Talinum triangulare*) sob duas alternativas de fertilização em cultivo protegido. **Horticultura Argentina**, Mendoza, v. 36, n. 91, p. 14, 2017.
- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 324.
- PARREIRA, D. S. *et al.* Bioactivity of ten essential oils on the biological parameters of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) adults. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 127, p. 11-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.063>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- PARSAEYAN, E. *et al.* Side effects of chlorantraniliprole, phosalone and spinosad on the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*. **Ecotoxicology**, London, v. 29, n.7, p. 1052-1061, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10646-020-02235-y>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- PEREIRA, F. F. *et al.* Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 231-236, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200014>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- PRATISSOLI, D. *et al.* Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 4, p. 754-757, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000400017>. Acesso em: 18 jul. 2022.

- PRATISSOLI, D. *et al.* Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 6, p. 613-616, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600013>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- PURWATININGSIH, H. N.; HASSAN, E. Efficacy of *Leptospermum petersonii* oil, on *Plutella xylostella*, and its parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Journal of Economic Entomology**, College Park Md, v. 105, p. 1379-1384, 2012. Disponível em: <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/109424>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. Caracterização morfológica de dez espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) registradas na América do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 597-613, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000400010>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Meio Norte, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143227/1/Trichogramma-FINAL.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.
- RIBEIRO, A. V. *et al.* Selection of an essential oil from Corymbia and Eucalyptus plants against *Ascia monuste* and its selectivity to two non-target organisms. **Crop Protection**, Guildford, v. 110, p. 207-213, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.08.014>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ROARK, R. C. Some promising insecticidal plants. **Economic Botany**, Bronx, v. 1, p. 437-445, 1947. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02858908>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- SALAS GERVASSIO, N. G. *et al.* A re-examination of *Tuta absoluta* parasitoids in South America for optimized biological control. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 92, n. 4, p. 1343-1357, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10340-018-01078-1>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- SALGADO, A. P. S. P. *et al.* Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 249-254, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000200001>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- SANTOS, M. R. A. *et al.* Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 757-762, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500017>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- SANTOS, Í. T. B. F. *et al.* Óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi como controle alternativo de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*, fungos fitopatogênicos de pós-colheita. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, São Cristóvão, v. 4, n. 4, p. 1409-1417, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201400040014>. Acesso em: 17 maio 2022.

SANTOS JUNIOR, H. J. G. *et al.* Interaction of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and the parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) with larvae of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 241-245, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000200013>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. (ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. 345 p.

SILVA, S. S. *et al.* Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprolito de minhocas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 83-83, 2007.

SILVA, S. G. **Bioatividade de *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) e do parasitoide *Diaeretiella rapae* (hymenoptera: braconidae) associada à presença de óleos essenciais em couve-verde *Brassica oleracea* var. *acephala* (brassicaceae)**. Orientador: Simone Mundstock Jahnke. 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SOUSA, J. P. *et al.* Propriedades químicas de óleos vegetais para aplicação na indústria de biocombustíveis. **Revista Integralização Universitária**, Palmas, v. 11, n. 15, p. 1-16, 2016.

SOUZA, T. F.; FAVERO, S.; CONTE, C. O. Bioatividade de óleos essenciais de espécies de eucalipto para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, DF, v. 5, n. 2, p.157-164, 2010.

TEPA-YOTTO, G. T. *et al.* Global habitat suitability of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae): Key parasitoids considered for its biological control. **Insects**, Basel, v. 12, n. 4, [art.] 273, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects12040273>. Acesso em: 02 jun. 2022.

THULER, R. T. ***Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae):** táticas para o manejo integrado em brássicas. Orientador: Francisco Jorge Cividanes. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

THULER, A. M. G. *et al.* Estudo da variabilidade gênica em isolados brasileiros de "*Bacillus thuringiensis*" para emprego no controle biológico de "*Plutella xylostella*". **Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas**, Madrid, v. 33, n. 3, p. 409-418, 2007.

THULER, R. T. Criação de *Plutella xylostella*. In: DE BORTOLI, S. A. **Criação de insetos:** da base à biofábrica. Jaboticabal: Edição do Autor, 2009. p. 58-68.

TRANI, P. E. *et al.* **Couve de folha:** do plantio à pós-colheita. Campinas: IAC, 2015. 42 p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico do IAC, 214).

TRANI, P. E. *et al.* **Hortaliças e plantas medicinais:** manual prático. 2. ed. rev. atual. Campinas: IAC, 2010. 72 p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico do IAC, n. 199).

VALADARES, G. M.; LANDAU, E. C.; MAIA, N. L. M. Evolução da produção de eucalipto (*Eucalyptus* spp. e outros gêneros, *Myrtaceae*). In: LANDAU, E. C. *et al.* (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: produtos de origem animal e da silvicultura. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 3, cap. 44, p. 1435-1500. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122712>. Acesso em: 20 abr. 2022.

VECCHIO, M. G.; LOGANES, C.; MINTO, C. Beneficial and healthy properties of *Eucalyptus* plants: a great potential use. **The Open Agriculture Journal**, Sharjah, v. 10, n. 1, p. 52-57, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1874331501610010052>. Acesso em: 30 mar. 2022.

VEIGA, A. C. P. *et al.* Biologia comparada de duas populações de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em laboratório. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 773-778, 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p. Disponível em: <http://jbb.ibict.br/handle/1/397>. Acesso em: 30 mar. 2022.

VENTURA, J. A. *et al.* Plantas medicinais e aromáticas do Espírito Santo: o óleo essencial de folhas e frutos da espécie *Schinus terebinthifolia* RADDI (Aroeira vermelha). In: SANTOS, C. C. (org.). **Pesquisa na cadeia de suprimentos de plantas aromáticas**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. cap. 3, p. 25-36. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3828>. Acesso em: 30 mar. 2022.

VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000300017>. Acesso em: 02 abr. 2022.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 17, p. 1-26, 2003.

YOTAVONG, P. *et al.* Effects of the botanical insecticide thymol on biology of a braconid, *Cotesia plutellae* (Kurdjumov), parasitizing the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. **International Journal of Pest Management**, London, v. 61, n. 2, p. 171-178, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1030001>. Acesso em: 05 ago. 2022.

ZAGO, H. B. *et al.* Distribuição de ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o parasitismo por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 241-247, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200015>. Acesso em: 02 jun. 2022.

ZUCCHI R. A.; MONTEIRO R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA J. R. P. *et al.* (ed.). **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Editora Manole, 1997. p. 41-66.

### **3 ARTIGO 1**

**Efeito de óleos essenciais em ovos e larvas de traça-das-crucíferas e no parasitoide  
*Trichogramma pretiosum***

\*Artigo configurado conforme normas da Revista Horticultura Brasileira

## **Efeito de óleos essenciais em ovos e larvas de traça-das-crucíferas e no parasitoide *Trichogramma pretiosum***

Júlia Pétra dos Santos Souza<sup>1</sup>, Simone Mundstock Jahnke<sup>1</sup> & Josué Sant'Ana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil. (sspetra.julia@gmail.com)

### **Resumo**

Foi avaliado o efeito de óleos essenciais (OE) de *Eucalyptus citriodora* (OEEC) e *Schinus terebinthifolius* (OEST) (0,5% e 1%) sobre ovos e larvas de *Plutella xylostella* e no parasitoide *Trichogramma pretiosum*. Ovos de *P. xylostella* foram imersos em soluções contendo os OEs e na água (controle). Discos foliares de couve (5 cm Ø), tratados foram oferecidos a larvas. Ovos de *P. xylostella* com os OEs foram ofertados a fêmeas de *T. pretiosum*, para avaliar o parasitismo e a emergência. Ovos de *P. xylostella* já parasitados foram imersos nos tratamentos, para observar o efeito na emergência dos parasitoides. Foi registrada a sobrevivência de adultos de *T. pretiosum* expostos aos OEs. Os ovos e larvas de *P. xylostella* na presença dos OEs tiveram uma viabilidade menor e mortalidade maior, respectivamente, do que os submetidos à água. O consumo foliar foi menor em discos tratados com os óleos. Fêmeas de *T. pretiosum* foram atraídas para voláteis do OEEC (0,5%) e não distinguiram os demais tratamentos do controle. Os ovos que foram tratados com os OEs antes da exposição ao parasitoide tiveram índices de parasitismo menores do que ovos já parasitados que foram tratados com os OEs. A mortalidade de adultos expostos aos OEs foi de 3% a 6%, sendo os produtos considerados seletivos segundo a IOBC.

Palavras-chave: Plantas bioativas, *Plutella xylostella*, Controle biológico.

### 3.1 Introdução

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae), é um inseto praga associado ao cultivo de brássicas, com origem na região do mediterrâneo (Talekar & Shelton, 1993). Com sua capacidade migratória e plasticidade em se adaptar a diferentes condições climáticas, tornou-se uma praga cosmopolita (Chapman *et al.* 2002; Saeed *et al.* 2010). O principal meio para o controle de *P. xylostella* em cultivos de brássicas tem sido o uso de inseticidas, com intensificação do número de aplicações em regionais tropicais (Zalucki *et al.* 2012; Ribeiro *et al.* 2017), causando uma pressão seletiva da praga aos ingredientes ativos (Zhou *et al.* 2011; Li *et al.* 2012; Banazeer *et al.* 2021; Zhu *et al.* 2021). O uso destes produtos, entretanto, pode apresentar alta toxicidade aos humanos e também risco ao ambiente (Tudi *et al.* 2021). A persistência dos resíduos químicos nas plantas também pode causar intoxicação indireta em humanos, por contaminação alimentar (Carvalho, 2017; Tudi *et al.* 2021).

Os biopesticidas têm surgido como uma alternativa por serem menos tóxicos ao ambiente, possuir menor persistência e maior seletividade, sendo assim reconhecidos como *ecofriendly* (Walia *et al.* 2017). Estudos com inseticidas botânicos e, entre eles os óleos essenciais, são alvos de pesquisas por seu potencial no controle de pragas, já que apresentam uma constituição complexa de mono e sesquiterpenos com propriedades inseticida (Isman, 2020).

Em relação à *P. xylostella*, alguns OEs já foram testados como no trabalho de Song *et al.* (2022) que observaram deterrência alimentar de larvas de 3º instar quando em contato com discos de repolho tratados com OEs de *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) (86,73%) e *Acorus calamus* (Acoraceae) (82,61%), na concentração de 5 µg/µl. Outro método para controlar infestações de *P. xylostella* é o controle biológico (CB), com o uso de agentes bióticos, destacando-se os himenópteros parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae (Pratissoli *et al.* 2004).

Dentre a diversidade de plantas que produzem OEs e que apresentam ação inseticida e/ou repelente estão a pimenta-rosa *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e o eucalipto-cidró, *Eucalyptus citriodora* (Myrtaceae) (Filomeno *et al.* 2017; Hussein *et al.* 2017). A atividade inseticida do OE de *S. terebinthifolius* foi relatada em gorgulho-dos-cereais *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) (Nascimento *et al.* 2018) e no caruncho-do-feijão *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) (De Oliveira *et al.* 2017). A ação do OE de folhas de *E. citriodora*, por sua vez, foi testada no

controle e repelência do gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (Mardiningsih *et al.* 2022)

Há registros de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em sua ocorrência natural parasitando ovos de *P. xylostella* (Querino & Zucchi, 2012). No sul da Ásia ocorreram liberações massais de *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle da traça-das-crucíferas (Parajuli & Paudel, 2019). Segundo Massarolli *et al.* (2021) *T. pretiosum* é um agente eficaz no controle da traça-das-crucíferas em cultivos de couve-verde em casa de vegetação.

Estudos dos efeitos dos óleos essenciais sobre os inimigos naturais quando usados em associação ao controle biológico ainda é incipiente. Alguns trabalhos, como os de Purwatiningsih *et al.* (2012) e Parreira *et al.* (2019), demonstraram que *T. pretiosum* submetidos ao contato com OEs de *Azadirachta indica* (Meliaceae), *Piper nigrum* (Piperaceae) e *Leptospermum petersonii* (Myrtaceae) apresenta compatibilidade, não afetando seu parasitismo e emergência.

Em consonância com o exposto os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos dos óleos essenciais de pimenta-rosa, e eucalipto-cidró sobre ovos e lagartas de *P. xylostella* e no parasitoide *T. pretiosum*, em testes de laboratório, bem como classificar os óleos quanto à seletividade segundo as normas da International Organization of Biological Control (IOBC).

### **3.2 Material e métodos**

Os bioensaios e criações de insetos foram conduzidos em condições controladas ( $25 \pm 1$  °C,  $60 \pm 10\%$  UR, fotofase 12 horas), no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (CBLab), Faculdade de Agronomia da UFRGS, no período de 1 de abril de 2020 a 28 de janeiro de 2022.

#### **Cultivo da couve-verde**

As mudas de couve-verde *B. oleraceae* var. *acephala* foram obtidas comercialmente e transplantadas para um canteiro na horta didática e experimental do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS ( $30^{\circ} 4'28.04''S$  e  $51^{\circ} 8'6.87''O$ ). O manejo foi realizado sem aplicação de insumos químicos e com irrigação manual, quando necessário. As plantas foram utilizadas para obtenção de *P. xylostella* em infestação natural e as folhas, para manutenção da criação em laboratório e experimentos.

O cultivo de couve-verde ocorreu de forma contínua tendo início em 1 de abril de 2020 a 28 de janeiro de 2022.

### **Criação de *Plutella xylostella***

Lagartas de *P. xylostella* foram acondicionadas em caixas Gerbox® (11 cm x 11 cm) e permaneceram em incubadora recebendo folhas de couve para alimentação. Ao atingirem a fase adulta, as mariposas foram colocadas em uma gaiola de madeira (51 cm x 27 cm x 51 cm), revestida com tecido voile. Em cada gaiola eram colocadas duas placas de Petri (80 mm x 15 mm) forradas de papel filtro umedecido com água destilada e discos de couve (9 cm Ø) (substrato para oviposição) e uma placa com algodão umedecido com uma solução de mel e água, à 10% (substrato de alimentação). Posteriormente os discos de couve (9 cm Ø) contendo ovos de *P. xylostella* eram colocados em potes de plástico (16 cm x 25 cm) contendo papel filtro ao fundo, umedecido com água destilada e folhas de couve frescas para alimentação das lagartas. As pupas eram transferidas para um pote de plástico de 250 mL até a emergência, sendo os adultos liberados novamente na gaiola. A criação de *P. xylostella* ocorreu de forma concomitante ao período de cultivo da couve-verde, durante os anos de 1 de janeiro de 2020 a 28 de janeiro 2022, sendo introduzido novos organismos ao longo do ano.

### **Criação de *Trichogramma pretiosum***

Os parasitoides foram obtidos da empresa Koppert Biological Systems Brasil. Os adultos de *T. pretiosum* eram mantidos em frascos tipo Becker (250 mL) e alimentados com gotículas de mel puro depositadas nas paredes dos frascos, os quais foram vedados com parafilme e mantidos em incubadora BOD.

Para multiplicação dos parasitoides foram utilizados ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), inviabilizados em luz ultravioleta (Philips® UV 15 W) por cerca de 50 min e fixados em cartolina azul-celeste (180 g) com goma arábica a 10%. Diariamente cartelas com ovos de *E. kuehniella* eram ofertadas aos parasitoides. A criação de *E. kuehniella* foi mantida segundo a metodologia proposta por Parra (1997), utilizando uma dieta a base de farinha de trigo (97%) e levedura de cerveja (3%). A criação de *T. pretiosum* utilizada nesta pesquisa é oriunda de uma criação já estabelecida em laboratório adquirida em 2019, comercialmente da empresa Koppert Biological Systems Brasil.

### **Obtenção dos óleos essenciais**

Foram utilizados frutos maduros de pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*), coletados no bairro Agronomia, em Porto Alegre, RS (30°02'48"S e 51°08'17" O) e folhas frescas de eucalipto-cidrô (*Eucalyptus citriodora*), coletadas no município de Ivoti, RS (29°36' 00"S e 51°09'13.68"O). Os frutos de pimenta-rosa foram secos em temperatura ambiente por 72 horas, sendo a extração realizada imediatamente após este período. As folhas de eucalipto-cidrô foram acondicionadas em sacos plásticos após a coleta e mantidas sob refrigeração (4 °C) até o momento da extração, aproximadamente uma semana.

A extração foi feita por hidrodestilação (destilação por arraste de vapor) (AOAC, 1992), utilizando o aparelho Clevenger da marca Êxodo Tecnologia® modelo 3000, acoplado a um balão volumétrico de fundo redondo de 3 L. Para aumentar a área superficial dos materiais vegetais, os frutos de pimenta-rosa (300 g) e as folhas frescas de eucalipto-cidrô (200 g), foram previamente trituradas com auxílio de liquidificador. Cada um dos materiais foi colocado isoladamente dentro do balão onde foi adicionado 1,5 L de água destilada. Após três horas de hidrodestilação (Oliveira Junior *et al.* 2013) o óleo essencial de cada espécie foi separado da fase líquida (hidrolato), com auxílio de pipeta de vidro graduada de 10 mL e bomba de sucção. Os óleos essenciais foram armazenados em recipientes de vidro âmbar à temperatura de 4 °C, para posterior utilização durante os experimentos. As extrações dos óleos essenciais ocorreram entre abril e maio de 2020. A identificação fotoquímica dos óleos foi realizada no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, São Paulo pela pesquisadora Márcia Ortiz M. Marques (Anexo 1).

### **Bioensaios**

Foram testados os óleos de *E. citriodora* (OEEC) e *S. terebinthifolius* (OEST) nas concentrações de 0,5% e 1%. Para preparação das diluições os óleos foram dissolvidos em Tween80® a 1% e depois em água destilada. Os tratamentos avaliados foram: T1 = tratamento controle, com água destilada + solvente Tween 80®; óleo essencial de *E. citriodora* (0,5%); óleo essencial de *E. citriodora* (1%); óleo essencial de *S. terebinthifolius* (0,5%) e óleo essencial de *S. terebinthifolius* (1%). Os bioensaios realizados, seguiram a metodologia proposta por Turchen *et al.* (2014) e Poorjavad *et al.* (2014), com modificações.

### **Efeito dos óleos essenciais sobre ovos de *P. xylostella***

Foram utilizados 20 ovos de *P. xylostella* de até 24 horas de idade, para cada tratamento. Estes foram colocados em um saco de tecido tipo voile (6 cm x 6 cm), presos

por um elástico nas extremidades, sendo imersos com auxílio de uma pinça de metal esterilizada, por cinco segundos, em cada um dos tratamentos. Após a secagem em temperatura ambiente, aproximadamente 50 minutos, esses ovos foram dispostos em placas de Petri (80 mm x 15 mm), as quais foram mantidas em câmara climatizada. As avaliações foram feitas sob microscópio estereoscópio (40 x), 48, 72 e 96 horas após a imersão sendo avaliado a integridade dos ovos, considerando se murcharam ou romperam não permitindo eclosão das larvas. Foram realizadas 20 repetições por tratamento totalizando 400 ovos. A mortalidade corrigida dos ovos de *P. xylostella* foi calculada por meio da fórmula de Schneider-Orelli, (% da mortalidade na parcela tratada - % da mortalidade na parcela controle / 100 - % da mortalidade na parcela controle) \* 100 (Püntener, 1981).

### **Efeito de óleos essenciais sobre larvas de *P. xylostella***

A mortalidade e consumo foliar por larvas de *P. xylostella* foram registradas em discos foliares de couve-verde com área foliar de 6 cm de diâmetro, os quais foram submersos por 10 segundos em um dos tratamentos descritos no item anterior. Após a secagem em temperatura ambiente (cerca de 50 minutos), os discos foram acondicionados, individualmente, em placas de Petri (80 mm x 15 mm). Posteriormente, foram introduzidas três larvas de 3º ínstar em cada placa, as quais foram avaliadas 24 e 48h após a exposição, sob microscópio estereoscópio (40 x). Os insetos que não responderam ao estímulo do toque com um pincel de cerdas finas (nº 00) foram considerados mortos. Os testes de consumo foliar foram realizados de forma simultânea com os de mortalidade. Para tanto, foi utilizado o aparelho de medição de área foliar, modelo LI-3100C, no laboratório de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Os discos foliares utilizados neste experimento tiveram a área foliar medida antes e após o período de exposição (24 e 48h) às lagartas de *P. xylostella*, não havendo substituição do disco de couve em nenhuma das repetições até o final do experimento. Foram realizadas 20 repetições por tratamento.

### **Respostas quimiotáticas de *T. pretiosum* a óleos essenciais**

O bioensaio foi conduzido com fêmeas virgens com idade até 24 horas, em olfatômetro de vidro de dupla escolha, tipo “Y” com diâmetro de 2 cm, arena inicial de 20 cm, bifurcada em dois braços de 8 cm cada. Os insetos testados foram individualizados antes do início dos experimentos e aclimatados por 1 hora na sala de testes. O fluxo de ar foi conduzido para dentro do sistema com o auxílio de um propulsor conectado a um fluxímetro,

a uma taxa de 0,3 L/min. A arena foi invertida (rotação de 180°), a cada cinco repetições e, a cada dez, esta foi lavada com sabão neutro, álcool 70% e hexano, posteriormente, seca em estufa de esterilização a 150 °C. Os testes foram realizados durante a fotofase, com luz fluorescente (60W, luminância 290 lux).

Foram avaliados os óleos essenciais de pimenta-rosa (*S. terebinthifolius*), eucalipto-cidró (*E. citriodora*) nas concentrações de 0,5% e 1% contrastados com água destilada (controle), todos com a presença de Tween 80® (10 µL/mL). Pedacos de papel filtro (3 cm x 6 cm) foram imersos em cada solução e avaliados após a secagem em temperatura ambiente (cerca de 50 minutos).

Foi considerada resposta positiva (primeira escolha), quando fêmeas de *T. pretiosum* permaneceram por pelo menos 15 segundos na extremidade de um dos braços. Os insetos que não se movimentaram ou que não alcançaram um dos dois braços do olfatômetro em 5 min foram registrados como não responsivos e desconsiderados na análise estatística. Foram realizadas 40 repetições de insetos responsivos para cada contraste.

#### **Parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* expostos aos óleos essenciais**

Foram realizados dois bioensaios, um aplicando-se os óleos antes de ocorrer o parasitismo (pré-parasitismo) e outro com a aplicação dos óleos sobre os ovos já parasitados (pós-parasitismo). 20 grupos de 20 ovos com até 36 horas, foram imersos nas diluições de óleos ou água, seguindo a metodologia descrita anteriormente. Na exposição pré-parasitismo, após a secagem (aproximadamente 50 minutos), os 20 ovos foram colocados em um tubo de ensaio de vidro (8,5 cm x 2,4 cm) e ofertados a uma fêmea de *T. pretiosum*, pareada, e com 24 a 36 horas de vida. Transcorridas 24 horas, as fêmeas foram retiradas e os ovos armazenados em condições controladas.

Para avaliar o efeito dos óleos no pós-parasitismo, posturas de *P. xylostella* de até 36 horas, foram expostas a fêmeas pareadas de *T. pretiosum* com 24 a 36 horas de vida. Após 24 horas de exposição, as fêmeas foram retiradas e os ovos parasitados acondicionados em tubos de ensaio de vidro (8,5 cm x 2,4 cm) mantidos em condições controladas por três dias. Os ovos que apresentaram escurecimento por conta do parasitismo (terceiro ínstar a pré-pupa) (TNAU Agritech Portal, 2022) foram imersos nos diferentes tratamentos, conforme já descrito em ambos os bioensaios (pré e pós-parasitismo). Os ovos foram vistoriados a cada 24 horas até a emergência dos parasitoides ou eclosão das larvas, sob microscópio estereoscópio (aumento de 40 x).

### Potencial tóxico de óleos essenciais para adultos de *T. pretiosum*

Dez fêmeas de *T. pretiosum* com idade de 24 a 36 horas de vida foram introduzidas em tubos de ensaio de vidro (8,5 cm x 2,4 cm) contendo um papel filtro (1 cm x 1 cm) imerso por cinco segundos em uma das diluições de óleos ou água (controle), descritos anteriormente e secos em temperatura ambiente (aproximadamente 50 min). Os tubos com as fêmeas foram mantidos em ambiente climatizado. Foram realizadas 20 repetições por tratamento.

O número de parasitoides mortos por tubo foi quantificado após 30 min, 1, 2 e 3h de exposição. Foram considerados mortos os insetos que não responderam ao toque com pincel de cerdas finas (nº 00). A escala de Boller *et al.* (2005) adotada pela IOBC, foi utilizada como parâmetro aproximado para indicar a seletividade dos óleos aos parasitoides. (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação da seletividade de pesticidas a inimigos naturais de acordo com a International Organization of Biological Control (IOBC) (Boller *et al.* 2005) (Classification of pesticide selectivity to natural enemies according to International Organization of Biological Control (IOBC) (Boller et al. 2005)). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Classificação	Redução na Emergência	
	(E) de inimigos naturais (%)	Classes
Inócuo	$E < 30\%$	1
Levemente nocivo	$30 \leq E \leq 79\%$	2
Moderadamente nocivo	$80 \leq E \leq 99\%$	3
Nocivo	$E > 99\%$	4

### Análise Estatística

Os dados médios da mortalidade de ovos de *P. xylostella*, mortalidade e consumo foliar de larvas de *P. xylostella*, porcentagem de parasitismo, taxa de emergência e mortalidade dos adultos de *T. pretiosum* foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Lilliefors. Dados paramétricos foram comparados por ANOVA seguido do teste Tukey, para dados não paramétricos foi usado o teste Kruskal-Wallis seguido de Dunn, ao nível de 5% de significância com o auxílio do software Bioestat 5.3® (Ayres *et al.* 2007).

Os resultados do bioensaio de olfatométrica de *T. pretiosum* foram analisados pelo teste de GLM (General linear model), distribuição modelo binomial, ao nível de 5% de

significância utilizando o software estatístico R Studio® (versão 4.1.1) (R Development Core Team, 2019). Também foi calculada a mortalidade corrigida dos ovos e larvas de *P. xylostella*, por meio da fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981).

### 3.3 Resultados e discussão

#### Viabilidade de ovos de *Plutella xylostella* tratados com óleos essenciais

Os óleos essenciais de *E. citriodora* (OEEC) e *S. terebinthifolius* (OEST) causaram maior inviabilidade de ovos de *P. xylostella*, em ambas as concentrações testadas (0,5 e 1%), em relação ao tratamento controle (água). Não houve efeito significativo da concentração do mesmo óleo na viabilidade, contudo o OEEC na menor concentração (0,5%) foi mais letal do que o OEST ( $H = 44,1$ ;  $p < 0,0001$ ) nesta mesma concentração. Além disso, os maiores percentuais de inviabilidade (mortalidade corrigida) foram constatados para o óleo de eucalipto-cidrô na concentração de 0,5% em relação ao de pimenta-rosa na mesma concentração e água (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio ( $\pm$  EP) de ovos inviabilizados de *Plutella xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC) e *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween 80 (testemunha). Mortalidade corrigida por Schneider-Orelli ( $n = 20$ ) (Average number ( $\pm$  SE) of non-viable *Plutella xylostella* eggs treated with essential oil of *Eucalyptus citriodora* (OEEC) and *Schinus terebinthifolius* (OEST) and water + tween 80 (control). Mortality corrected by Schneider-Orelli ( $n = 20$ )). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tratamentos	Número médio de ovos inviabilizados	Mortalidade corrigida (%)
Água	3,5 $\pm$ 0,32 a	17,25
OEEC 0,5%	13,0 $\pm$ 1,12 c	58,01
OEEC 1%	10,9 $\pm$ 0,64 bc	45,02
OEST 0,5%	6,9 $\pm$ 1,31 b	21,15
OEST 1%	8,4 $\pm$ 0,54 bc	29,61

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (Means followed by different letters in the column differ statistically by Dunn test ( $p < 0,05$ )).

O efeito ovicida dos óleos essenciais está possivelmente relacionado com a presença de princípios ativos que inviabilizam ou prejudicam o desenvolvimento dos insetos (Krinski *et al.* 2018). Dentre os compostos majoritários presentes no OEEC (Anexo 3) estão o citronelal (79,92%) e o isopulegol (6,14%), aos quais já foi atribuída a atividade inseticida

(Silveira & Lazzarotto, 2021; Bandeira *et al.* 2022). Segundo Rodrigues (2018), constituintes do OE de *E. citriodora* podem ter efeito sinérgico potencializando sua letalidade.

Apesar de não ter sido constatada a influência do aumento da concentração do mesmo óleo na inviabilidade de ovos de *P. xylostella*, este fator, segundo Krinski *et al.* (2018), pode incrementar a mortalidade de embriões de insetos. Este aspecto foi estudado por Cai *et al.* (2020) os quais verificaram uma inviabilidade de 100 e 67,74% de ovos de *P. xylostella* quando expostos a concentrações de 8,5 e 5,95 mg/L de citronelal, respectivamente. Embora tenhamos registrado a presença deste aldeído no OEEC, não foi analisada a concentração de cada substância nos óleos, desta forma é possível que mesmo na concentração maior, a quantidade de citronelal não tenha sido suficiente para matar 100% dos embriões ou larvas.

Além dos aspectos químicos, é provável que a viscosidade dos óleos também possa ter influenciado a viabilidade dos ovos. Os óleos formam uma película isolante dificultando as trocas gasosas realizadas pelo embrião ou pela larva. Esse efeito já foi constatado com a presença de óleos minerais em ovos de outros lepidópteros como *Epiphyas postvittana* (Walker) (Tortricidae) (Taverner *et al.* 2011) e *Grapholita funebrana* Treitschke (Tortricidae) (Rizo *et al.* 2018).

#### **Mortalidade e consumo foliar de larvas de *P. xylostella* em discos de couve tratados com OEEC e OEST**

O número médio de lagartas mortas foi significativamente superior nos grupos que foram expostos a discos de couve na presença dos óleos essenciais, comparado aos expostos à água (controle) ( $H = 43,5$ ;  $p < 0,0001$ ). Entretanto, a mortalidade foi semelhante entre as lagartas submetidas aos diferentes óleos e concentrações. Da mesma forma ao constatado para os ovos de *P. xylostella*, a mortalidade corrigida de lagartas foi maior para o OEEC (ambas as concentrações), em relação ao OEST (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio ( $\pm$  EP) de lagartas de *Plutella xylostella* mortas em contato com discos de couve tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween 80 (controle) ( $n = 3$ ). Mortalidade corrigida por Schneider-Orelli ( $n = 20$ ). (Mean number ( $\pm$  SE) of dead *Plutella xylostella* caterpillars in contact with cabbage discs treated with *Eucalyptus citriodora* essential oil (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) and water + tween 80 (control) ( $n = 3$ ) Mortality corrected by Schneider-Orelli ( $n = 20$ )). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tratamentos	Número médio de lagartas mortas	Mortalidade corrigida (%)
Água	0,1 ± 0,06 a	3,33
OEEC 0,5%	2,2 ± 0,19 b	70.68
OEEC 1%	2,2 ± 0,19 b	70.68
OEST 0,5%	1,4 ± 0,24 b	44.82
OEST 1%	1,7 ± 0,22 b	53.45

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (Means followed by different letters in the column differ statistically using Dunn test ( $p < 0.05$ )).

O consumo foliar foi significativamente menor nos tratamentos OEEC (0,5 e 1%) e OEST (1%), em comparação ao controle, tanto nas primeiras 24h como após às 48h de avaliação (Tabela 4). Na comparação das áreas foliares consumidas entre os dois períodos, este aumento foi significativo somente para o tratamento controle, sendo essa diferença superior àquelas registradas para OEEC 0,5%, OEEC 1% e OEST 1% (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo foliar ( $\text{cm}^2$ ) médio ( $\pm$  EP) de três lagartas de *Plutella xylostella* a discos de couve tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) nas concentrações de 0,5 e 1% e água + tween 80 (controle), expostos durante 24 a 48h aos insetos (Leaf consumption ( $\text{cm}^2$ ) average ( $\pm$  SE) of three caterpillars of *Plutella xylostella* on cabbage discs treated with essential oil of *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) at concentrations of 0.5 and 1% and water + tween 80 (control), exposed for 24 to 48 hours to insects). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tempo	Tratamentos				
	Água	<i>E. citriodora</i> (0,5%)	<i>E. citriodora</i> (1%)	<i>S. terebinthifolius</i> (0,5%)	<i>S. terebinthifolius</i> (1%)
24h	3,0 ± 0,27 a	0,8 ± 0,27 b	0,5 ± 0,22 b	1,5 ± 0,17 ab	0,9 ± 0,17 b
48h	4,9 ± 0,47 a	1,9 ± 0,45 bc	0,5 ± 0,34 c	2,7 ± 0,32 ab	1,7 ± 0,32 bc

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (Means followed by different letters in the line differ statistically using Dunn test ( $p < 0.05$ )).

A ação inseticida e/ou fagodeterrente de *P. xylostella* expostas aos discos foliares contendo os óleos essenciais é possivelmente atribuída à ação neurotóxica dos compostos presentes nos óleos os quais podem ocasionar a morte de lagartas, tanto por contato, como por ingestão (Isman & Machial, 2006; Mayanglambam *et al.* 2022). Estudos realizados com

o OE de *E. citriodora* em *P. xylostella* detectaram que os constituintes majoritários deste óleo (isopulegol e citronelal) (Anexo 3), apresentam uma interação positiva potencializando ação tóxica nas larvas, resultando em até 80% de morte (Filomeno *et al.* 2017). Santos *et al.* (2020) também haviam observado mortalidade de larvas de *P. xylostella* expostas ao citronelal, citronelol e isopulegol, constituintes majoritários do OEEC. Desta forma, é provável que o percentual de lagartas mortas de *P. xylostella* registrado neste estudo (70,68%) também esteja associado a estas substâncias.

### Olfatometria de *T. pretiosum* a voláteis de OEEC e OEST

Fêmeas de *T. pretiosum* foram significativamente mais atraídas para o odor do óleo essencial de *E. citriodora* (0,5%) ( $X^2 = 7,3121$  gl = 1;  $p = 0,006849$ ) em relação ao controle (ar) e não diferenciaram os odores nos demais tratamentos (Figura 2).

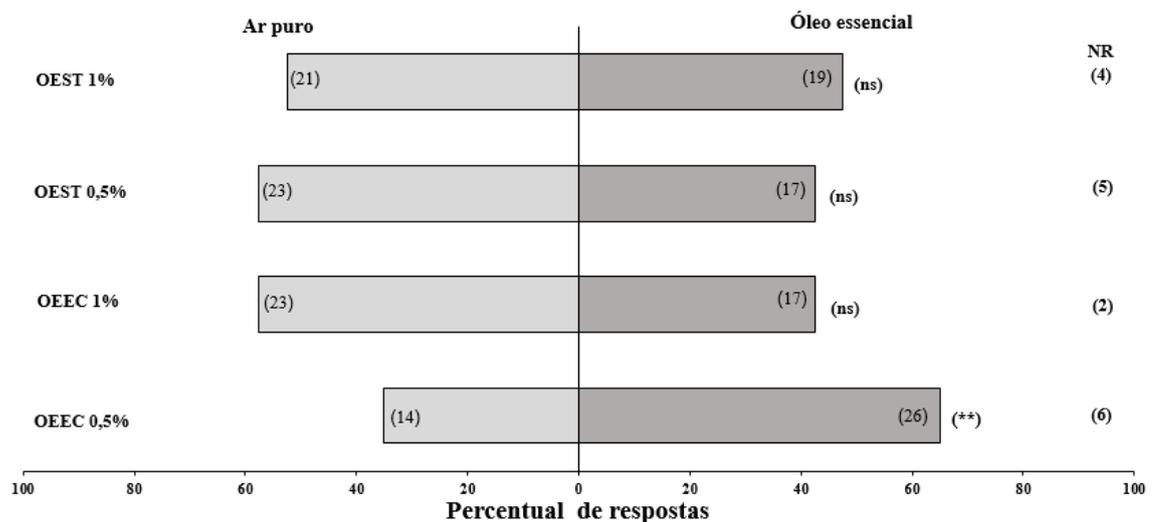


Figura 1. Respostas quimiotáticas de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* (até 24 horas de idade) em olfatómetro de dupla escolha, submetidos aos voláteis dos óleos essenciais de pimenta-rosa (OEST) (*Schinus terebinthifolius*) e eucalipto-cidrô (OEEC) (*Eucalyptus citriodora*) (0,5% e 1%) versus ar puro. Números dentro das barras indicam a quantidade de insetos respondendo. NR = número de insetos não respondendo. ns = resposta não significativa. Barras seguidas de asterisco diferem significativamente pelo teste de Chi-quadrado ( $p < 0,01$ ) (Chemotaxic responses of *Trichogramma pretiosum* females (up to 24 hours of age) in a double-choice olfactometer, subjected to volatiles from the essential oils of pink pepper (OEST) (*Schinus terebinthifolius*) and lemon eucalyptus (OEEC) (*Eucalyptus citriodora*) (0.5% and 1%) versus fresh air. Numbers inside the bars indicate the number of responding insects. NR = number of non-responsive insects. ns = non-significant response. Bars followed by an asterisk differ significantly using the Chi-square test ( $p < 0.01$ ). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Os óleos essenciais utilizados neste estudo tinham como constituintes majoritários o mirceno, o  $\beta$ -felandreno e o  $\alpha$ -pineno (*S. terebinthifolius*) e o citronelal e o citronelol (*E. citriodora*). O citronelal e do citronelol, são consideradas substâncias repelentes para alguns grupos de insetos, como mosquitos (Shasany *et al.* 2000; Wany *et al.* 2013). Além disso, o  $\alpha$ -pineno e o mirceno identificados na composição do OEST também são associados à repelência de pulgões (Sales *et al.* 2017). Entretanto, isso não foi ratificado para as fêmeas de *T. pretiosum* em nosso estudo. Também, Silva (2020) observou que fêmeas de *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) foram atraídas para plantas de couve-verde aspergidas com óleo de pimenta-rosa (0,5%), enquanto o óleo de citronela (*Cymbopogon winterianus*) teve ação repelente e o de eucalipto-cidrô não influenciou a quimiotaxia deste parasitoide nesta mesma concentração.

Sabe-se que estes compostos orgânicos voláteis são comumente encontrados em folhas verdes (*Green Leaf Volatiles*) e podem interferir de diferentes maneiras na orientação de herbívoros e inimigos naturais (Hatanaka, 1993). Sendo assim, a ausência de percepção de *T. pretiosum* aos compostos presentes em OEST e ao OEEC (1%), pode estar relacionada a mecanismos diferentes de percepção e interpretação dos sinais químicos entre os organismos. Isso porque existem características sensoriais olfativas diferentes, associadas a alterações em estruturas como tipos de antenas, de sensilas e de proteínas odoríferas, que normalmente estão vinculadas ao contexto ecológico e ao processo evolutivo de cada espécie (O'Connell *et al.* 1986). Por outro lado, a resposta quimiotáxica diferencial de fêmeas do parasitoide entre as concentrações do mesmo óleo (*E. citriodora*), está possivelmente relacionada à capacidade do inseto de desencadear uma resposta motora frente a uma determinada intensidade de estímulo, o qual, quando em excesso ou falta não atua como semioquímico.

No presente estudo foi avaliada a resposta quimiotáxica do parasitoide apenas aos voláteis dos óleos, contudo alguns estudos já constataram que a interação de óleos, extratos vegetais e fitormônios com a planta pode interferir na orientação de *T. pretiosum*. Lopes & Sant'Ana (2019) já haviam relatado a atração de fêmeas de *T. pretiosum* a plantas de arroz tratadas com jasmonato de metila e ácido salicílico, em comparação com as aspergidas com água e etanol.

### **Parasitismo e emergência de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* expostos aos OEEC e OEST antes e após o parasitismo**

Nos bioensaios em que os óleos foram aplicados nos ovos de *P. xylostella* antes do parasitismo, o menor índice de parasitismo foi constatado em ovos expostos ao óleo de *S.*

*terebinthifolius* a 1%, sendo que para os demais tratamentos este foi semelhante ao controle ( $F = 2,97$ ;  $p < 0,0228$ ). A emergência ( $H = 34,61$ ;  $p < 0,0001$ ) e a razão sexual ( $H = 3,4098$ ;  $gl = 4$ ;  $p = 0,4917$ ) de *T. pretiosum* não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 5). Contudo, nos testes em que os óleos foram aplicados em ovos já parasitados, somente o tratamento OEEC (0,5%) teve índices de emergência semelhantes ao controle e superiores aos demais tratamentos com óleos, os quais não diferiram entre si.

Em relação ao bioensaio no qual os óleos foram aplicados sobre os ovos já parasitados, observou-se uma mortalidade de mais de 70% dos imaturos do parasitoide para os tratamentos de OEEC a 1%, OEST a 0,5 e 1%. Nestes tratamentos, a emergência foi significativamente inferior ao controle ( $H = 34,61$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 6). Apenas o tratamento OEEC na dosagem de 0,5% se comportou semelhante ao tratamento controle, sem diferença na emergência de parasitoides em relação ao controle (Tabela 6).

A razão sexual não diferiu entre os tratamentos, tanto na aplicação dos OEs no pré parasitismo ( $H = 3,4098$ ;  $gl = 4$ ;  $p = 0,4917$ ) (Tabela 5), como no pós parasitismo ( $H = 10,358$ ;  $gl = 4$ ;  $p = 0,3854$ ) (Tabela 6), tendo sido sempre desviada para fêmeas.

Tabela 5. Percentagem média ( $\pm$  EP) de parasitismo e emergência de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween 80 (controle) antes da exposição ao parasitismo. ( $n = 20$ ) (Mean percentage ( $\pm$  SE) of parasitism and emergence of *T. pretiosum* in *P. xylostella* eggs treated with essential oil of *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) and water + tween 80 (control) before exposure to parasitism. ( $n = 20$ )). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tratamentos	Parasitismo de <i>T. pretiosum</i> (%)	Emergência de <i>T. pretiosum</i> (%)	Razão sexual de <i>T. pretiosum</i>
Água	81,25 $\pm$ 0,70 a	83,3 $\pm$ 0,69 a	0,7 $\pm$ 0,02a
OEEC 0,5%	66,5 $\pm$ 1,13 a	85,7 $\pm$ 1,08 a	0,7 $\pm$ 0,05a
OEEC 1%	72 $\pm$ 1,47 a	90,9 $\pm$ 1,42 a	0,7 $\pm$ 0,06a
OEST 0,5%	60,5 $\pm$ 1,52 a	88,4 $\pm$ 1,56 a	0,7 $\pm$ 0,07a
OEST 1%	50,25 $\pm$ 1,70 b	85,5 $\pm$ 1,52 a	0,8 $\pm$ 0,07a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Means followed by different letters in the column differ statistically using the Tukey test ( $p < 0.05$ )).

O baixo impacto de óleos essenciais aplicados previamente nos ovos, na taxa de parasitismo de *T. pretiosum* neste trabalho, também foi apontado para os OEs de *Hyptis marrubioides* (Lamiaceae) e *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) sobre ovos de *S. frugiperda* previamente submetidos a estes, ficando em torno de 74% (Bibiano *et al.* 2022). Em contraponto, Parreira *et al.* (2019) constataram menor parasitismo de *T. pretiosum* (9,4 a 30,7%) em ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) expostos aos óleos essenciais de *Carapa guianensis* (Meliaceae), *Allium sativum* (Liliaceae), *Citrus sinensis* (Rutaceae), *Mentha piperita* (Lamiaceae), *Origanum vulgare* (Lamiaceae), *Piper nigrum* (Piperaceae), *Syzygium aromarticum* (Myrtaceae) e *Thymus vulgaris* (Lamiaceae).

Tabela 6. Percentagem média ( $\pm$  EP) de emergência de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* tratados com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween 80 após o parasitismo. (n = 20) (Mean percentage ( $\pm$  SE) of emergence of *T. pretiosum* in *P. xylostella* eggs treated with essential oil of *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) and water + tween 80 after parasitism. (n = 20)). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tratamentos	Emergência de <i>T. pretiosum</i> (%)	Razão sexual de <i>T. pretiosum</i>
Água	79,7 $\pm$ 3,08 a	0,8 $\pm$ 0,02 a
OEEC 0,5%	72,5 $\pm$ 2,30 a	0,8 $\pm$ 0,04 a
OEEC 1%	23,1 $\pm$ 3,08 c	0,9 $\pm$ 0,04 a
OEST 0,5%	23 $\pm$ 3,25 bc	0,8 $\pm$ 0,06 a
OEST 1%	16,4 $\pm$ 2,03 bc	0,9 $\pm$ 0,04 a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (Means followed by different letters in the column differ statistically using the Dunn test ( $p < 0.05$ )).

No presente estudo, este resultado pode estar relacionado à presença de monoterpenos como o  $\beta$ -pineno, presente em *S. terebinthifolius*. Há registro de que este componente tem efeito repelente em alguns insetos, como em *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) (Nascimento *et al.* 2018). Efeitos semelhantes foram constatados para adultos de *Bemisia tabaci* (Genn.) e *Trialeurodes ricini*, Misra (Hemiptera, Aleyrodidae), os quais foram repelidos com o óleo essencial de pimenta-rosa na

concentração de 1% (Hussein *et al.* 2017) e para *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) expostos a 0,5 a 4  $\mu\text{l cm}^{-2}$  deste óleo (Nenaah *et al.* 2022).

Por outro lado, por não ter havido diferença significativa nos percentuais de emergência entre os óleos e o controle, em qualquer das concentrações, podemos inferir que os óleos, quando aplicados nos ovos antes do parasitismo, não tiveram efeito tóxico sobre o parasitoide. Entretanto, o mesmo não foi constatado quando ovos de *P. xylostella* parasitados por *T. pretiosum* foram imersos nos óleos após o parasitismo, os quais, com exceção do OEEC (0,5%) tiveram um percentual de emergência menor do que o tratamento controle. A diferença no efeito dos óleos nos ovos deve-se, possivelmente, à fase de desenvolvimento do parasitoide (ovo-pupa) que foi atingida pelo produto.

No experimento aqui denominado de pré parasitismo, a fêmea entrava em contato com os ovos após terem secado, e tinha possibilidade de realizar a oviposição. Considerando que muitos monoterpênicos tóxicos evaporam, em temperatura ambiente, em 24h a 48h (Santos & Prates, 1999), possivelmente as larvas de *T. pretiosum* ao eclodirem dos ovos, não sofreram a ação tóxica dos óleos. Por outro lado, quando o imaturo do parasitoide já estava no terceiro ínstar ou em fase de pré-pupa (Milonas *et al.* 2020) e o ovo do hospedeiro era submetido aos óleos, o imaturo sofria a ação tóxica dos óleos, havendo uma visível redução na emergência.

Embora a metodologia usada no presente estudo não seja igual ao protocolo estabelecido pela IOBC, os resultados de emergência podem indicar que os óleos de eucalipto cidró (a 0,5 e 1%) e de pimenta-rosa (a 0,5 e 1%) tiveram um efeito possivelmente inócuo (classe 1, menos de 30% de redução na emergência) quando a aplicação foi realizada antes do parasitismo (Boller *et al.* 2005). Na aplicação pós parasitismo, somente o OEEC 0,5% mostrou-se inócuo, sendo o OEST (0,5 % e 1%) e o OEEC (1%) possivelmente moderadamente nocivos (classe 3, 80-99%). Outros óleos essenciais como o de *Prangos ferulacea* (Umbelliferae), quando aplicados após o parasitismo feito por *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera: Trichogrammatidae) também apresentaram efeito tóxico aos estágios imaturos do parasitoide, reduzindo a taxa de emergência dos parasitoides (Ercan *et al.* 2013). Segundo os autores, *P. ferulacea* um dos constituintes majoritários responsáveis pela toxicidade é o  $\alpha$ -pineno, substância também encontrada nos OEs testados em nosso trabalho (Anexo 2 e 3.)

Os estágios imaturos de *T. pretiosum* são sensíveis podendo ser afetados por aplicações de produtos químicos sob os ovos de seus hospedeiros. Isso também foi evidenciado em aplicações de óleo de Nim sobre ovos de *T. absoluta* parasitados por *T.*

*pretiosum* após o parasitismo, reduzindo a emergência dos parasitoides em fase de ovo (16,75%), larva (13,98%) e pupa (74,05%) (Rampelotti-Ferreira *et al.* 2017).

A razão sexual de *T. pretiosum*, por sua vez, não foi afetada em nenhum dos tratamentos. Esta é comumente desviada para fêmeas, ampliando o sucesso da espécie, característica que é desejada em programas de controle biológico, pois contribui para o êxito do manejo da praga (Sousa *et al.* 2017)

Os resultados destes bioensaios indicam que o uso associado das duas técnicas de manejo de *P. xylostela* na couve deve ser realizado de forma criteriosa, com um intervalo seguro de dias para que não ocorra a aplicação do produto em ovos já parasitados, podendo comprometer o desenvolvimento do parasitoide.

### Efeito de OEs em adultos de *T. pretiosum*

Não houve diferença no número médio de insetos mortos nos diferentes tratamentos com os óleos de *E. citriodora* e *S. terebinthifolius*, em ambas concentrações. (H = 0,1706; gl = 2; p = 0.9182) (Tabela 7).

Tabela 7. Número médio ( $\pm$  EP) de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* mortas em contato com óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) e água + tween 80 (controle) (n = 10). Average number ( $\pm$  SE) of *Trichogramma pretiosum* females killed in contact with essential oil of *Eucalyptus citriodora* (OEEC), *Schinus terebinthifolius* (OEST) and water + tween 80 (control) (n = 10). Porto Alegre, UFRGS, 2022.

Tratamentos	Número médio de adultos mortos	Porcentagem de adultos mortos
Água	0 $\pm$ 0,00	-
OEEC 0,5%	0 $\pm$ 0,00	-
OEEC 1%	0,6 $\pm$ 0,26 a	6%
OEST 0,5%	0,3 $\pm$ 0,14 a	3%
OEST 1%	0,3 $\pm$ 0,12 a	3%

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Dunn (p > 0,05) (Means followed by the same letters in the column do not differ statistically using the Dunn test (p > 0.05)).

Nossos resultados mostram poucos impactos nos parasitoides testados, diferindo de trabalhos como o de Monsreal-Ceballos *et al.* (2018), que observaram que parasitoides da família Trichogrammatidae apresentam baixa tolerância a biopesticidas formulados com

OEs em testes de laboratório. Da mesma forma, Khan *et al.* (2015) testaram 19 produtos químico-sintéticos em condições laboratoriais sendo que 10 não foram seletivos aos adultos de *T. pretiosum*, causando mortalidade de até 100%. Em contrapartida, as espécies botânicas testadas no presente estudo foram seletivas aos adultos de *T. pretiosum*, com baixos índices de mortalidade

Tendo em vista que os óleos essenciais de *E. citriodora* e *S. terebentifolius* tem ação tóxica a ovos e larvas e são fagodeterrentes a larvas de *P. xylostella*, mas provocam menor impacto em imaturos e adultos do parasitoide, inferimos que têm potencial para uso em programas de manejo integrado na cultura da couve. Contudo, antes da definição de protocolos de uso associado, testes de semi-campo e de campo devem ser realizados.

### **3.4 Conclusões**

Os óleos essenciais estudados causaram mortalidade em ovos e larvas de *P. xylostella*, baixo impacto no parasitismo e desenvolvimento embrionário de *T. pretiosum*. O óleo essencial *E. citriodora* na concentração de 0,5% é o mais promissor como inseticida botânico para o controle de *P. xylostella*. São necessários estudos complementares que avaliem o desempenho destes OEs a campo e semicampo. Entretanto, trata-se de uma nova tecnologia de manejo de *P. xylostella* para os produtores orgânicos de hortaliças.

### 3.5 Referências

AOAC - Association of official analytical chemistry. 1992. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 12th ed. Washington, 1015 p.

AYRES, M; AYRES, JRM; AYRES, DL; SANTOS, AD. 2007. *Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém, BR: Sociedade Civil Mamirauá. 380 p.

BANAZEER, A; AFZAL, MBS; HASSAN, S; IJAZ, M; SHAD, SA; SERRÃO, JE. 2021. Status of insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) from 1997 to 2019: cross-resistance, genetics, biological costs, underlying mechanisms, and implications for management. *Phytoparasitica* 50: 465-485. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00959-z>

BANDEIRA, DM; CORREA, JM; LASKOSKI, LV; BATISTA, JM; ROSSET, J; DA COSTA, WF; DA SILVA PINTO, FG. 2022. Extraction, characterization of bioactive compounds and biological activities of the leaves of *Podocarpus lambertii* Klotzch ex Endl. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 31: 100427. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100427>

BIBIANO, C S; ALVES, DS; FREIRE, BC; BERTOLUCCI, SKV; CARVALHO, GA. 2022. Toxicity of essential oils and pure compounds of Lamiaceae species against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and their safety for the nontarget organism *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Crop Protection* 158: 106011. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106011>

BOLLER, EF; VOGT, H; TERNES, P; MALAVOLTA, C. 2005. Working document on selectivity of pesticides. *Internal newsletter issued by the publication commission for the IOBC/wrps council and executive committee issue* 40: 1-9.

CAI, Y; HU, X; WANG, P; XIE, Y; LIN, Z; ZHANG, Z. 2020. Biological activity and safety profile of monoterpenes against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Environmental Science and Pollution Research* 27: 24889-24901. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08751-y>

CARVALHO, FP. 2017. Pesticides, environment, and food safety. *Food and energy security* 6: 48-60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>

CHAPMAN, JW; REYNOLDS, DR; SMITH, AD; RILEY, JR; PEDGLEY, DE; WOIWOD, IP. 2002. High altitude migration of the diamondback moth *Plutella xylostella* to the UK: a study using radar, aerial netting, and ground trapping. *Ecological Entomology* 27: 641-650. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00472.x>

DE OLIVEIRA, JV; FRANÇA, SMD; BARBOSA, DR; DUTRA, KDA; ARAUJO, AMND; NAVARRO, DMDAF. 2017. Fumigation and repellency of essential oils against

*Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in cowpea. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52: 10-17.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000100002>

ERCAN, F; BAŞ, H; KOÇ, M; PANDIR, D; ÖZTEMİZ, S. 2013. Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37: 719-725.

<https://doi.org/10.3906/tar-1211-15>

FILOMENO, CA; BARBOSA, LCA, TEIXEIRA, RR; PINHEIRO, AL; DE SÁ FARIAS, E; DE PAULA SILVA, EM; PICANÇO, MC. (2017). *Corymbia* spp. and *Eucalyptus* spp. essential oils have insecticidal activity against *Plutella xylostella*. *Industrial crops and products* 109: 374-383.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.033>

HATANAKA A. 1993. The biogenesis of green odour by green leaves. *Phytochemistry* 34: 1201–1218.

[https://doi.org/10.1016/0031-9422\(91\)80003-J](https://doi.org/10.1016/0031-9422(91)80003-J)

HUSSEIN, HS; SALEM, MZ; SOLIMAN, AM. 2017. Repellent, attractive, and insecticidal effects of essential oils from *Schinus terebinthifolius* fruits and *Corymbia citriodora* leaves on two whitefly species, *Bemisia tabaci*, and *Trialeurodes ricini*. *Scientia Horticulturae* 216: 111-119.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.004>

ISMAN, MB; MACHIAL, CM. 2006. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. *Advances in Phytomedicine* 3: 29-44.

ISMAN, MB. 2020. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochemistry reviews* 19: 235-241.

<https://doi.org/10.1007/s11101-019-09653-9>

KHAN, MA; KHAN, H; RUBERSON, JR. 2015. Lethal and behavioral effects of selected novel pesticides on adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science* 71; 1640-1648.

<https://doi.org/10.1002/ps.3972>

KRINSKI, D; FOERSTER, LA; DESCHAMPS, C. 2018. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian Piper species: controlling *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidae) at the initial stage of development. *Acta Scientiarum* 40: 1-10.

<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35273>

LI, Z; ZALUCKI, MP; BAO, H; CHEN, H; HU, Z; ZHANG, D; QINGSHENG, L; FEI, Y; WANG M; FENG, X. 2012. Population dynamics and “outbreaks” of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in Guangdong Province, China: climate or failure of management?. *Journal of economic entomology* 105: 739-752.

<https://doi.org/10.1603/EC11384>

LOPES FB; SANT'ANA J. 2019. Responses of *Spodoptera frugiperda* and *Trichogramma pretiosum* to rice plants exposed to herbivory and phytohormones. *Neotropical Entomology* 48: 381–390.

<https://doi.org/10.1007/s13744-018-0661-0>

MARDININGSIH, T. L; RIZAL, M. 2022. The potential of essential oils *Eucalyptus citriodora* and *Artemisia vulgaris* against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 974: 012009.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012009>

MASSAROLLI, A; DA SILVA SB; DE SOUZA, RA; BUTNARIU, AR; PEREIRA, MJB; MOURA, MO; FOERSTER, LA. 2021. Oviposition preference of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and parasitism by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in collard green. *Brazilian journal of agriculture-Revista de Agricultura* 96: 408-424.

<https://doi.org/10.37856/bja.v96i2.4283>

MAYANGLAMBAM, S; RAGHAVENDRA, A; RAJASHEKAR, Y. 2022. Use of *Ageratina adenophora* (Spreng.) essential oil as insecticidal and antifeedant agents against diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Journal of Plant Diseases and Protection* 129: 439-448.

<https://doi.org/10.1007/s41348-022-00573-z>

MILONAS, PG; PARTSINEVELOU, G; KAPRANAS, A. 2020. Susceptibility of different developmental stages of *Trichogramma* parasitoids to insecticides commonly used in the Mediterranean olive agroecosystem. *Bulletin of Entomological Research* 111: 301-306.

<https://doi.org/10.1017/S0007485320000668>

MONSREAL-CEBALLOS, RJ; RUIZ-SÁNCHEZ, E; BALLINA-GÓMEZ, HS; REYES-RAMÍREZ, A; GONZÁLEZ-MORENO, A. 2018. Effects of botanical insecticides on hymenopteran parasitoids: a meta-analysis approach. *Neotropical Entomology* 47: 681-688.

<https://doi.org/10.1007/s13744-017-0580-5>

NASCIMENTO, AFD; DA CAMARA, CA; MORAES, MMD. 2018. Fumigant activity of *Schinus terebinthifolius* essential oil and its selected constituents against *Rhyzopertha dominica*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 71: 8359-8366.

<https://doi.org/10.15446/rfna.v71n1.62743>

NENAAH, GE; ALMADIY, AA; AL-ASSIUTY, BA; MAHNASHI, MH. 2021. The essential oil of *Schinus terebinthifolius* and its nanoemulsion and isolated monoterpenes: investigation of their activity against *Culex pipiens* with insights into the adverse effects on non-target organisms. *Pest Management Science* 78: 1035-1047.

<https://doi.org/10.1002/ps.6715>

O'CONNELL, RJ; GRANT, AJ; MAYER, MS; MANKIN, RW. 1983. Morphological correlates of differences in pheromone sensitivity in insect sensilla. *Science* 220: 1408-1410.

<https://doi.org/10.1126/science.220.4604.1408>

OLIVEIRA JUNIOR, LFG; SANTOS, RB; REIS, FO; MATSUMOTO, ST; BISPO, WMS; MACHADO, LP; OLIVEIRA, LFM. 2013. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 15: 150-157.

<https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000100021>

PARRA, JRP. 1997. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In *Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado*. Piracicaba: FEALQ.

PARAJULI, S; PAUDEL, S. 2019. Eco-friendly Management of Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) of Cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) in Nepal. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology* 7: 304-308.

<https://doi.org/10.3126/ijasbt.v7i3.25701>

PARREIRA, DS; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R; DIMATÉ, FAR; BATISTA, LD; RIBEIRO, RC; FERREIRA, GAR; ZANUNCIO, JC. 2019. Bioactivity of ten essential oils on the biological parameters of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) adults. *Industrial Crops and Products* 127: 11-15.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.063>

PRATISSOLI, D; PEREIRA, FF; BARROS, R; PARRA, JR; PEREIRA, CL. 2004. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos da traça-das-crucíferas sob diferentes temperaturas. *Horticultura Brasileira* 22: 754-757.

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000400017>

POORJAVAD, N; GOLDANSAZ, SH; DADPOUR, H. 2014. Effect of *Ferula assafoetida* essential oil on some biological and behavioral traits of *Trichogramma embryophagum* and *T. evanescens*. *Biocontrol* 59: 403-413.

<https://doi.org/10.1007/s10526-014-9583-x>

PURWATININGSIH, P; HEATHER, N; HASSAN, E. 2012. Efficacy of *Leptospermum petersonii* oil, on *Plutella xylostella*, and its parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. *Journal of Economic Entomology* 105: 1379-1384.

<http://dx.doi.org/10.1603/EC11382>

PÜNTENER, W. 1981. *Manual for field trials in plant protection*. 2. ed. Basle: Ciba-Geigy. 205p.

QUERINO, RB; ZUCCHI, RA. 2012. *Guia de identificação de Trichogramma para o Brasil*. Brasília, BR: EMBRAPA. 107 p.

RAMPELOTTI-FERREIRA, FT; COELHO JR, A; PARRA, JRP; & VENDRAMIM, JD. 2017. Selectivity of plant extracts for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). *Ecotoxicology and environmental safety* 138: 78-82.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.12.026>

R Development Core Team. 2019: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Available at <https://www.rproject.org/>. Acessado em novembro 11, 2022.

RIBEIRO, LM; SIQUEIRA, HÁ; WANDERLEY-TEIXEIRA, V; FERREIRA, HN; SILVA, WM; SILVA, JE; TEIXEIRA, ÁA. 2017. Field resistance of Brazilian *Plutella xylostella* to diamides is not metabolism-mediated. *Crop Protection* 93: 82-88.  
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.027>

RIZZO, R; CALECA, V; LOMBARDO, A; LO VERDE, G. 2018. Effectiveness of spinosad and mineral oil based commercial products on oviposition and egg hatching of *Grapholita funebrana* Treitschke. *Redia* 101:161-166.  
<https://doi.org/10.19263/REDIA-101.18.22>

RODRIGUES, L;. 2018. Toxicidade do odor de óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Corymbia citriodora* sobre o carrapato *Rhipicephalus microplus*. Nova Odessa, SP. APTA/SAA, 77 p. (Dissertação de mestrado)

SAEED, R; SAYYED, AH SHAD, SA; ZAKA, SM. 2010. Effect of different host plants on the fitness of diamond-back moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop protection* 29: 178-182.  
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.09.012>

SALES, TA; CARDOSO, MDG; GUIMARÃES, LGDL; CAMARGO, KC; REZENDE, DA; BRANDÃO, RM; NELSON, DL. 2017. Essential oils from the leaves and flowers of *Callistemon viminalis*: chemical characterization and evaluation of the insecticide and antifungal activities. *American Journal of Plant Sciences* 8: 2516.  
<http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2017.810171>

SANTOS, JP; PRATES, HT. 1999. Perspectivas de uso de produtos naturais provenientes de plantas, no manejo integrado de pragas de grãos armazenados. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 1., 1999, Porto Alegre. Anais... Passo Fundo: ABRAPÓS: CESA: Embrapa Trigo, p. 23-37

SANTOS, RC; PAES, JS; RIBEIRO, AV; SANTOS, AA; PICANÇO, MC. 2020. Toxicity of *Corymbia citriodora* essential oil compounds against *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764) (Lepidoptera: Pieridae) and *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). *Entomological Communications* 2:2675-1305.  
<https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec02013>

SHASANY, AK; LAL, R. K; PATRA, NK; DAROKAR, MP; GARG, A; KUMAR, S; KHANUJA, SPS. 2000. Phenotypic and RAPD diversity among *Cymbopogon winterianus* Jowitt accessions in relation to *Cymbopogon nardus* Rendle. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 553-559.  
<http://dx.doi.org/10.1023/a:1008712604390>

SILVA, SG. 2020. BIOATIVIDADE DE *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E DO PARASITOIDE *Diaeretiella rapae*

(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) ASSOCIADA À PRESENÇA DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM COUVE-VERDE *Brassica oleracea* var. *Acephala* (BRASSICACEAE). Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 54 p. (Dissertação de Mestrado)

SILVEIRA, A. C; LAZZAROTTO, M. 2021. Óleos essenciais de espécies de eucaliptos. Brasília, BR: EMBRAPA FLORESTAS. 723-750p.

SONG, C; ZHAO, J; ZHENG, R; HAO, C; YAN, X. 2022. Chemical composition and bioactivities of thirteen non-host plant essential oils against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 25: 101881.  
<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2022.101881>

SOUSA, MF; FERNANDES, MG; MOTA, TA. 2017. Biology of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) fed transgenic maize pollen. *Florida Entomologist* 653-656.  
<https://doi.org/10.1653/024.100.0324>

TALEKAR, NS; SHELTON, AM; 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual review of entomology* 38: 275-301.

TAVERNER, PD; SUTTON, C; CUNNINGHAM, NM; DYSON, C; LUCAS, N; MYERS, S. W. 2011. Efficacy of several insecticides alone and with horticultural mineral oils on light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae) eggs. *Journal of Economic Entomology* 104: 220-224.  
<https://doi.org/10.1603/EC10248>

TNAU AGRITCH PORTAL. 2022. Mass production of *Trichogramma* sp. Available at: [https://agritech.tnau.ac.in/crop\\_protection/crop\\_prot\\_bio\\_mass\\_parasitoids7.html](https://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/crop_prot_bio_mass_parasitoids7.html)  
Acessado em Novembro 11, 2022

TURCHEN, LM; GOLIN, V., BUTNARIU, AR; PEREIRA, MJB. 2014. Selectivity of Annona (Annonaceae) extract on egg parasitoid *Trissolcus urichi* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Revista Colombiana de Entomología* 40: 176-180.

TUDI, M; RUAN, HD; WANG, L; LYU, J; SADLER, R; CONNELL, D; CHU, C; PHUNG, DT. 2021. Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International journal of environmental research and public health* 18: 1112.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>

WALIA, S; SAHA, S; TRIPATHI, V; SHARMA, KK. 2017. Phytochemical biopesticides: some recent developments. *Phytochemistry Reviews* 16: 989-1007.  
<https://doi.org/10.1007/s11101-017-9512-6>

WANY, A; KUMAR, A; NALLAPETA, S; JHA, S; NIGAM, VK; & PANDEY, DM. 2013. Extraction and characterization of essential oil components based on geraniol and citronellol from Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Plant growth regulation*, 73: 133-145.

<http://dx.doi.org/10.1007/s10725-013-9875-7>

ZALUCKI, MP; SHABBIR, A; SILVA, R; ADAMSON, D; SHU-SHENG, L; FURLONG, MJ. 2012. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. *Journal of economic entomology* 105:1115-1129.

<https://doi.org/10.1603/EC12107>

ZHOU, L; HUANG, J; XU, H. 2011. Monitoring resistance of field populations of diamondback moth *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Yponomeutidae) to five insecticides in South China: A ten-year case study. *Crop Protection* 30: 272-278.

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.10.006>

ZHU, JY; XIANG, ZW; ZHANG, SZ; KANG, ZW; FAN, YL; LIU, TX. 2021. A new pest management strategy: transforming a non-host plant into a dead-end trap crop for the diamondback moth *Plutella xylostella* L. *Pest Management Science* 77: 1094-1101.

<https://doi.org/10.1002/ps.6126>

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados mostraram que os óleos essenciais de *E. citriodora* e *S. terebinthifolius*, podem vir a ser alternativas para o controle de *P. xylostella* em couve-verde. O OE de eucalipto-cidrô mostrou eficácia inseticida contra *P. xylostella* mesmo na menor concentração testada. Também, os OEs utilizados foram capazes de atuar na redução do consumo foliar das larvas de *P. xylostella*, apresentando potencial fagodeterrente.

Vale destacar que o OE de *E. citriodora* não causou repelência ao parasitoide *T. pretiosum*, apresentando um efeito quimiotático positivo neste organismo, na mesma concentração em que se obteve mortalidade de ovos e larvas de *P. xylostella*. Quanto a parâmetros biológicos de *T. pretiosum* quando em contato com ovos tratados com os OEs testados, apenas para o OEST houve diferença na taxa de parasitismo, entretanto, a emergência não foi afetada em nenhum dos tratamentos. Contudo, no bioensaio em que os ovos foram tratados após o parasitismo, apenas o OEEC a 0,5% não afetou a taxa de emergência dos parasitoides. Ainda assim, os OEs não afetaram a sobrevivência de adultos de *T. pretiosum*. Esses resultados demonstram que os OEs podem ser seletivos ao parasitoide, mas ainda são necessários alguns testes para determinar corretamente a seletividade segundo as normas do IOBC.

Esses resultados agregam novas possibilidades de manejo de *P. xylostella* e com a proposição da utilização conjunta de óleos essenciais e a liberações de parasitoides.

Pontuamos que plantas aromáticas consorciadas a culturas de interesse são eficientes sinalizadores a insetos parasitoides e predadores, contribuindo com manejo utilizando controle biológico com parasitoides, a aspersão do OE de plantas aromáticas na cultura de interesse podem otimizar essa dinâmica de sinalização e atração de parasitoides para o controle de pragas. As vantagens atreladas à utilização de OE como inseticidas botânicos também se encontram no baixo impacto ambiental, já que estes produtos são oriundos de plantas, de caráter volátil, apresentando baixa persistência no ambiente, reduzindo a

possibilidade de intoxicação por resíduos, além da complexidade dos ingredientes ativos presentes nos OEs, diminuindo o risco de surgimento de gerações resistentes. Além disso, esses produtos são amparados legalmente para uso em sistema de cultivo orgânico

Para o futuro, fica a necessidade de estudos aos OEs testados em planta hospedeira e testes em condições de semi campo e campo.

## 5 ANEXOS

### ANEXO 1 Análises químicas dos óleos essenciais

Para obtenção das análises da composição química dos OEs, foi injetado 1 µL de solução (1 µL do óleo essencial em 1 mL de acetato de etila - grau Cromatográfico) para cada óleo em CG-DIC (Shimadzu CG-2010, coluna DB-5, i.d. 30 m × 0,25 mm, filme 0,25 µm; Jand & W Scientific, Folsom, CA, USA) através de um injetor (AOS-Shimadzu), modo split (1/20) e hélio como gás de arraste. A temperatura inicial da rampa foi de 60 °C por 1 minuto com um aumento gradual 3 °C/min até a temperatura 240 °C. A temperatura do detector foi de 300 °C. Os dados foram coletados através do software Class-CG e processados com o software Origin 5.0 (Originlab Cooperation, Northampton, MD, USA). Para análise qualitativa dos compostos, amostras selecionadas foram injetadas em um cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massas (CG-EM, Shimadzu QP-5000) com ionização por impacto de elétrons (energia de ionização de 70eV) com analisador quadrupolar. Os extratos foram injetados no modo split, 1/20 e hélio foi usado como gás de arraste. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida: OV-5 (Ohio Valley Specialty Chemical, Inc. 30,0m x 0,25mm x 0,25µm). O programa de temperatura e a coluna foram idênticos aos usados na análise por CG.

As substâncias foram identificadas pela comparação de seus espectros de massas com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist62.LIB, Wiley139.LIB) e literatura (ADAMS, 2007) e por comparação dos seus índices de retenção linear calculados (IRL) com a base em Adams (2007). Para o cálculo dos índices de retenção linear (IRL) foi empregada uma mistura de n-alcenos (C9-C24 - Sigma Aldrich 99%), analisada nas mesmas condições operacionais dos óleos essenciais, aplicando-se a equação de Van den Dool & Kratz, (1963). Sempre que possível, foi feita a injeção do padrão sintético.

ANEXO 2. Composição química (% relativa) do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*

Pico	Tempo de retenção (min)	IRL	IRL <sub>L</sub>	Substância	% relativa
1	6,688	931	932	$\alpha$ -pineno	5,38
2	7,800	967	-	ni	0,27
3	7,888	970	969	sabineno	0,67
4	8,021	974	974	$\beta$ -pineno	0,77
5	8,412	988	988	mirreno	42,64
6	8,926	1002	1002	$\alpha$ -felandreno	4,06
7	9,148	1009	-	ni	33,36
8	9,638	1020	1020	<i>p</i> -cimeno	1,81
9	9,821	1025	1025	$\beta$ -felandreno	5,61
10	12,149	1084	1086	terpinoleno	0,63
11	26,438	1411	1417	<i>E</i> -cariofileno	2,78
12	28,968	1472	1478	$\gamma$ -muuroleno	1,57
13	30,649	1514	1522	$\delta$ -cadineno	0,46
Total identificado					66,38

IRL = Índice de retenção linear da substância; IRL<sub>L</sub> = Índice de retenção de literatura (Adams, 2007);  
ni = não identificado

ANEXO 3. Composição química (% relativa) do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*.

Pico	Tempo de retenção (min)	IRL	IRL <sub>L</sub>	Substância	% relativa
1	6,018	911	908	isobutirato de isobutila	0,43
2	6,689	932	932	$\alpha$ -pineno	0,15
3	8,022	974	974	$\beta$ -pineno	0,62
4	9,914	1027	1026	1,8-cineol	0,40
5	10,954	1054	1054	$\gamma$ -terpineno	0,18
6	12,555	1095	1095	linalol	0,83
7	14,529	1140	1145	isopulegol	6,14
8	14,851	1150	1148	citronelal	79,92
9	15,011	1154	-	ni	3,41
10	15,536	1163	1167	<i>neo-iso</i> -isopulegol	0,37
11	18,076	1223	1223	citronelol	7,17
12	26,436	1412	1417	<i>E</i> -cariofileno	0,37
Total identificado					96,58

IRL = Índice de retenção linear da substância; IRL<sub>L</sub> = Índice de retenção de literatura (Adams, 2007);  
ni = não identificado.