



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA



SABRINA DOS SANTOS CAMPOS

ÓLEO ESSENCIAL DE CITROS NO CONTROLE DE
***Diaphorina citri* Kuwayama**

Araras/SP

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA



SABRINA DOS SANTOS CAMPOS

ÓLEO ESSENCIAL DE CITROS NO CONTROLE DE
***Diaphorina citri* Kuwayama**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agroecologia – Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – como parte dos requisitos para obtenção do título de Agroecóloga.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Marluci da Conceição

Coorientador: Me. Fernando Trevizan Devite

Araras/SP

2024

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda honra e glória. Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, Davide José Martos Campos e Sandra Cristina dos Santos, e aos meus avós, Claudionor Campos, Teresa de Jesus Martos Campos, Mercedes da Silva Coelho, Manoela Baldin e Darci Baldin. Sou profundamente grata aos meus tios, Débora Campos, Carlos Lino, Luciene Silva, Cristiane Pizzi, Abílio Santos, Valdineia Santos, Valdenice Santos, e seus cônjuges, assim como a todos os membros das famílias Santos e Campos que me apoiaram ao longo dessa jornada. Lembro com carinho os que já não estão entre nós: meus avós Manoel dos Santos e Pedro Souza, meu padrinho "Tanguá", e minha professora Ana Santos.

Agradeço aos professores e orientadores Patricia Marlucci da Conceição e Fernando Alves Azevedo por todo o apoio no projeto, pelas oportunidades, pelo aprendizado e pela amizade. Estendo minha gratidão a Marta Cristina Marjotta-Maistro e Jeronimo dos Santos pelos ensinamentos. Também a Marines Bastianel, Biana Pelissari Gadanhoto, Ana Júlia Borim de Souza e Vanessa Santos Moura, em especial ao Fernando Trevizan Devite e Ana Carolina Costa Arantes que me ajudaram nas iniciações científicas, e aos integrantes do GD Citros e Geagro.

Meu agradecimento se estende as amigas de graduação, Beatriz Saraiva Mariano e Luana Carolina de Franco, assim como àquelas que me acompanham desde antes: Maria Clara Rodrigues, Micaeli Maciel, Nathalia Carolina Alves, Larissa Sivi, Julia Kul e Aline Carvalho. Sou igualmente grata às pessoas que compartilharam comigo essa etapa da vida, como Ana Melo, Isabella Ferraz e Thaina Moreira. Agradeço à minha segunda família, a República Caipirinhas, e a república Adatupanos por cada momento vivido.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de São Carlos, ao Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Centro de Citricultura Sylvio Moreira (CCSM) e ao CNPq pela bolsa que viabilizou minha pesquisa.

“Determinando tu algum negócio, ser-te-á firme, e a luz brilhará em teus caminhos.”

Bíblia Sagrada - Jó 22:28

RESUMO

Estudos prévios já evidenciaram a eficácia dos OEs de citros no controle de pragas devido aos efeitos entre seus componentes, desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia dos óleos essenciais (OEs) extraídos de diferentes espécies de citros, como limão (*Citrus limon*), laranja (*Citrus sinensis*) e lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia*), no controle do psilídeo-dos-citros (*Diaphorina citri*), principal vetor da doença huanglongbing (HLB). O trabalho teve como foco investigar a ação desses OEs em diferentes concentrações (0,0%, 0,5%, 1,5%, 3% e 6%) e modos de aplicação (preventivo e curativo) no combate ao psilídeo. O experimento foi composto por dois ensaios, ambos instalados em casa de vegetação. O primeiro ensaio utilizou OEs extraídos dos genótipos de limão Eureka e Amber, enquanto o segundo avaliou os OEs de laranja e lima ácida Tahiti, fornecidos pela indústria Cisol do Brasil®. Os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 2x5x2 (dois genótipos/espécies, cinco concentrações de OE e dois métodos de controle). Para avaliar a eficiência do controle dos psilídeos, foram utilizadas mudas de limão cravo, nas quais telas de material sintético (*voil*) foram colocadas em ramos com brotações novas, confinando 10 insetos adultos por planta. A aplicação dos OEs foi, no método preventivo e curativo. Os resultados foram observados dias após a aplicação (DAA), com contagens de psilídeos vivos e mortos realizadas aos 1, 2, 3, 5 e 7 dias. Os dados foram usados para calcular a eficiência agrônômica dos tratamentos. No primeiro ensaio, o OE extraído do limão Eureka demonstrou maior eficácia no controle do psilídeo e o método curativo apresentou resultados superiores ao preventivo, sendo a concentração de 6% a mais indicada para o controle efetivo dos insetos. No segundo ensaio, os OEs extraídos da laranja e da lima ácida Tahiti também apresentaram bons resultados, com ambos mostrando eficácia semelhante nos primeiros dias. Contudo, ao longo do tempo, o OE de lima ácida Tahiti mostrou um desempenho superior ao OE de laranja. Mesmo com as concentrações maiores demonstrando maior eficácia, o estudo também destacou a importância do uso de doses menores, como 3%.

Palavras-chave: psilídeo, controle alternativo, citricultura.

ABSTRACT

Previous studies have demonstrated the effectiveness of citrus essential oils (EOs) in pest control due to the effects of their components. Thus, the present study aimed to evaluate the efficacy of essential oils extracted from different citrus species, such as lemon (*Citrus limon*), orange (*Citrus sinensis*), and Tahiti lime (*Citrus latifolia*), in controlling the citrus psyllid (*Diaphorina citri*), the main vector of the disease Huanglongbing (HLB). The focus of this study was to investigate the action of these EOs at different concentrations (0.0%, 0.5%, 1.5%, 3%, and 6%) and modes of application (preventive and curative) against the psyllid. The experiment consisted of two trials, both conducted in a greenhouse. The first trial used EOs extracted from the Eureka and Amber lemon genotypes, while the second evaluated the EOs from orange and Tahiti lime, provided by Cisol do Brasil®. The trials were carried out in a completely randomized design with three replications, in a factorial scheme of 2x5x2 (two genotypes/species, five EO concentrations, and two control methods). To assess the control efficiency of the psyllids, lemon seedlings were used, on which synthetic material screens (voile) were placed on branches with new shoots, confining 10 adult insects per plant. The application of EOs was done using both the preventive and curative methods. Results were observed days after application (DAA), with counts of live and dead psyllids conducted at 1, 2, 3, 5, and 7 days. The data were used to calculate the agronomic efficiency of the treatments. In the first trial, the EO extracted from Eureka lemon showed greater efficacy in controlling the psyllid, and the curative method yielded better results than the preventive one, with the 6% concentration being the most recommended for effective insect control. In the second trial, the EOs extracted from orange and Tahiti lime also showed good results, with both demonstrating similar efficacy in the initial days. However, over time, the EO from Tahiti lime showed superior performance compared to the EO from orange. Although higher concentrations demonstrated greater efficacy, the study also highlighted the importance of using lower doses, such as 3%.

Keywords: psyllid, alternative control, citrus cultivation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. A importância da Citricultura.....	11
2.2. Psilídeo-asiático-dos-citros.....	12
2.3. <i>Huanlongbing</i> (HLB).....	12
2.4. Óleo essencial.....	15
2.5. Óleo essencial de citros.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. Área e delineamento experimental.....	18
4.2. Extração dos óleos essenciais dos genótipos de limão (Ensaio 1).....	19
4.3. Obtenção dos psilídeos adultos.....	20
4.4. Infestação nas plantas.....	20
4.5. Preparo da solução com óleo essencial.....	20
4.6. Aplicação do óleo essencial nas plantas.....	21
4.7. Avaliação do número de psilídios (vivos e mortos) e eficiência agrônômica.....	21
4.8. Análise dos dados.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	223
5.1. Ensaio 1 - OEs extraídos da casca de frutos de limões dos genótipos Eureka e Amber.....	22
5.2. Ensaio 2 - OEs extraídos de casca de frutos de laranja e lima ácida Tahiti ...	26
6. CONCLUSÃO.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mudas de limão Cravo com seis meses de idade. 18
- Figura 2.** Esquema representativo dos ensaios e os seus respectivos óleos. OE de Eureka (A), Amber (B), laranja (C) e lima ácida Tahiti (D)..... 19
- Figura 3.** Cascas de frutos de limão picotadas em pedaços de 1 cm² (A); aparelho tipo Clevenger (B); armazenamento do óleo em vidro âmbar (protegidos da luz) (C). 19
- Figura 4.** Telas confeccionadas em material sintético (voil) (A); telas nos ramos com brotações novas (B); visualização de insetos retidos dentro da tela de voil (C). 20
- Figura 5.** Aplicação do OE. Método preventivo (aplicação do OE nas folhas e depois a colocação dos insetos) (A) e curativo (aplicação do OE nas folhas e insetos) (B). 21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Quantidade de óleo essencial (OE), água destilada e Silwet usados no preparo de 50 ml de solução. 21
- Tabela 2.** Psilídeos mortos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3 dias após a aplicação (DAA). 22
- Tabela 3.** Psilídeos mortos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução aos 5 e 7 dias após a aplicação (DAA). 24
- Tabela 4.** Eficiência agrônômica dos OEs no controle de psilídeos em relação ao genótipo utilizado para extração de OE, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA). 25
- Tabela 5.** Psilídeos mortos em relação a espécie utilizada para extração de OE, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA). 27
- Tabela 6.** Eficiência agrônômica dos OEs no controle de psilídeos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA). 28

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na produção mundial de laranjas, ocupando a liderança, com 16,9 milhões de toneladas em 2022 (Faostat, 2024). Em relação as limas e limões, no mesmo ano, o Brasil ocupou a quinta posição entre os maiores produtores globais, com produção de 1,6 milhões de toneladas, ficando atrás da Índia, México, China e Argentina (Faostat, 2024).

O cultivo de citros, os patógenos associados a insetos vetores representam um grande desafio, especialmente as bactérias gram-negativas do gênero *Candidatus Liberibacter*, que estão relacionadas ao *huanglongbing* (HLB). Plantas afetadas pelo HLB podem exibir muitos sintomas, sendo os mais comuns, inicialmente, a presença de folhas com manchas assimétricas de cor amarela. Com o avanço da doença observa-se a deformação e a queda precoce dos frutos dos ramos afetados, juntamente com a perda generalizada de folhas e a morte dos ponteiros (Wulff et al., 2021).

O principal controle do HLB é prevenir novas infecções em plantas que ainda estão saudáveis através do plantio de mudas saudáveis, da eliminação de plantas doentes e o controle do psíldeo-dos-citros (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Belasque et al., 2010). A disseminação da bactéria causadora do HLB nos pomares ocorre, principalmente, por meio da ação do psíldeo que possui a capacidade de transmitir as espécies de bactérias *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus* e *Candidatus Liberibacter africanus* (Yamamoto et al., 2009). A espécie *Ca. L. asiaticus* é a mais disseminada, provavelmente em função de sua menor sensibilidade a altas temperaturas, sendo responsável por quase todas as plantas infectadas pelo HLB no Brasil (Bové, 2008).

O controle químico ainda é o método mais utilizado e eficiente para o controle de *D. citri*. Diversos inseticidas já foram testados sendo os neonicotinoides, piretroides e organofosforados as classes de inseticidas mais utilizadas (Yamamoto e Miranda, 2009; Rogers e Shower, 2007; Gatineau et al., 2010; Graftoncardwell et al., 2013; Boina e Bloomquist, 2015). Childers e Rogers (2005) mostra que tiametoxam, fenpropatrina, clorpirifos e imidacloprid também são efetivos para o controle de *D. citri* em pomares da Flórida, neste mesmo local observou-se que o imidacloprid apresenta um fator de resistência superior a 30 vezes para *D. citri*, seguido pelo clorpirifós (17,9), tiametoxam (15,0), malation (5,4) e fenopropatrin (4,8) (Tiwari et al., 2023). Essa resistência ocorre devido ao uso frequente de inseticidas que possuem o mesmo I.A., resultando em uma maior pressão de seleção. Portanto, a implementação de diferentes estratégias como o

Manejo Integrado, pressupõe o uso das dosagens preconizadas nas bulas dos inseticidas, sob supervisão de um profissional capacitado. Adicionalmente, a prática da rotação de produtos com diferentes modos de ação, em conformidade com o conceito de janelas de pulverização, podendo retardar o desenvolvimento de resistência e contribuir para a sustentabilidade do uso de inseticidas no manejo do psilídeo (Irac, 2024).

Um controle alternativo para o psilídeo, que requer mais pesquisas, é o uso de inseticidas botânicos. Estudos identificaram compostos inseticidas no óleo essencial (OE) extraído da casca de citros. Compostos como o limoneno e do linalol demonstraram propriedades inseticidas, indicando seu potencial para o controle do psilídeo. Esses compostos podem ser utilizados como I.A. no desenvolvimento de produtos com ação repelente, contribuindo para a implementação de novas estratégias de controle (Moreira, 2006).

Os OEs possuem ampla aplicação em setores como perfumaria, cosméticos, alimentos e são usados como coadjuvantes em medicamentos (Bagetta et al., 2010). Estes são uma complexa mistura de aldeídos, álcoois, cetonas, ácidos orgânicos e ésteres, os quais podem ser extraídos da casca do fruto por meio de prensagem a frio ou destilação a vapor (Ruiz e Gerhardt., 2012). Os principais países no mercado de OEs, em termos de valores, incluem a Índia, os EUA, a França, a China e o Brasil. O Brasil mantém consistentemente a quinta posição, mas lidera em quantidade exportada há mais de duas décadas. Essa liderança é atribuída ao considerável volume produzido e exportado de OE de laranja, um subproduto da indústria de sucos (Bizzo e Rezende, 2022).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A importância da Citricultura

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros ou híbridos da família Rutaceae, como *Fortunella*, *Poncirus*, *Microcitrus* e *Eremocitrus*, além de híbridos entre eles. O gênero é representado, na maioria, por laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco e *Citrus deliciosa* Ten.), limões [*Citrus limon* (L.) Burn.f.], limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), entre outros (Lopes et al., 2010). O grupo tem como características árvores de porte médio, que atingem cerca de quatro metros de altura; copa densa e com formato geralmente arredondado; folhas aromáticas e flores pequenas e brancas. Além

disso, seus frutos são fontes de vitamina C, e possuem vitaminas do complexo A e complexo B, bem como sais minerais como cálcio, potássio, sódio, fósforo e ferro (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996).

A citricultura se destaca como um dos principais setores dentro da economia brasileira (Embrapa, 2022). Aproximadamente, em 2022, a produção de laranja registrou valor de 14,4 milhões de reais, com uma quantidade produzida de 17 toneladas. A área colhida para essa produção totalizou 568.132 hectares, com rendimento médio de 29,8 kg por hectare. A produção de limas e limões teve como valor da produção R\$ 2.076.875 milhões, a quantidade produzida alcançou 1,6 toneladas. A área colhida para essa produção totalizou 62.867 hectares, resultando em um rendimento médio de 26 kg por hectare (Ibge, 2022).

Apesar da importância econômica da citricultura mundial, esta enfrenta seu maior desafio, o HLB. Esta doença tem afetado diretamente as principais regiões produtoras, São Paulo e Flórida, causando queda na produção mundial, além disso, tem acarretado aumento nos custos da produção agrícola, devido aos maiores cuidados com o manejo da doença (Gconci, 2024). Quanto a produção atual de laranja nos Estados Unidos representa menos de um terço do que era produzido há 20 anos, e a área cultivada diminuiu em 40%. Além disso, houve uma redução no consumo, na exportação e no processamento, conforme aponta o último relatório do USDA sobre os principais mercados (Fundecitrus, 2024)

A produção de citros no Brasil, especialmente em São Paulo, teve uma queda significativa na safra agrícola 2022/23. A área cultivada com citros, no estado de São Paulo, foi de 363,8 mil hectares, uma redução de 16,7% em relação à safra anterior. A produção total de laranjas caiu para 10, 6 mil toneladas, representando uma variação negativa de 16,2%. Esses resultados estão associados principalmente pela alta incidência de HLB e pelas altas temperaturas nos pomares (Iea, 2023).

2.2. Psilídeo-asiático-dos-citros

O psilídeo *Diaphorina citri* inseto com tamanho de 2 a 3 mm, é nativo da Ásia e se hospeda em plantas da família *Rutaceae*, incluindo citros e murtas. No Brasil, foi inicialmente identificado na década de 1940 como uma praga secundária, mas passou a ser uma ameaça significativa após o primeiro registro do *greening* em 2004. O psilídeo prefere brotações jovens para se alimentar e reproduzir, mas também pode ser encontrado na parte inferior das folhas maduras. Embora a sucção de seiva não cause danos diretos

significativos, o perigo reside na transmissão da bactéria do *greening*. Insetos que crescem em plantas infectadas têm uma maior capacidade de transmitir a doença a plantas saudáveis. As fêmeas podem colocar até 800 ovos, que aderem aos brotos. O ciclo de vida do inseto varia de 15 dias no verão a 40 dias no inverno. Suas ninfas são achatadas, de cor amarelo-alaranjada, e alimentam-se exclusivamente de brotos novos, excretando substâncias brancas durante o processo. Os adultos, com asas transparentes e bordas escuras, medem entre 2 a 3 mm e inclinam-se em um ângulo de 45° ao pousar nas folhas. Além dos brotos, podem ser encontrados em folhas maduras e se movem rapidamente quando perturbados, está presente no pomar durante todo o ano, com picos populacionais na primavera e no verão, podendo aumentar no outono e inverno em anos chuvosos. O monitoramento pode ser realizado por meio de armadilhas adesivas amarelas e inspeção visual. As armadilhas devem ser colocadas estrategicamente nas bordas das propriedades e talhões, a cada 100-250 metros, e revisadas semanalmente. Também é recomendada a inspeção visual de 1% das plantas nas bordas dos talhões, observando ovos, ninfas e adultos. (Fundecitros, 2024)

2.3. Huanlongbing (HLB)

O HLB é uma doença que afeta os citros em escala global, sendo causada pelo *Candidatus Liberibacter spp.* Não há tratamento eficaz para plantas infectadas, resultando na queda prematura de frutos e no declínio da produção. Transmitido pelo *Diaphorina citri*. A doença foi descoberta na Ásia há mais de um século, no Brasil foi identificado em 2004, na região central e leste do estado de São Paulo. Atualmente, a doença está presente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina (Mapa, 2024).

Há relatos da presença de HLB em países como Argentina, Paraguai, Bolívia, Colômbia e em nações da América Central e Caribe. Nos Estados Unidos, especialmente nos estados da Flórida e Geórgia, a doença é endêmica e tem causado grandes perdas na produção de citros, elevou em 85% os custos de produção em decorrência da queda na produtividade dos pomares e dos gastos com manejo. Em outubro de 2023, a doença afetava 22,37% das laranjeiras no cinturão citrícola de São Paulo e no Triângulo/Sudoeste Mineiro, que é mais de 43 milhões de árvores (Fundecitrus, 2024). Em Santa Catarina, 70% dos produtores consideram a doença do HLB o maior entrave à produção e 95% das propriedades pesquisadas apresentam pelo menos 1 planta com HLB. Além disso, propriedades grandes tem níveis de HLB inferiores em relação às pequenas e de médio

porte (Cidasc, 2024). Neto e Figueira (2021) afirmaram que as maiores dificuldades enfrentadas pelos citricultores produtores de laranja no cinturão citrícola brasileiro (estados de São Paulo e Minas Gerais) nas safras de 2017 a 2019, foram fitossanitárias, para os setores Centro, Sul e Sudeste, e climáticas, para os produtores dos setores Norte e Noroeste.

A identificação inicial de plantas cítricas com HLB pode ser feita pela observação dos sintomas da doença em folhas e frutos, porém para confirmar a doença deve ser feito teste de reação em cadeia da polimerase (PCR). A doença aparece primeiro em um ou poucos ramos, porém com a evolução pode ocorrer clorose generalizada em toda a copa da planta. Em relação aos frutos, estes ficam menores, assimétricos, mais verdes, podendo apresentar sementes abortadas, açúcares reduzidos e acidez elevada. O HLB também causa a queda prematura dos frutos e pode levar à morte precoce da planta. De maneira geral, todas as espécies e cultivares comerciais de citros são suscetíveis à doença, independentemente do porta-enxerto utilizado. Ainda não há nenhum tratamento curativo para o HLB. Assim, o controle deve ser preventivo, para isso, devem ser feitas inspeções regulares nos pomares, eliminação de plantas doentes, e aplicações frequentes de inseticidas, além disso, o uso de quebra-ventos, o plantio de mudas sadias e adensamento de plantio (Adapar, 2024).

Em todo cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro a doença teve uma alta de 24,42%, em 2022, para 38,06% em 2023. Uma das principais causas do avanço do HLB tem sido a prática de se manter árvores doentes em pomares comerciais, além disso, o uso intensivo e seguido de inseticidas dos grupos piretroide e neonicotinoide geraram psilídeos resistentes, dificultando o controle do vetor da doença (Fundecitrus, 2024).

O controle efetivo para o HLB requer uma abordagem integrada e sustentável, entende-se que deva existir uma sinergia entre diferentes medidas, como o manejo adequado das plantas, a busca por resistência de plantas hospedeiras, além disso, o uso de armadilhas com feromônios e outras tecnologias avançadas como o uso de óleos essenciais, têm mostrado potencial no controle de pragas e patógenos e auxiliam no monitoramento preciso da população de psilídeos (Shidoshi et al., 2023).

2.4. Óleo essencial (Oes)

A utilização de OEs começou na China próximo ao ano de 2700 a.C., isso é comprovado a partir de relatos no livro mais antigo do mundo sobre ervas escrito por Shen-Nung (Siqueira, 2018). OEs são substâncias naturais derivados de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. Segundo a norma 9235 da International Organization for Standardization (ISO), OEs são definidos, como:

“...produtos obtidos de matérias-primas naturais de origem vegetal, por destilação a vapor, por processos mecânicos a partir do epicarpo de frutos cítricos, ou por destilação a seco, após a separação da fase aquosa – se houver – por processos físicos” (Almeida et al., 2020).

Essa definição é reconhecida internacionalmente pela indústria e associações científicas e regulatórias do setor. A eficácia dos OEs frente aos microrganismos está sendo comprovada cientificamente, por isso, se tornam alternativas aos produtos químicos que podem impactar na preservação do meio ambiente. Sendo assim, os OEs são de interesse e utilidade para as indústrias farmacêuticas, cosméticas, sanitárias e agrícolas como fontes renováveis e desenvolvimento sustentável (Almeida et al., 2020).

Os principais participantes desse mercado em termos de valor são a Índia, os EUA, a França, a China e o Brasil. Quando analisamos os volumes exportados, a Espanha substitui a França entre os cinco primeiros. Historicamente, os EUA foram os maiores exportadores mundiais em termos de valor, mas desde 2017, a Índia assumiu a liderança, principalmente devido à produção de OE de *Mentha arvensis*. O Brasil se mantém na quinta posição em termos de valor, mas ocupa o primeiro lugar em volume exportado, uma posição que mantém há mais de 20 anos, dado ao alto volume de óleo essencial de laranja, um subproduto da indústria de suco. (Bizzo e Rezende, 2022).

Os OEs se tornam uma alternativa para o controle de doenças de plantas, pois, em sua maioria são sistêmicos, de fácil degradação e apresentam baixa ou nenhuma toxicidade para as plantas. A pesquisa na área de plantas medicinais como defensivos naturais tem grande potencial, mas deve ser fundamentada em estudos interdisciplinares, para resultados conclusivos (De Moraes et al., 2009). Coutinho (2021) afirma que as propriedades biológicas dos OEs estão associadas à sua composição, como efeito antibacteriano, antifúngico, antiviral, anti-inflamatório, antioxidante.

Quando utilizado no controle biológico de insetos pragas, os OEs oferecem diferentes modos de ação por razão do seu efeito tóxico, seja por efeitos comportamentais como repelência, dissuasão alimentar e inibição da oviposição e crescimento ou em razão do seu efeito tóxico por contato, ingestão ou fumigação. Entende-se que o uso de OEs para o controle de pragas é um método interessante pois além de controle, consegue reduzir a pressão de seleção das pragas, e conseqüentemente, a indução de resistência. Os OEs podem colaborar com inseticidas pela capacidade de inibição de enzimas metabólicas detoxificativas, que estão voltadas ao mecanismo bioquímico de resistência (Fazolin et al., 2014).

Fernandes et al. (2014) observaram que o OE de Aroeira-Salsa (*Schinus molle*) apresenta efeito inseticida para o inseto Gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*) e sua eficácia depende da via de intoxicação e da concentração do óleo aplicado. De Moura et al. (2019) ao testarem a repelência de OEs de Capim-santo (*Cymbopogon citratus*) e Erva cidreira brasileira (*Lippia alba*) e do extrato etanólico de Malvão (*Plectranthus amboinicus*) sobre Caruncho (*Callosobruchus maculatus*), constataram que as espécies avaliadas apresentaram efeito repelente e potencial inseticida, causando mortalidades acima de 50% e Índices de Repelência de 60 a 100% sobre o *Callosobruchus maculatus* (F.).

2.5. Óleo essencial de citros

O OE de citros é obtido da casca de frutos durante o processamento do suco de laranja e de outros citros. Os óleos presentes no epicarpo (casca) dos citros são principalmente compostos por mono e sesquiterpenos, assim como fenilpropanoides. Estes últimos são sintetizados pelas plantas a partir do aminoácido fenilalanina, desempenhando um papel crucial como precursores de uma variedade de polímeros naturais. Esses polímeros oferecem proteção contra a radiação ultravioleta, auxiliam na defesa contra herbívoros e patógenos, também desempenham um papel importante nas interações planta-polinizador, influenciando a pigmentação e os compostos de aroma floral. Esses metabólitos são responsáveis por conferir aos OEs suas características organolépticas distintas (Pauletti et al., 2018). Os OEs possuem diversas vantagens, a maioria dos óleos essenciais tende a ter um baixo poder residual, mas as propriedades exatas podem depender da origem e da composição do óleo. Uma ação específica nos insetos-alvo, seletividade, baixa fitotoxicidade e um risco extremamente reduzido para

quem os aplica. Essas evidências têm provocado mudanças significativas na mentalidade tanto dos produtores quanto dos consumidores, levando a um crescimento exponencial no seu uso (Gomes et al., 2016).

Normalmente, os principais compostos presentes nos OEs são diferentes, variando entre espécies e entre os quimiotipos. O d-limoneno é o terpeno mais abundante, representando uma porcentagem que pode variar de 90 a 98%. Outros compostos, como γ -terpineno, geraniol, citral, valenceno, α -pineno, sabineno, mirceno e linalol, estão presentes em quantidades muito variáveis, dependendo da espécie, quimiotipo e ecotipo, além de fatores como tecnologia de produção, época de colheita e combinação entre porta-enxerto e genótipo copa. Sabe-se que o componente tem aplicações tanto isolados quanto em misturas, podendo atuar como inibidores do crescimento de fungos e bactérias, atividades anti-inflamatórias, antioxidantes e antitumorais de terpenos (Pauletti et al., 2018).

Os principais métodos de extração incluem a extração por arraste com vapor d'água, a hidrodestilação e a prensagem. A hidrodestilação é amplamente utilizada em laboratórios, já o método de prensagem, que pode ser a frio ou a quente, é utilizado na extração de óleos essenciais e vegetais principalmente na indústria. A prensagem a frio preserva as propriedades nutricionais e aromáticas, enquanto a quente aumenta a eficiência da extração, mas podem degradar alguns compostos (Souza, 2023).

Estudos têm evidenciado a eficácia dos OEs de citros no controle de pragas, especialmente devido aos efeitos sinérgicos entre seus componentes. O modo como atuam pode estar diretamente ligado aos compostos terpenoides presentes, como o d-limoneno e o linalol, embora sejam necessárias mais pesquisas para esclarecer esses efeitos. Dentre as várias substâncias com efeitos diretos sobre os insetos, algumas agem por contato (atuando e sendo absorvidas pela quitina e exoesqueleto), por ação fumigante (afetando as vias respiratórias) ou por ingestão (penetrando no organismo via oral). Esta última forma é mais específica, afetando principalmente os herbívoros e apresentando, portanto, baixa toxicidade para os humanos (Cabral, 2022).

3. OBJETIVOS

Avaliar os óleos essenciais (OEs) extraídos das cascas de limão [*Citrus limon* (L.) Burm. f.], laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e lima ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu.

Tanaka) Tanaka], em diferentes concentrações e métodos de aplicação, para controle de insetos adultos do psilídeo-dos-citros.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área e delineamento experimental

O experimento foi composto por dois ensaios instalados em casa de vegetação localizada no Centro de Citricultura Sylvio Moreira do Instituto Agrônômico (IAC), em Cordeirópolis-SP. Para os ensaios foram utilizados mudas de limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), com aproximadamente seis meses de idade (Figura 1), produzidas em tubetes plásticos de 100 ml, preenchidos com substrato vegetal feito de casca de pinus.



Figura 1. Mudanças de limão Cravo com seis meses de idade.

O ensaio 1 foi conduzido utilizando OEs extraídos da casca de frutos dos genótipos de limões Eureka e Amber, colhidos da coleção do Centro de Citricultura. O ensaio 2 foi conduzido com OEs de laranja (*Blend* de laranjas doces) e lima ácida Tahiti cedidos pela indústria Cisol do Brasil® (Figura 2). Os ensaios (1 e 2) foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 2x5x2 (sendo dois genótipos/espécies para a extração de OEs, cinco concentrações do OE - 0,0%, 0,5%, 1,5%, 3% e 6%, dois métodos de controle – preventivo e curativo).

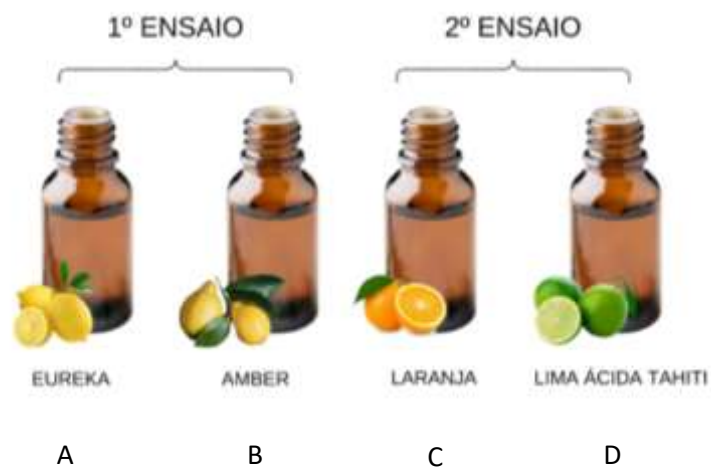


Figura 2. Esquema representativo dos ensaios e os seus respectivos óleos. OE de Eureka (A), Amber (B), *Blend* de laranja (C) e lima ácida Tahiti (D)

4.2. Extração dos óleos essenciais

Para a extração dos OEs, no ensaio 1, foram coletados 60 frutos maduros de cada genótipo de limão (Eureka e Amber). Os frutos foram submetidos a uma lavagem, com água e sabão, e posteriormente descascados. As cascas foram picotadas em pedaços de aproximadamente 1 cm² (Figura 3A) e 300g de cascas foram colocadas no aparelho tipo Clevenger (Figura 3B), que extraiu o óleo por um período de 3 horas. Os OEs foram coletados e armazenados em vidros âmbar (protegidos da luz), à 4 °C (Figura 3C). Quanto ao ensaio 2, a extração realizada pelo método de prensagem a frio onde é utilizada pressão mecânica para extrair o óleo.

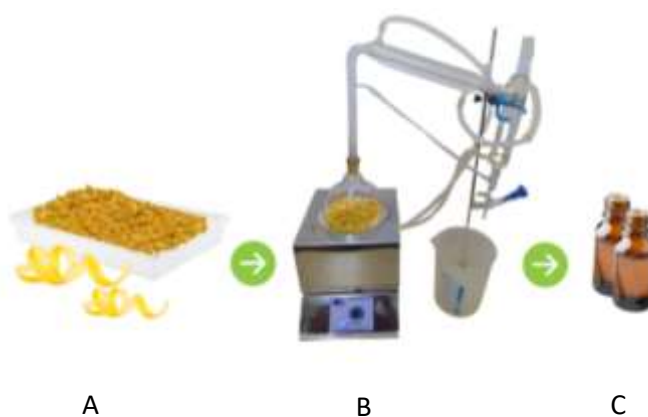


Figura 3. Cascas de frutos de limão picotadas em pedaços de 1 cm² (A); aparelho tipo Clevenger (B); armazenamento do óleo em vidro âmbar (protegidos da luz) (C).

4.3. Obtenção dos psilídeos adultos

Os insetos adultos (10 dias de idade) foram obtidos na criação de psilídeos estabelecido no Centro de Citricultura Sylvio Moreira. A criação é mantida em *Murraya paniculata* (L.) (Rutaceae) em sala climatizada (temperatura de 25 °C ± 3 °C, fotofase de 14 horas e umidade relativa de 65% ± 10%).

4.4. Infestação nas plantas

Para avaliar a eficiência de controle do psilídeo, via confinamento artificial, telas de material sintético (*voil*) (Figura 4A) foram colocadas em mudas de limão cravo, em ramos com brotações novas (Figura 4B), sendo uma tela por planta. Foram colocados 10 insetos por tela (Figura 4C).



Figura 4. Telas confeccionadas em material sintético (*voil*) (A); telas nos ramos com brotações novas (B); visualização de insetos retidos dentro da tela de *voil* (C).

4.5. Preparo da solução com óleo essencial

Para os ensaios foram preparadas 50 ml de solução para cada concentração de OE. Para isto, foi adicionado OE, água destilada e Silwet® (adjuvante) 0,025% (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de óleo essencial (OE), água destilada e Silwet usados no preparo de 50 ml de solução.

Concentração (%)	Óleo essencial(ml)	Água destilada (ml)	Silwet 0,025% (ml)
0 (Controle)	0	49,9875	0,0125
0,5	0,25	49,7375	0,0125
1,5	0,75	49,2375	0,0125
3	1,5	48,4875	0,0125
6	3	46,9875	0,0125

4.6. Aplicação do óleo essencial nas plantas

Nos dois ensaios, a aplicação do OE foi realizada em dois métodos: preventivo e curativo. No método preventivo a solução de OE foi borrifada, 2 ml da solução de OE sobre as folhas e, após a secagem, foi colocado o *voil* e dentro dele os insetos (Figura 5 A). No método curativo, o OE foi borrifado seguindo a mesma quantidade de calda sobre as folhas e os insetos (Figura 5B). A utilização de 2 ml da solução foi a quantidade suficiente para molhar as folhas

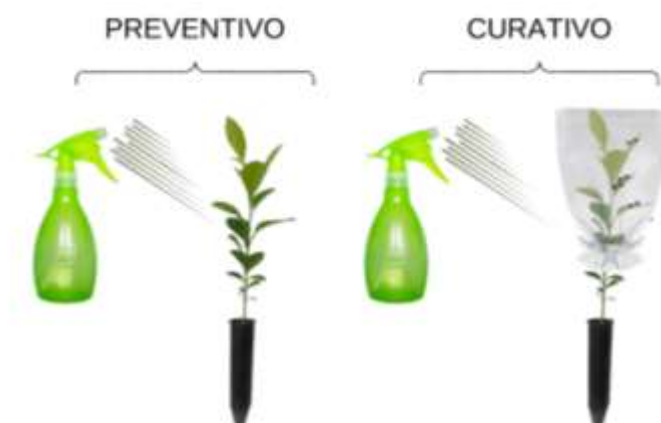


Figura 5. Aplicação do OE. Método preventivo (aplicação do OE nas folhas e depois a colocação dos insetos) (A) e curativo (aplicação do OE nas folhas e insetos) (B).

4.7. Avaliação do número de psilídios (vivos e mortos) e eficiência agrônômica

Foi quantificado o número de psilídeos adultos vivos e mortos aos 1, 2, 3, 5 e 7 dias após a aplicação (DAA) da solução de OE. A contagem foi realizada, visualmente

dentro da casa de vegetação com os insetos ainda dentro do *voil*. Visando facilitar a contagem foi utilizado uma folha de papel em branco como fundo.

A eficiência agrônômica no controle dos psilídeos foi determinada pela fórmula adaptada de Abbott (1925), a qual compara a média do número de insetos mortos nos tratamentos em relação ao controle (testemunha):

$$\text{Eficiência Agrônômica (EF) \%} = \left(\frac{\text{Insetos tratamento} - \text{Insetos controle}}{10 - \text{Insetos controle}} \right) \times 100$$

4.8. Análise dos dados

Os dados das contagens de psilídeos mortos foram submetidos à análise de variância, com $p \leq 0,05$. Quando significativo, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, dentro dos diferentes óleos essenciais. As análises foram feitas no programa estatístico R®. Os dados da eficiência agrônômica não foram submetidos à análise estatística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Ensaio 1 - OEs extraídos da casca de frutos de limões dos genótipos Eureka e Amber

O OE extraído do genótipo Amber proporcionou maior número de insetos mortos, comparado ao OE extraído do genótipo Eureka, aos 2 DAA da solução de OE (Tabela 2). O método de controle curativo proporcionou maior número de insetos mortos, comparado ao método de controle preventivo, aos 3 DAA da solução de OE (Tabela 2).

Tabela 2. Psilídeos mortos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3 dias após a aplicação (DAA).

Psilídeos mortos (n°)			
Genótipo	1 DAA	2 DAA	3 DAA
Amber	0,86 a*	2,53 a	3,47 a
Eureka	0,70 a	1,80 b	3,10 a
CV (%)	40,16	47,67	38,53

Método de controle	1 DAA	2 DAA	3 DAA
Preventivo	0,71 a	1,97 a	2,83 b
Curativo	0,84 a	2,37 a	3,73 a
CV (%)	40,16	47,67	38,53

Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA
0 (Controle)	0,00 c	0,33 c	1,25 c
0,5	0,35 c	1,75 b	3,17 b
1,5	0,86 b	1,92 b	3,25 b
3	1,17 ab	2,58 b	3,67 ab
6	1,51 a	4,25 a	5,08 a
CV (%)	40,16	47,67	38,53

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quando se analisa a concentração, no 1 DAA, as doses de 6% e 3% são estatisticamente iguais, assim como as doses de 3% e 1,5%. Já as doses de 0% e 0,5% são iguais entre si, mas se destacam como as piores em comparação com as demais. Já no 2 DAA, a dose de 6% mostrou-se superior, enquanto as doses de 3%, 1,5% e 0,5% são estatisticamente equivalentes. A dose de 0% foi a pior. No 3 DAA, a dose de 6% foi novamente a melhor, com as doses de 3%, 1,5% e 0,5% sendo iguais estatisticamente, e a dose de 0% foi a pior (Tabela 2).

No 5 DAA, no tratamento preventivo, as variedades Amber e Eureka apresentaram resultados iguais. No tratamento curativo, a variedade Eureka se destacou como a melhor. Ao comparar o desempenho do óleo, Amber teve resultados equivalentes tanto no preventivo quanto no curativo, enquanto Eureka foi mais eficiente no curativo.

No 7 DAA, no tratamento preventivo, Amber e Eureka novamente apresentaram resultados iguais. No curativo, Eureka manteve-se como a melhor variedade. Comparando o óleo, Amber mostrou o mesmo desempenho no preventivo e curativo, mas Eureka foi mais eficiente no preventivo. (Tabela 3).

Tabela 3. Psilídeos mortos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução aos 5 e 7 dias após a aplicação (DAA).

Psilídeos mortos (n°)					
5 DAA			7 DAA		
Método de controle			Método de controle		
Genótipo	Preventivo	Curativo	Genótipo	Preventivo	Curativo
Amber	4,40 aA	5,13 bA	Amber	6,13 aA	5,93 bA
Eureka	4,13 aB	6,13 aA	Eureka	5,47 aB	7,00 aA
CV (%)	23,18		CV (%)	16,57	
Concentração (%)			Concentração (%)		
	Preventivo	Curativo		Preventivo	Curativo
0 (Controle)	1,50 cA	1,83 bA	0 (Controle)	3,33 cA	2,67 cA
0,5	3,50 bB	6,67 aA	0,5	4,33 cB	6,00 bA
1,5	5,00 abA	6,00 aA	1,5	6,17 bA	7,33 abA
3	5,00 abB	6,50 aA	3	6,67 bA	7,83 aA
6	6,33 aA	7,17 aA	6	8,50 aA	8,50 aA
CV (%)	23,18		CV (%)	16,57	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação a concentração, no 5 DAA, no tratamento preventivo, as doses de 6%, 3% e 1,5% foram as melhores, enquanto a dose de 3% apresentou resultados medianos, e a dose de 0% foi a pior. No tratamento curativo, a dose de 0% foi a pior. No Dia 7, no tratamento preventivo, a dose de 6% foi a melhor, com as doses de 3% e 1,5% sendo medianas, e as doses de 0% e 0,5% foram as piores. Já no tratamento curativo, as doses de 6%, 3% e 1,5% foram as melhores, a dose de 0,5% foi mediana, e a dose de 0% foi a pior.

A eficiência agrônômica (Tabela 4), para os métodos de controle preventivo e curativo mostram que as doses mais altas, como 6%, apresentaram a maior eficiência tanto para Amber quanto para Eureka. No entanto, a dose de 3% também se mostrou altamente eficaz, com resultados muito próximos dos obtidos com 6%, tanto no controle preventivo quanto no curativo. Doses intermediárias, como 1,5%, tiveram uma eficiência

razoável, enquanto as doses mais baixas, como 0,5% e 0%, apresentaram os piores resultados em ambos os genótipos. Em resumo, as doses de 6% e 3% foram as mais eficazes, sendo que a dose de 3% se destaca como uma alternativa eficiente para reduzir o uso de insumos, mantendo alta eficácia e promovendo economia e sustentabilidade no manejo agrônomo. Para mais, com os dados observou-se que a eficiência agrônomoica dos OEs variou entre os genótipos de onde foram extraídos e a forma de controle que foram utilizados.

A composição química única de cada OE pode influenciar sua eficiência. Segundo Maia e Landini (2014), nos OEs extraídos dos genótipos Amber, Eureka e Siciliano há predominância de limoneno, além dos compostos beta-pipeno e gama terpeno. MARTINS et al (2017) observaram que os constituintes majoritários do óleo de laranja doce foram o D-limoneno (83,33%); linalol (8,91%), do óleo de laranja amarga foram o D-limoneno (78,53%); γ -terpineno (12,65%), do óleo de limão Siciliano foram o D-limoneno (59,78%); beta-pineno (14,71%); γ -terpineno (10,19%), mostrando que o limoneno é o principal componente dos OEs de citros, mas cada espécie/genótipo tem sua composição química.

Tabela 4. Eficiência agrônomoica dos OEs no controle de psilídeos em relação ao genótipo utilizado para extração de OE, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA).

Eficiência Agrônomoica – método de controle preventivo (%)						
Genótipo	Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Amber	0	-	-	-	-	-
Amber	0,5	7	24	20	32	20
Amber	1,5	17	20	25	36	44
Amber	3	23	24	26	36	51
Amber	6	37	45	47	60	94
Eureka	0	-	-	-	-	-
Eureka	0,5	0	3	12	19	10
Eureka	1,5	10	7	12	45	40
Eureka	3	17	14	20	46	51
Eureka	6	33	31	23	54	61

Eficiência Agronômica – método de controle curativo (%)						
Genótipo	Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Amber	0	-	-	-	-	-
Amber	0,5	10	21	26	48	33
Amber	1,5	17	17	31	51	52
Amber	3	23	27	27	48	57
Amber	6	50	48	44	60	71
Eureka	0	-	-	-	-	-
Eureka	0,5	7	17	31	71	55
Eureka	1,5	17	14	15	50	73
Eureka	3	30	27	34	67	82
Eureka	6	27	39	59	71	86

Observou-se que para os genótipos Amber e Eureka o método de controle curativo apresenta maior eficiência agronômica. Segundo Buss e Park-Brown (2002) o limoneno é um inseticida de contato e neurotóxico. Atua dissolvendo os lipídios da cutícula do exoesqueleto, causando desidratação e morte dos insetos (MENEZES, 2014).

5.2. Ensaio 2 - OEs extraídos de casca de frutos de laranja e lima ácida Tahiti

Os óleos de Laranja e Lima Ácida Tahiti nos dias 1 DAA ao 5 DAA, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre eles. A única exceção ocorreu no dia 7 DAA, quando a Lima Ácida Tahiti se destacou com melhor desempenho. O mesmo padrão foi observado nos métodos de controle preventivo e curativo; no 7 DAA, o tratamento preventivo mostrou-se superior em comparação ao curativo (Tabela 5). Marangoni et al. (2013) enfatizam a importância do uso dos OEs nas concentrações adequadas para evitar toxicidade e garantir a eficácia dos bioinseticidas.

Em relação às concentrações analisadas ao longo dos dias, no 2 DAA, as concentrações apresentaram resultados estatisticamente iguais entre si, o mesmo acontecendo no 3 DAA. No 5 DAA, todas as concentrações foram equivalentes, exceto pela dose de 0%, que se destacou como a pior. No 7 DAA, a concentração de 6% mostrou o melhor desempenho, enquanto a de 3% foi classificada como mediana. As concentrações de 1,5% e 0,5% apresentaram resultados inferiores, e a de 0% teve o pior desempenho geral (Tabela 5).

Tabela 5. Psilídeos mortos em relação a espécie utilizada para extração de OE, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA).

Psilídeos mortos (n°)					
Espécie	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Laranja	0,00	1,07 a*	2,97 a	3,97 a	5,57 B
lima ácida Tahiti	0,00	1,77 a	3,00 a	4,60 a	6,10 A
CV (%)	0,00	94,70	47,21	29,84	12,32
Método de controle					
Método de controle	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Curativo	0,00	1,13 a	2,93 a	4,13 a	5,60 B
Preventivo	0,00	1,70 a	3,03 a	4,43 a	6,07 A
CV (%)	0,00	94,70	47,21	29,84	12,32
Concentração (%)					
Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
0	0,00	0,00 b	1,17 b	1,50 c	2,33 d
0,5	0,00	1,33 ab	2,67 ab	4,26 b	5,16 c
1,5	0,00	1,75 ab	3,33 a	4,67 ab	5,83 c
3	0,00	2,00 a	3,83 a	5,25 ab	7,17 b
6	0,00	1,67 ab	3,92 a	5,75 a	8,67 a
CV (%)	0,00	94,70	47,21	47,21	12,32

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A eficiência Agronômica (Tabela 6) de ambos os genótipos (Laranja e Tahiti) e tratamentos (preventivo e curativo), a concentração de 6% foi a mais eficiente, atingindo os maiores percentuais de eficiência agronômica ao longo dos dias após a aplicação (DAA). No tratamento preventivo, para o genótipo Laranja, a concentração de 6% alcançou 57% de eficiência aos 7 DAA, seguida por 3% com 48%, enquanto concentrações menores como 1,5% e 0,5% apresentaram resultados intermediários, e 0% foi a pior, com apenas 19%. Para o Tahiti, o comportamento foi semelhante, com a concentração de 6% atingindo 58% e a de 3% chegando a 54%, enquanto concentrações menores também mostraram menor eficiência, sendo 0% a pior.

No tratamento curativo, os resultados confirmam a superioridade da concentração de 6%, que obteve 66% de eficiência para o Laranja e impressionantes 86% para o Tahiti aos 7 DAA. A concentração de 3% também foi eficaz em ambos os genótipos, enquanto as doses menores, como 0% e 0,5%, foram as piores.

Tabela 6. Eficiência agrônômica dos OEs no controle de psilídeos em relação ao genótipo utilizado para extração de óleo essencial, método de controle e concentração da solução de OE aos 1, 2, 3, 4 e 7 dias após a aplicação (DAA).

Eficiência Agrônômica Preventivo (%)						
Genótipo	Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Laranja	0	-	-	-	-	-
Laranja	0,5	0	0	21	18	31
Laranja	1,5	1	0	13	29	38
Laranja	3	2	0	13	18	31
Laranja	6	3	0	18	45	57
Tahiti*	0	0	-	-	-	-
Tahiti	0,5	0	0	10	20	50
Tahiti	1,5	1	0	17	21	38
Tahiti	3	2	0	30	41	58
Tahiti	6	3	0	24	29	53

Eficiência Agrônômica curativo (%)						
Genótipo	Concentração (%)	1 DAA	2 DAA	3 DAA	5 DAA	7 DAA
Laranja	0	-	-	-	-	-
Laranja	0,5	0	3	16	27	22
Laranja	1,5	0	7	16	32	36
Laranja	3	0	3	20	32	50
Laranja	6	0	7	32	40	68
Tahiti	0	-	-	-	-	-
Tahiti	0,5	0	10	19	20	39
Tahiti	1,5	0	24	27	40	48
Tahiti	3	0	24	33	57	65
Tahiti	6	0	7	15	48	86

* Tahiti (lima ácida Tahiti).

Embora as concentrações mais altas, como 6%, tenham apresentado a maior eficiência agrônômica, é importante observar que doses menores, como 3%, também foram bastante eficazes em ambos os genótipos. O uso de doses menores e eficientes, como a de 3%, é importante, pois permite uma redução significativa na quantidade de insumos aplicados, diminuindo custos (Tabela 6).

Na literatura não foram encontrados informações sobre o uso de OEs de citros no controle do psilídeo-dos-citros, mostrando a necessidade de mais trabalhos de pesquisa sobre o assunto, considerando o potencial dos OEs de citros como alternativa sustentável no manejo integrado dessa importante praga agrícola.

6. CONCLUSÃO

Os OEs de Eureka e Amber demonstraram alta eficiência, especialmente o de Eureka, que se destacou no controle curativo do psilídeo, sendo mais eficaz em concentrações de 6%. O genótipo Amber, embora também eficaz, apresentou resultados ligeiramente inferiores ao Eureka, mas com boa atuação em concentrações mais elevadas. Por outro lado, os OEs de laranja e lima ácida Tahiti mostraram uma eficácia similar nos primeiros dias, com o óleo de lima ácida Tahiti superando o de laranja ao final do período de 7 dias, principalmente no método preventivo. Em ambos os casos, a concentração de 6% também se destacou como a mais indicada para o controle. De maneira geral, os óleos de Eureka e Amber são ligeiramente mais eficientes no método curativo, enquanto os de laranja e lima ácida Tahiti demonstram um desempenho superior no método preventivo. As doses intermediárias, como as concentrações de 3% e 1,5%, também mostraram resultados promissores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, WALTER S. ET AL. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol.*, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ - ADAPAR. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2024.

ALMEIDA, J. C.; DE ALMEIDA, P. P.; GHERARDI, S. R. M. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. *Nutr. Time*, v. 17, n. 1, p. 8623-8633, 2020.

BAGETTA, G., MORRONE, L. A., ROMBOLÀ, L., AMANTEA, D., RUSSO, R., BERLIOCCHI, L., ... & CORASANITI, M. T. (2010). Neuropharmacology of the essential oil of bergamot. *Fitoterapia*, 81(6), 453-461.

BELASQUE JUNIOR, J., BERGAMIN FILHO, A., BASSANEZI, R. B., BARBOSA, J. C., FERNANDES, N. G., YAMAMOTO, P. T., ... & MASSARI, C. A. (2009). Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, Greening) visando o controle efetivo da doença. *Tropical Plant Pathology*, 34, 137-145.

BIZZO, HUMBERTO R.; REZENDE, CLAUDIA M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. *Química Nova*, v. 45, p. 949-958, 2022.

BOVÉ, J. M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, v. 88, p. 7-37, 2008.

BOINA, DHANA RAJ; BLOOMQUIST, JEFFREY R. Controle químico do psilídeo asiático dos citros e da doença huanglongbing em citros. *Pest Management Science*, v. 71, n. 6, p. 808-823, 2015.

BUSS, EILEEN A.; PARK-BROWN, SYDNEY G. Produtos naturais para o manejo de pragas de insetos. Publicação UF/IFAS ENY-350. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN197>, 2002.

CABRAL, D. D. A., PEIXOTO, E. C., FONSECA, L. M., ZAVAREZE, E. D. R., GANDRA, E. A., & GANDRA, T. K. V. (2022). Efeito antimicrobiano de membranas de nanofibras de zeína com óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) frente a coliformes termotolerantes em bandejas de carne.

CHILDERS, C. C.; ROGERS, M. E. Chemical control and management approaches of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Florida citrus. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v. 118, p. 49-53, 2005.

INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE - IRAC. Disponível em: <https://www.irac-br.org/>. Acesso em: jan. 2024.

COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA (CIDASC). Home. 2024. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/>. Acesso em: jan. 2024.

COUTINHO, DIEGO LIMA; NOGUEIRA, CARLOS HENRIQUE FEITOSA. Atividade inseticida dos óleos essenciais. 2021.

DE MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S3299-S3302, ago. 2009. CD-ROM. Suplemento. Trabalho apresentado no 49. Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de Lindóia, SP.

DE MOURA GUERRA, A. M. N., DOS SANTOS SILVA, D., SANTOS, P. S., & DOS SANTOS, L. B. (2019). Teste de repelência de óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus*. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 9(3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: jan. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistics - FAOSTAT. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/en>. Acesso em: jan. 2024.

FERNANDES, EIRES TOSTA; FAVERO, SILVIO. Óleo essencial de *Schinus molle* L. para o controle de *Sitophilus zeamais* Most. 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em milho. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 9, n. 1, p. 225-231, 2014.

FAZOLIN, M., ESTRELA, J. L. V., YAMAGUCHI, K. K. L., PIERI, F. A., & VEIGA-JUNIOR, V. F. (2014). *Amazon piperaceae with potential insecticide use*.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA - FUNDECITRUS. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/>. Acesso em: jan. 2024.

GOMES, P. R. B., SILVA, A. L. S., PINHEIRO, H. A., CARVALHO, L. L., LIMA, H. S., SILVA, E. F., ... & OLIVEIRA, M. B. (2016). Avaliação da atividade larvicida do óleo essencial do *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre) frente ao mosquito *Aedes aegypti*. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 18, 597-604.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; STELINSKI, L. L.; STANSLY, P. A. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the Huanglongbing pathogens. *Annual Review of Entomology*, v. 58, p. 413-432, 2013.

Gatineau, F., Bonnot, F., Yen, T. T. H., Tuyen, N. D., & Truc, N. T. N. (2010). Effects of imidacloprid and fenobucarb on the dynamics of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and on the incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Fruits*, 65(4), 209-220.

GRUPO DE CONSULTORES EM CITROS - GCONCI. Disponível em: <https://www.gconci.com.br/>. Acesso em: jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: jan. 2024.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/index.php>. Acesso em: jan. 2024.

LOPES, J. M. S., DÉO, T. F. G., ANDRADE, B. M., GIROTO, M., FELIPE, A. L. S., JUNIOR, C. E. I., ... & LIMA, F. C. C. (2011). Importância econômica do citros no Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 20(1).

MARANGONI, A. C.; PERES, R. P.; FERREIRA, M. E. Uso de óleos essenciais de origem vegetal no manejo de pragas agrícolas. *Revista de Agricultura Biológica*, v. 28, n. 2, p. 123-130, 2013.

MAIA, N. B.; LANDINI, C. J. Óleos Essenciais de Plantas Cítricas. Holambra, SP: Editora Setembro, 2014.

MARTINS, G. D. S. O., ZAGO, H. B., COSTA, A. V., ARAUJO, L. M. D., & CARVALHO, J. R. D. (2017). Chemical composition and toxicity of Citrus essential oils on *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Caatinga*, 30(3), 811-817.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: jan. 2024.

MENEZES, R. L. D. (2014). Desenvolvimento de fibras de quitosana para aplicação como fios de sutura.

MOREIRA, RODRIGO TEIXEIRA SOARES. Teste de preferência de forrageamento de *Atta sexdens rubropilosa*, Forel, 1908, por três espécies de eucalipto no campo. 2006.

NETO, GERÔNIMO GUERREIRO; FIGUEIRA, SÉRGIO RANGEL FERNANDES. Maior dificuldade fitossanitária à produção da laranja no principal cinturão citrícola brasileiro - safras de 2017 a 2019. *Citrus Research & Technology*, v. 42, p. 1-10, 2021.

PAULETTI, GABRIEL FERNANDES; SILVESTRE, WENDEL PAULO. Óleo essencial cítrico: produção, composição e fracionamento. 2018.

RUIZ, ELIZIANE NICOLODI FRANCESCATO; GERHARDT, TATIANA ENGEL. Políticas públicas no meio rural: visibilidade e participação social como perspectivas de cidadania solidária e saúde. *Physis: revista de saúde coletiva*, v. 22, p. 1191-1209, 2012.

SHIDOSHI, CHRISTIAN JOSÉ; DOS SANTOS, CLAUDIO LUCIANO. Sinergia de medidas e estratégias de controle na doença Huanglongbing (HLB) dos citros: abordagens integradas para prevenção e combate efetivo. *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, v. 3, n. 1, 2023.

SIQUEIRA, TATIANA FERREIRA DE. Ação de flavonoides obtidos da casca de fruto maduro de *Myrciaria cauliflora* sobre o metabolismo em modelo experimental de dislipidemia, dor e febre. 2018.

SOUZA, C. D. R., SANTOS, G. J. D., JESUS, M. A. D., & LOURENÇO, T. D. P. (2023). Processo de extração de óleo de abacate para a fabricação de creme cosmético.

SPIEGEL-ROY, PINHAS; GOLDSCHMIDT, ELIEZER E. A biologia dos cítricos. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

TIWARI, S., TRIPATHI, P., MOHAN, D., & SINGH, R. S. (2023). Imidacloprid biodegradation using novel bacteria *Tepidibacillus decaturensis* strain ST1 in batch and in situ microcosm study. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 61562-61572.

WULFF, N. A., ECKSTEIN, B., MARTINS, E. C., LOPES-DA-SILVA, M., & SANCHES, M. M. (2021). Huanglongbing dos citros: sintomas, bactérias associadas, vetores e diagnóstico.

YAMAMOTO, P. T., FELLIPE, M. R., SANCHES, A. L., COELHO, J. H., GARBIM, L. F., & XIMENES, N. L. (2009). Eficácia de inseticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros. *BioAssay*, 4.