

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96.  
Reconhecimento: Portaria 909/95, DOU 01/08-95  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS  
SOCIAIS  
CAMPUS III – JUAZEIRO  
Colegiado de Engenharia Agrônômica



**DIEGO LIMA COUTINHO**

## **ATIVIDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS**

JUAZEIRO – BA

2021

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96.  
Reconhecimento: Portaria 909/95, DOU 01/08-95  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS  
SOCIAIS  
CAMPUS III – JUAZEIRO  
Colegiado de Engenharia Agrônômica



**DIEGO LIMA COUTINHO**

## **ATIVIDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS**

Projeto de pesquisa apresentado ao Colegiado de Engenharia Agrônômica do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – Campus III, como parte dos requisitos para a obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Feitosa Nogueira

JUAZEIRO-BA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

C871a Coutinho, Diego Lima

Atividade inseticida dos óleos essenciais / Diego Lima Coutinho.  
Juazeiro-BA, 2021.  
38 fls.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Feitosa Nogueira.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Engenharia Agrônoma) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Campus III. 2021.

1. Agricultura – Atividades inseticidas. 2. Controle de pragas – Atividades inseticidas. 3. Métodos de extração – Atividades inseticidas. 4. Potencial comercial – Óleos essenciais. I. Nogueira, Carlos Henrique Feitosa. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. III. Título.

CDD: 633.951

**DIEGO LIMA COUTINHO**

**ATIVIDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, Curso de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

Aprovado em 13/12/2021

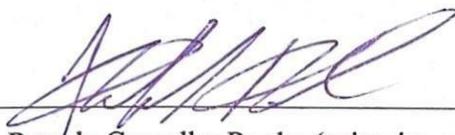
**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Carlos Henrique Feitosa Nogueira (Presidente/Orientador)

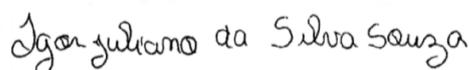
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



---

Prof. Dr. Ruy de Carvalho Rocha (primeiro examinador) Universidade do

Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



---

Me. Igor Juliano da Silva Souza (segundo examinador) Universidade do

Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Juazeiro BA

2021

### ***Dedicatória***

Dedico primeiramente a Deus, senhor da minha vida. A minha mãe (*In memoriam*) por todo amor incondicional, ensinamentos, confiança e que hoje está em outro plano, mas sempre junto a mim. A minha família por todo apoio. A minha namorada por ser meu refúgio.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me ter dado o dom da vida, por sempre guiar meus passos estando os momentos sejam bons ou ruins, por me dar força e discernimento para superar as adversidades da vida e me mostrar que com Ele tudo é possível.

Agradeço ao meu pai João Soares, por ser o meu porto seguro, por sempre me incentivar a evoluir cada vez mais, ao meu irmão caçula Matheus Coutinho que mesmo sendo tímido sempre torceu por mim para que conquistasse meu objetivo, a minha avó Agnólia Lima e as minhas tias Cristiane Lima e Ana Lúcia pelos conselhos e incentivo durante todo o meu processo, e em especial a minha mãe Nêuda Cristina (*In memoriam*) por tudo que me ensinou, que sempre sonhou com esse momento junto comigo, que era a minha principal incentivadora, que sempre acreditou em mim e me guiou durante toda o tempo que estive nesse plano. Mãe, infelizmente a senhora não está aqui presencialmente para comemorarmos essa vitória, mas sei que do céu você está com aquele sorriso largo que só teu e muito feliz pela minha conquista.

Agradeço a minha namorada Sophia Dinis que me acompanhou durante todo o trajeto da faculdade, nos bons e maus tempos, que sempre me incentivou e me mostrou que sou capaz, por me acalmar nos momentos de crise (que não foram poucos) e por ter sido peça fundamental nesse final de curso.

Ao meu orientador e amigo, Carlos Henrique Feitosa Noqueira, que desde quando o conheci sempre passou seus conhecimentos da melhor forma possível, sendo extremamente importante para minha formação profissional, sempre me instigando a ser melhor, agradeço por toda consideração e confiança, sempre será um exemplo a ser seguido.

Aos meus irmãos que a vida me deu, Wesley Anderson, Natanael Matos, Luan Antunes, Leandro Aleixo e minha irmã Liz Santana por toda a torcida, incentivo, parceria e consideração. A minha família formada em Juazeiro, Francisco Camilo (Chico), Gabriela Vieira (Fofão), Josemar Júnior (Jacaré) e Tiago Nunes (Forró), muito obrigado por toda companhia, alegria e parceria diária, e pelas madrugadas de estudo.

A empresa VSconsultoria, em especial ao meu amigo Vaomar Souza, pela

confiança e apoio, me proporcionando grandes experiências que serão de fundamental importância para minha formação profissional.

A Universidade do Estado da Bahia, através de sua estrutura e corpo docente por ter me proporcionado conhecimento de qualidade e ter contribuído para meu crescimento profissional e pessoal.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

## RESUMO

Os óleos essenciais tem sido estudados por possuir propriedades biológicas, os mesmos possuem papel importante em diversas aplicabilidades como terapêutica, farmacêutica, medicinal, indústria alimentícia e têxtil, assim como, na agricultura para o controle de pragas. Essa classe é uma alternativa promissora para o controle de insetos pragas devido a sua alta eficácia contra uma ampla gama de insetos, além do seu baixo impacto ambiental. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema de modo a expor o seu contexto científico atual. A revisão foi realizada a partir de estudo exploratório consultado em bases de dados virtuais de periódicos científicos. Por meio da revisão analisou-se que os óleos essenciais tanto os inseridos no mercado quanto os óleos essenciais com potencialidade para desenvolvimento de novos produtos comerciais apresenta uma elevada eficiência no controle de insetos-praga, mostrando-se como uma alternativa para uma agricultura mais sustentável.

**Palavras-chave:** Agricultura; Controle de pragas; métodos de extração; potencial comercial

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>M. Hirsutus</i> (A) e <i>P. citri</i> (B).....	16
<b>Figura 2:</b> <i>C. capitata</i> .....	16
<b>Figura 3:</b> <i>B. tabaci</i> .....	18
<b>Figura 4:</b> <i>L. sativae</i> .....	19
<b>Figura 5:</b> <i>F. Schultzzi</i> (A), <i>R. syriacus</i> (B), <i>S. rubrocinctus</i> (C) .....	21
<b>Figura 6:</b> Número de publicações por período de busca (1995-2021) na base de dados Web of Science .....	24
<b>Figura 7:</b> Categoria das publicações por período de busca (1995-2021) na base de dados Web of Science .....	24
<b>Figura 8:</b> Países/regiões que se destacam na pesquisa com óleos essenciais no controle de pragas, no período de 1995-2021, na base de dados Web of Science. .	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
3.1. Óleos essenciais.....	10
3.2. Métodos de extração.....	12
3.3. Óleos essenciais no controle de pragas.....	13
3.4. Controle dos principais insetos-praga no Vale do São Francisco com os óleos essenciais .....	15
<b>3.4.1. Cochonilha .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4.2. Mosca das frutas.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.3. Mosca-branca .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4.4. Mosca-minadora.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.5. Tripes .....</b>	<b>20</b>
3.5. Perspectivas futuras.....	21
3.6. Análise Bibliométrica .....	23
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIA DE FIGURAS.....</b>	<b>36</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades mais importantes para os seres humanos, pois, vai além da produção de alimentos para consumo direto, também está inserida na produção de ração, combustível, fibra e biomassa para produção de produtos químicos e materiais industriais (ALSTON & PARDEY, 2014). Deste modo, a agricultura é crucial para o crescimento econômico, visto que, em 2018 foi responsável por 4% do produto interno bruto (PIB) global (WORLD BANK, 2020).

No entanto, a taxa de crescimento populacional global é cerca de 1, 05% ao ano (World Population Prospects, 2019) e para que seja possível alimentar a crescente população global é necessário que a produção agrícola aumente em cerca de 60% até 2050 (FAO, 2016). Afim de atender a demanda populacional, tornou-se imprescindível aprimorar o rendimento e qualidade das colheitas, sendo um dos meios o controle de insetos pragas (SPARKS, 2013).

O controle de pragas é uma pratica de suma relevância na agricultura, pois, os insetos trazem danos expressivos na lavoura, conforme ERTHAL JUNIOR (2011), os insetos pragas ocasionam perdas de aproximadamente 15% de todos os produtos gerados pela agricultura, sem levar em consideração os insetos que são vetores de doenças em plantas que aumentam essas perdas expressivamente.

Paz Neto (2016) afirma que existe várias técnicas e estratégias de manejo para que seja realizado o controle de pragas, dentre elas estão: plantas melhoradas geneticamente, práticas culturais, controle com microrganismos, controle com inimigos naturais, uso de produtos naturais derivados de plantas (extrato aquoso ou orgânico, óleos essenciais) e substâncias químicas puras. Porém, mesmo após 60 anos do começo da utilização em larga escala dos inseticidas sintéticos, ainda continuam atuando como a prática agrícola mais utilizada em todo o mundo quando se fala em controle de pragas (GUEDES *et al.*, 2016).

No entanto, essas moléculas são persistentes e deixam resíduos, o seu uso generalizado e indiscriminado apresenta consequências ecotoxicológicas, ambientais e sociais ao se acumularem nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema (CAMPOLO *et al.*, 2018; SHARMA *et al.*, 2019), ademais a longo prazo pode resultar em pressão de seleção de populações resistentes e também afetar predadores

naturais, ocasionando a perturbação do equilíbrio ecológico (ABDULLAH *et al.*, 2015).

Desse modo, com o objetivo de alcançar uma agricultura mais segura e saudável, há a necessidade de se buscar alternativas viáveis que não ofereçam riscos aos seres vivos e meio ambiente. Sendo assim, nos últimos anos pesquisas em busca de produtos à base de plantas se intensificaram, como os óleos essenciais e extratos, que vem mostrando uma elevada capacidade no controle de pragas, além de ser uma alternativa para o manejo de resistência dos insetos-praga (STASIAK, 2018).

Devido à sua disponibilidade mundial e relação custo-benefício (CAMPOLO *et al.*, 2018), os óleos essenciais têm demonstrado ser uma alternativa promissora por possuir atividades biológicas contra insetos pragas, além de serem menos persistentes, possuir maior biodegradabilidade, apresentar menor toxicidade e efeitos mínimos sobre os organismos não-alvo (PATIÑO-BAYONA *et al.*, 2021; ELSHAFIE *et al.*, 2019; MOSSA, 2016).

Em razão da grande diversidade de óleos essenciais que apresentam potencial benéfico para agricultura mais sustentável, os mesmos tornaram-se objetos de estudo em busca de uma melhor compreensão sobre sua composição, modo de ação, técnicas de extração, formulação e atividade inseticida com o intuito de conseguir desenvolver o melhor posicionamento para os óleos essenciais.

Portanto, o objetivo desse trabalho será apresentar a importância e uso dos óleos essenciais no controle de pragas e como os mesmos podem ser uma ferramenta eficiente e sustentável para o agricultor.

## **2. METODOLOGIA**

O projeto foi desenvolvido a partir de um estudo exploratório por meio de pesquisa bibliográfica, que, conforme Gil (2008) sua elaboração consiste no emprego de livros e artigos científicos.

Foram utilizados os descritores “óleos essenciais” “essential oil”, “controle de pragas” “pest control”, “agricultura” “agriculture” em bases de dados virtuais como Google Scholar, SciELO, PubMed, SciFinder e Elsevier, além de artigos disponíveis em periódicos, e consultas na literatura pertinente disponível. O critério de inclusão foi de artigos referentes aos últimos 10 anos (2011-2021).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OE) são metabólitos secundários sintetizados por diferentes órgãos das plantas podendo se acumular em estruturas histológicas específicas (ASBAHANI *et al.*, 2015) que desempenham funções no controle osmótico, temperatura foliar, defesa da planta, sinalização para atração de polinizadores e insetos benéficos (PAVELA *et al.*, 2015; WOLFFENBÜTTEL, 2019). Esses compostos orgânicos são voláteis e aromáticos de consistência líquida e límpida, porém, em temperaturas mais baixas podem ficar em estado sólido, pode ou não apresentar cor que varia desde tons mais claros até mais escuros e opacos, apresenta insolubilidade em água, solubilidade em solventes orgânicos e lipofilicidade (CAMPOLO *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2021).

As propriedades biológicas dos OEs estão diretamente relacionadas a sua composição (PATIÑO-BAYONA *et al.*, 2021), sendo misturas de 20 a 60 componentes em concentrações diferentes, nos quais possuem dois ou três componentes principais em concentrações mais altas que variam de 20 a 70% (PAVELA, 2015). Predominam-se em seus constituintes os compostos fenilpropanóides e os hidrocarbonetos monoterpenos e sesquiterpenos (PRADEEP *et al.*, 2017; BUTNARIU & SARAC, 2018; ÜSTÜNER *et al.*, 2018).

Vários fatores podem influenciar em sua variabilidade composicional, como a variação genética da planta, as condições de crescimento, métodos e práticas agrícolas, localização geográfica, clima, variações sazonais, tempo de colheita, secagem e armazenamento pós-colheita, entre outros (RAUT & KARUPPAYIL, 2014; MOGHADDAM & MEHDIZADEH, 2017).

Devido a sua ampla gama de propriedades biológicas com efeito antibacteriano, antifúngico, antiviral, anti-inflamatório, antioxidante, entre outros, os OE são indicados para aplicações na indústria cosmética/perfumaria, alimentícia, no setor farmacêutico, medicinal (RAUT & KARUPPAYIL, 2014). Inclusive no controle biológico de insetos pragas que devido a sua potencialidade inseticida oferecem diferentes modos de ação em razão do seu efeito tóxico por contato, ingestão ou fumigação, além de afetar a fisiologia nutricional dos insetos por efeitos

comportamentais como repelência, dissuasão alimentar e inibição da oviposição e crescimento (BETT et al., 2016; MOSSA, 2016; FOAUD & CAMARA, 2017).

Portanto, com os seus múltiplos mecanismos de ação, os OEs são altamente eficientes contra grande quantidade de pragas uma vez que sua complexa composição química com uma ou mais substâncias ativas possibilita a atuação em diferentes sítios-alvo nos diferentes estágios de desenvolvimento do inseto (OLIVEIRA E. R., 2016; WANG et al., 2019). Além de apresentar vantagens em razão de seus compostos serem biodegradáveis, possuem baixo impacto ambiental, baixa toxicidade aos mamíferos, indução de resistência reduzida, e também são obtidos de fontes renováveis com o processo de produção relativamente econômico (EBADOLLAHI & JALALI SENDI, 2015; PARK & TAK, 2016; KHANI et al., 2017; WANG et al., 2019).

No entanto, por serem menos ativos que os inseticidas sintéticos necessitam de concentrações mais altas podendo apresentar fitotoxicidade, devendo ser realizado testes quanto sua ação negativa nas culturas (MURRAY, 2020). Uma outra desvantagem é a sua instabilidade quando expostos a fatores ambientais, acarretando em degradação de alguns componentes ativos, influenciando no seu potencial de ação (IBRAHIM, 2020).

De acordo com Mohan et al. (2011) os óleos essenciais, como capim-limão (*Cymbopogon winteriana*), eucalipto-comum (*Eucalyptus globulus*), alecrim (*Rosemarinus officinalis*), vetiver (*Vetiveria zizanioides*), cravo (*Eugenia caryophyllus*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) já foram explorados quanto as suas propriedades controle de pragas.

Outro exemplo é o óleo essencial de *Mentha haplocalyx* que apresentou efeito tóxico por contato ao inseto *Lasioderma serricorne* (ZHANG et al., 2015), 83% de atividade repelente contra *Tribolium castaneum*, assim como *M. arvensis* demonstrou potencial inseticida contra as pragas de armazenamento *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* com taxa de mortalidade de mais de 80% independentemente do método de aplicação (ZIMMERMANN et al., 2021). Em outro estudo, confirmou-se que o óleo essencial de *Corymbia citriodora*, em baixas concentrações apresentou resposta eficiente no controle de *Spodoptera frugiperda* em razão dos seus componentes

(NEGRINI *et al.*, 2019).

### 3.2. Métodos de extração

Os OEs podem ser obtidos por diferentes métodos de extração, a sua escolha geralmente depende do material botânico usado, relacionando-se ao seu estado e forma, assim como a escolha e execução do método de extração determina a qualidade do óleo essencial, pois, se realizado de forma inadequada pode resultar na perda das características naturais e perda de bioatividade (TONGNUANCHAN & BENJAKUL, 2014).

Os métodos de extração convencionais são a hidrodestilação, o mais simples e mais antigo no qual se baseia na destilação azeotrópica, além da sua facilidade de implementação e seletividade (ASBAHANI *et al.*, 2015); destilação a vapor em que a água em sua forma líquida não entra em contato com o material botânico, assim o vapor passa pelo material carregando os vapores dos óleos, posteriormente é separado o OE da água por decantação (CAMPOLO *et al.*, 2018); extração com solvente orgânico onde o material é macerado em solvente orgânico no qual é removido do extrato concentrado por pressão reduzida (ASBAHANI *et al.*, 2015); e a prensagem a frio extrai o OE sem envolver calor e produz uma emulsão aquosa, sendo usado exclusivamente para produção de óleos essenciais de frutas cítricas devido à instabilidade térmica dos aldeídos presentes (HÜSNÜ & BUCHBAUER, 2015; STRAKOS & KOIDIS, 2016).

Contudo, com o intuito de obter métodos de extração mais eficientes, técnicas modernas foram desenvolvidas afim de reduzir o tempo de extração e consumo de energia, assim como, o aumento de rendimento e qualidade dos OEs (ASBAHANI *et al.*, 2015). Dentre os métodos inovadores estão extração de fluido supercrítico, que se baseia no uso e reciclagem de fluido em etapas de compressão e depressão, apesar do seu alto custo, possui uma qualidade superior quanto as suas atividades funcionais e biológica (CAPUZZO *et al.*, 2013; ASBAHANI *et al.*, 2015); extração ultrassônica aplica vibrações mecânicas das paredes e membranas do material, induzindo a liberação do OE, podendo ser combinado com outras técnicas (ASBAHANI *et al.*, 2015); e extração assistida por micro-ondas no qual a energia do equipamento converte-se em calor aumentando a temperatura e pressão interna ocasionando no rompimento das membranas no material vegetal e liberação do OE

(CHEN *et al.*, 2015), este método possui variações com a combinação de outras técnicas (ASBAHANI *et al.*, 2015).

### 3.3. Óleos essenciais no controle de pragas

Com todas as vantagens dos óleos essenciais apresentam e suas propriedades eficientes no controle de inseto pragas, alguns óleos essenciais como canela, citronela, nim e laranja são utilizados nas formulações de produtos agrícolas comerciais que visam o controle de pragas (ISMAN, 2020).

O óleo essencial de canela exibe grande eficácia na capacidade de controlar pragas na agricultura, conforme observado por Jumbo (2013) este óleo teve uma boa capacidade inseticida sobre adultos *Acanthoscelides obtectus* mostrando que esse fato é provavelmente em razão da presença de monoterpenos como eugenol presentes na composição dos óleos.

Souza (2020) demonstrou que o óleo essencial de canela (*Cinnamomum cassia*) na dosagem de 120 µL/placa apresentou uma mortalidade de 100% da praga *Sitophilus zeamais*, além de apresentar uma boa capacidade de repelência, pois, a concentração do óleo e nível de repelência são diretamente proporcionais.

O óleo essencial de citronela se destaca quanto a sua ação inseticida e atividade repelente. Macagnam (2018) afirma que o óleo apresentou efeito inseticida sobre a praga *A. obtectus*, sendo que a medida que se aumenta a sua concentração a taxa de mortalidade também aumenta, ainda pode-se notar que o tempo de exposição influenciou na taxa de mortalidade. Em relação a repelência de insetos Saad *et al.* (2017) verificou que o OE de citronela foi eficaz na repelência da praga *Bemisia tabaci*.

O óleo de nim (*Azadirachta indica*) é muito utilizado como inseticida devido aos seus vários compostos ativos como a azadiractina, salanina, meliantról e nimbolina (SCHNEIDER; SILVA; CONTE, 2017). Segundo Cabral & Pinheiro (2021), o óleo essencial de nim apresenta um bom efeito inseticida em *Empoasca kraemeri* e a sua eficiência está ligada com a concentração e a via de intoxicação, portanto, também possui concentração do óleo e taxa de mortalidade diretamente proporcionais.

De acordo com Aguirre *et al.* (2017), a capacidade inseticida do óleo essencial

de laranja é devido a sua composição apresentar compostos como limoneno, limanol e terpenos sendo eficaz no controle de lagartas de primeiro ínstar de *Helicoverpa armígera*. Coutinho *et al.* (2019) também comprovou que o óleo essencial da casca de laranja foi eficaz no controle de cigarrinha-verde *Empoasca* sp.

Além dos que foram citados acima, existe uma ampla gama de óleos essenciais com potenciais inseticidas, porém, é necessário mais estudos para que assim se tornem disponíveis como produtos comerciais para os agricultores. A exemplo, o óleo essencial de coentro apresentou capacidade inseticida contra as pragas *T. castaneum*, *S. oryzae*, *Lasioderma serricorne*, sua atividade está correlacionada a presença dos compostos linalol, canfora e  $\alpha$ -pineno (SRITI ELIJAZI *et al.*, 2017).

Os óleos essenciais da família Piperaceae possui um elevado potencial inseticida, segundo Brú & Guzman (2016) *Piper marginatum* apresenta em sua composição terpenoides e sesquiterpenoides que são compostos associados a características inseticidas. De acordo com Krinski *et al.* (2018), os óleos essenciais da família Piperaceae também demonstraram ação ovicida à praga *Anticarsia gemmatalis*.

Segundo Patiño-Bayona (2020) os óleos essenciais das plantas do gênero *Hypericum* como a *H. mexicanum*, *H. myricariifolium* e *H. juniperinum* possuem ação inseticida contra *S. zeamais*, devido a presença dos compostos monoterpenos, sesquiterpenos e hidrocarbonetos alifáticos que expressaram toxicidade fumigante e uma elevada repelência da praga.

Em um experimento com óleo essencial de pimenta-longa (*Piper longun*) os autores observaram uma taxa de mortalidade de 80% sobre lagartas desfolhadoras *Thyrinteina arnobia* quando utilizada a concentração de 1% e de 100% de mortalidade quando utilizada concentrações de 5 a 10% (SOARES *et al.*, 2011). Enquanto que o óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*) causou 90-100% de mortalidade em ninfas e 80% em adultos de *Diaphorina citri*, inseto vetor do greening, a principal doença que acomete a citricultura (VOLPE *et al.*, 2016). Oliveira (2016) utilizou óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon flexuosus*) a 1% em dieta de *S. frugiperda* e obteve 90% de mortalidade da população, relacionando sua atividade inseticida ao composto citral presente no óleo.

### 3.4. Controle dos principais insetos-praga no Vale do São Francisco com os óleos essenciais

De acordo com dados apresentados pela ABRAFRUTAS (2021), a manga, o melão e a uva ocuparam o 1º, 4º e 5º lugar, respectivamente, no ranking nacional do cenário frutícola de exportação no primeiro semestre de 2021. O Submédio Vale do São Francisco é responsável por maior parte dessa produção devido a características climáticas favoráveis que promovem a produção de frutas de alta qualidade (FERREIRA, 2019).

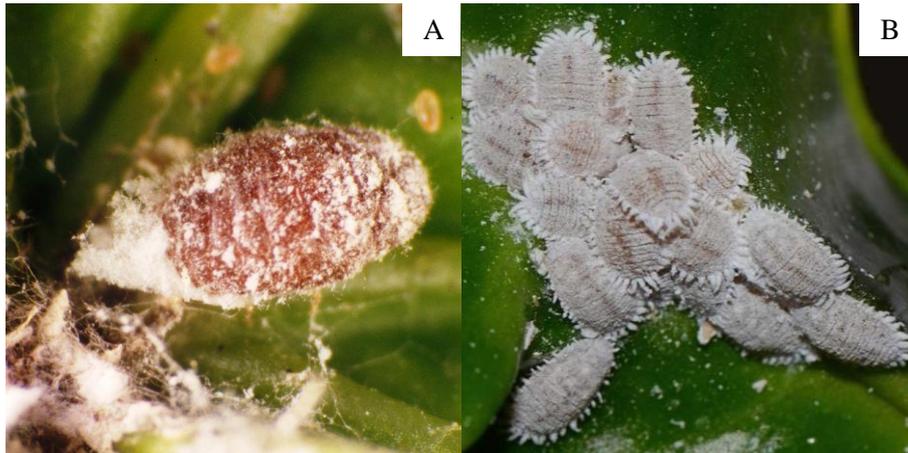
Sendo assim, a presença de pragas agrícolas podem comprometer a produção e trazer grandes danos, reduzindo o rendimento e qualidade, e conseqüentemente, prejuízos econômicos para os produtores. Em virtude da importância da região do Submédio Vale do São Francisco na fruticultura o óleo essencial pode ser uma alternativa no controle das principais pragas que acometem a produção de manga, uva e melão.

#### 3.4.1. Cochonilha

O primeiro registro dessa praga na região do Submédio do Vale do São Francisco foi no ano de 2014 em diferentes culturas, incluindo videira e manga (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Em videira a espécie que predomina as áreas produtoras é cochonilha-rosada (*Maconellicoccus hirsutus*) com 64,3%, uma praga exótica para essa região sendo comumente encontrada na região sul, a *Planococcus* sp. também é identificada, especialmente, a cochonilha-branca (*P. citri*) com 35,7% das demais espécies encontradas (LOPES, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2014). Ao serem encontradas nas partes comerciais do fruto, causa danos significativos a produção tornando-os torna-os inviáveis para comercialização.

Segundo Cordeiro (2019) para o controle de cochonilha o composto D-limoneno presente em óleos essenciais demonstra eficiência tanto no controle preventivo quanto curativo. Karamaouna *et al.* (2013) estudou o efeito tóxico dos óleos essenciais provenientes de limão siciliano (*Citrus limon* L), laranja (*Citrus sinensis* L.) e outras plantas aromáticas, os OEs dos citrus apresentaram maior toxicidade em ninfas de 3º instar e fêmeas adultas de *P. ficus* quando comparados aos outros OE testados e ao controle.

**Figura 1:** *M. Hirsutus* (A) e *P. citri* (B)



Fonte: Agrolink; Alchetron

Em outro estudo Lopes (2016) testou produtos a base de óleos essenciais de nim (Azact®, Azamax®), de laranja (Orobor®) e o fertilizante foliar Matrix®, em seus resultados Matrix® e Orobor® foram tóxicos para ninfas de 1º instar de *P. citri* com uma CL<sub>50</sub> de 46,29 mL de p.c./100L e 160,15 mL de p.c./100L, respectivamente; para ninfas de 1º instar de *M. hirsutus* foram Azamax®, Matrix® e Orobor® com uma CL<sub>50</sub> de 70,31 mL de p.c./100L, 94,57 mL de p.c./100L e 116,04 mL de p.c./100L, respectivamente; e Matrix® e Orobor® foram tóxicos para fêmeas adultas de *P. citri*., porém para fêmeas adultas de *M. hirsutus* nenhum produto foi eficaz.

#### **3.4.2. Mosca das frutas**

A mosca-das frutas pertencem aos gêneros Anastrepha, Ceratitis, Bactrocera, Dacus e Rhagoletis. Segundo Montes *et al.*, (2011) no Vale do São Francisco é considerada uma das principais pragas devido a sua capacidade de reprodução relacionada as plantas hospedeiras cultivadas na região e sua alta adaptabilidade ao

**Figura 2:** *C. capitata*



Fonte: Wikimedia

clima local. Dentre as espécies encontradas no vale, 99% se refere a *Ceratitis capitata* a qual está relacionada com diversas frutíferas, inclusive mangueira e videira (PARANHOS; LIMA; GAMA, 2013).

Benelli *et al.* (2012) comprovou a toxicidade dos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), lavanda (*Lavandula angustifolia*), *Hyptis suaveolens* L e *Thuja occidentalis* L. em adultos de *C. capitata* com mortalidade superior a 50%, sendo o *T. occidentalis* o mais tóxico entre eles.

Oviedo *et al.* (2018) verificaram que os óleos essenciais de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) e pinheiro (*Pinus elliottii*), causaram 100% de mortalidade em pupas de *C. capitata* e suprimiram a eclosão de adultos em 88,5%, os autores afirmam que este resultado se deve ao limoneno,  $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -pineno, que são componentes comuns de outros OE.

Em outro estudo Alves *et al.* (2018) verificou a toxicidade da mistura de óleos essenciais e observaram que a mistura de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), cedro (*Cedrus atlantica*) e eucalipto (*Corymbia citriodora*) ocasionou alta mortalidade em adultos de *C. Capitata*, além de ser mostrar ser seguro ao parasitóide *Psytalia concolor*, inimigo natural dessa praga.

Cartaxo (2020) testou OE de andiroba (*Carapa guianensis*), citronela (*Cymbopogon winterianus*) e eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) em diferentes concentrações e observou que na fase pupal de *C. capitata* o óleo de andiroba se apresentou o mais adequado por exibir mortalidade superior a DL<sub>50</sub> em menores concentrações ( $\leq 20$  mg), enquanto que o óleo de eucalipto sobressaiu na mortalidade de *C. capitata* em sua fase larval em relação aos demais óleos.

### **3.4.3. Mosca-branca**

Dentre os insetos relacionados ao melão uma das pragas-chave dessa cultura é a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) biótipo B, seus danos estão associados as alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta além de ser vetor do *Melon yellowing-associated vírus* e facilitar a entrada de microrganismos durante sua alimentação (COSTA-LIMA *et al.*, 2016; SALVIANO, *et al.*, 2017).

**Figura 3:** *B. tabaci*



Fonte: Agrolink

Ribeiro *et al.* (2021) avaliou a toxicidade de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) nas concentrações 0,25%, 0,50% e 1% contra adultos de *B. tabaci*, após 24 horas da aplicação do OE a taxa de mortalidade foi de 54%, 78% e 90%, respectivamente, após 48 horas a concentração 0,25% resultou em 96,0 % de mortalidade, enquanto 0,50% e 1,0% causaram 100% de mortalidade da praga.

Fanela (2012) testou o efeito de óleos essenciais de diferentes espécies vegetais sobre *B.tabaci*, em seus resultados o OE de cipó-alho (*Mansoa alliacea*) se destacou como o melhor tratamento no controle com 100% de mortalidade nas concentrações de 0,25 e 0,50  $\mu\text{L/L}$  de ar em 12 horas de fumigação, em concentrações de 0,75 e 1,00  $\mu\text{L/L}$  essa taxa foi alcançada em apenas 6 horas, sendo que na maior concentração após 3 horas de exposição 70% da população morreram.

Ibrahim & Mostafa (2018) estudaram os óleos essenciais como inseticidas verdes no controle de *B. tabaci*. Os OEs que tiveram maior significância nos parâmetros testados foram absinto (*Artemisia absinthium*), priprioca (*Cyperus articulates*) e tomilho (*Thymus vulgaris*), pois, apresentaram alta toxicidade de contato, efeito de repelência e dissuasão de oviposição contra a mosca-branca. No experimento de campo os OEs citados reduziram a população em um percentual médio de 87,6, 85,0, 81,9%, respectivamente.

Ribeiro *et al.* (2020) utilizou o método de vapores de óleos essenciais de espécies de citrus e (*Citrus. aurantiifolia*, *C. limon*, *C. reticulata* Blanco e *C. reticulado* Blanco x *C. sinensis*) e látex de frutas de *Mangifera indica* var. “Rosa” e *M. indica* var.“Espada”, em resposta ao bioensaio de fumigação a mosca-branca foi mais

suscetível aos OEs *C. aurantiifolia* e *C. limon* com  $CL_{50}$  0,70 e 1,77  $\mu\text{L L}^{-1}$  ar, respectivamente. Em relação ao bioensaio de fecundidade o OE de *C. reticulado* Blanco x *C. sinensis* reduziu a oviposição em 94,93% seguido de *C. limon* (86,34%) e *C. aurantiifolia* (85,51%).

#### 3.4.4. Mosca-minadora

Antigamente na cultura do meloeiro a mosca-minadora (*Liriomyza sativae*) era vista como praga secundária, entretanto, com o desequilíbrio no ecossistema ocasionado pela aplicação de inseticidas sintéticos a população de mosca-minadora aumentou, tornando-se uma praga-chave e um dos principais problemas dos produtores de melão no Submédio do Vale do São Francisco (COSTA-LIMA *et al.*, 2013; SALVINHO, *et al.*, 2017). Os danos são decorrentes da alimentação das larvas a qual reduz a área fotossintética das folhas, e conseqüentemente, o teor de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) diminui (NOGUEIRA *et al.*, 2019).

Figura 4: *L. sativae*



Fonte: Docplayer

Oliveira *et al.* (2017) avaliaram o efeito inseticida dos óleos essenciais de alecrim-da-chapada (*Lippia gracilis*) e de quebra-faca (*Croton conduplicatus*) sobre larvas de *L. sativae* em meloeiro. Os autores verificaram que somente o OE de *L.gracilis* demonstrou efeito inseticida com taxa de mortalidade na fase larval de 27,27% e no estágio de pupa de 28,12%, com taxa de mortalidade total de 47,72%.

Oliveira *et al.* (2020) realizaram outro estudo com os OEs de *L. gracilis*, *Lippia schaueriana*, *C. conduplicatus* e marmeleiro-do mato (*Croton sonderianus*), onde somente o OE de *L. gracilis* e *L. schaueriana* apresentaram efeito inseticida com taxa de mortalidade média de 47,72% e 45,71%, respectivamente atrelando seu efeito a

uma alta concentração de carvacrol. Enquanto que o OE das folhas de *C. conduplicatus* reduz a oviposição de *L. sativae*.

Silva *et al.* (2015) investigaram a aplicação de diferentes concentrações (1-10 mL/L) de OE de nim em formulação comercial (Azamax®) via irrigação para o controle de mosca-minadora em meloeiros. Na fase larval a concentração de 10 mL/L ocasionou mortalidade 35,7%, na fase de pupa houve mortalidade independente da concentração utilizada, no entanto, as concentrações de 5mL/L e 10mL/L proporcionaram os maiores percentuais de mortalidade, 41,4% e 49,8%, respectivamente.

### 3.4.5. Tripes

Tem sido relatado a ocorrência de tripes (*Frankliniella schultzei*, *Retithrips syriacus*, *Selenothrips rubrocinctus*) frequentemente no Vale do São Francisco, ocorrendo em várias partes das plantas de cultivares de videira sendo considerada uma das pragas que mais comprometem a produção, enquanto que na mangicultura são apontados como pragas secundárias que atacam na inflorescência, folhas, frutos e brotações (BARBOSA, 2005; MOREIRA *et al.*, 2012; OLIVEIRA; PARANHOS; MOREIRA, 2010).

Pinheiro *et al.* (2013) utilizou óleo essencial de citronela (*C. winterianus*) para o controle de *F. schultzei* e pulgão-verde (*Mysus persicae*). A aplicação de 1% do OE de citronela em cotilédones de feijão infestados de *F. schultzei* resultou em taxas de mortalidade significativa para ambas as pragas, sendo que a taxa de mortalidade para *F. schultzei* foi de 34,3%.

Neste estudo Pumnuan & Insung (2016) investigou a atividade inseticida de 18 óleos essenciais de plantas contra adultos de tripes (*Frankliniella schultzei*) e larvas de cochonilha (*Pseudococcus jackbeardsleyi*) pelo método de fumigação. Em resultados preliminares os OEs de canela, gengibre cassumunar, pimenta-preta e cardamomo apresentou atividade fumigante para os adultos de tripes com 80% de mortalidade da população, enquanto o OE de cravo e capim-limão obteve mortalidade superior a 90%. Para os OEs mais eficazes foi realizado CL<sub>50</sub>, nos tripes adultos o OE de cravo apresentou a maior toxicidade com CL<sub>50</sub> a 1,14 µl/L de ar, no entanto na concentração de 3,6 µl/L de ar, o OEs de cravo, canela, capim-limão e pimenta-do-

reino apresentou mortalidade de 100% dos tripes.

**Figura 5:** *F. Schultzzei* (A), *R. syriacus* (B), *S. rubrocinctus* (C)



Fonte: Portalsyngenta; Insectenvironment; PlantWise

Santana (2015) analisou o efeito inseticida de azadiractina em formulação comercial (composto do OE de nim), e dos óleos essenciais de diferentes espécies de eucaliptos (*Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana*) sobre larvas de *R. syriacus*. Com 24 horas de exposição os OE de *E. staigeriana* e *E. citriodora* exibiram percentual de mortalidade de 92% e 88%, respectivamente

### 3.5. Perspectivas futuras

Conforme o exposto foi analisado a eficiência e eficácia dos óleos essenciais no controle de pragas agrícolas e sua aplicação tem sido realizada em diversas culturas para o controle de uma ampla gama de insetos-praga. No entanto, a grande desvantagem do uso dos óleos essenciais é sua fotoinstabilidade e alta volatilidade provocando a degradação dos componentes ativos e influenciando na sua bioatividade (IBRAHIM, 2020).

Diante das desvantagens apresentadas pelos óleos essenciais, diversos

estudos têm sido realizados visando aumentar a eficiência dos mesmos. Desta forma, a nanotecnologia tem se tornado uma abordagem utilizada para solucionar o problema, uma vez que é definida como a ciência que se refere a dimensões de tamanho de partículas de 10-100 nm com a finalidade de criar materiais, dispositivos e sistemas com novas propriedades e funções fundamentados em sua estrutura (LIMA, 2020; OLIVEIRA A. P., 2016).

Nesta escala as propriedades dos materiais diferem no que diz respeito às propriedades física, química e biológica possibilitando novas aplicações (KAH; HOFMANN, 2014; MONTEFUSCOLI *et al.*, 2014). As nanoformulações dos óleos essenciais promovem a proteção contra a degradação por agentes físicos e químicos, maior estabilidade dos seus componentes, alta eficácia devido à maior área de superfície, indução de atividade sistêmica devido ao menor tamanho da partícula, liberação controlada do composto ativo e efeitos negativos nos inimigos naturais (GORRI *et al.*, 2017; OLIVEIRA A. P., 2016; PINTO, 2014).

As nanopartículas são estruturas de natureza lipídica ou polimérica, sendo essa última a preferida para essa finalidade (GORRI *et al.*, 2017). Nanopartículas poliméricas podem ser divididas em nanocápsulas denominadas estruturas com um núcleo de óleo circundado por um polímero ou nanoesferas onde o composto bioativo é retido na matriz do polímero (GORRI *et al.*, 2017; RAO; GECKELER, 2011).

Em condições de laboratório Ibrahim (2017) testou a eficácia do OE de gerânio in natura e encapsulado com nanopartículas de lipídios sólidos para o controle de mariposa do tubérculo da batata (*Phthorimaea operculella*) no 1º instar larval, os autores notaram que o OE encapsulado em diferentes concentrações influenciou no processo de desenvolvimento de estágios imaturos e aumentou a porcentagem de mortalidade. Quando aplicado em condições de campo exibiu eficácia residual mais longa do que o OE in natura.

No experimento realizado por Forim *et al.* (2013) o extrato de folhas de nim foi encapsulado em nanopartículas de poli- $\epsilon$ -caprolactona (PCL) para o controle de traças-brássicas (*Plutella xylostella*), os autores obtiveram eficiência de 98% no encapsulamento e observaram que houve um aumento na estabilidade do extrato na presença de radiação ultravioleta, além de também ter sido efetivo no controle *P.*

*xylostella* com 100% da taxa de mortalidade.

Em outro estudo utilizando o polímero PCL, Christofoli *et al.* (2015) encapsularam o óleo essencial de mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*) para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), onde alcançaram 98,9% na eficiência de encapsulamento. Em exposição a luz o OE encapsulado sofreu uma taxa de degradação de 44,8% enquanto que o OE in natura degradou 94,3%, quanto ao controle de mosca-branca foi notado a redução de oviposição em um percentual superior a 95% e do número de ninfas superior a 94%.

A nanoformulação do óleo essencial de casca de citrus com nanopartículas de polietilenoglicol exibiu atividade inseticida com alta mortalidade contra a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e redução dos efeitos tóxicos visíveis em plantas de tomate (CAMPOLO *et al.*, 2017). Louni, Shakarami & Negahban (2018) compararam o OE de hortelã-silvestre (*Mentha longifolia*) in natura com sua nanoemulsão para o controle da traça-da-farinha (*Ephesia kuehniella*), seus resultados mostraram que a nanoemulsão aumentou a toxicidade de contato e sua durabilidade.

À vista disso, a nanotecnologia associada aos óleos essenciais possui potencial para mudar o cenário agrícola atual, e se tornar uma alternativa mais sustentável e eficiente para o controle de pragas.

### 3.6. Análise Bibliométrica

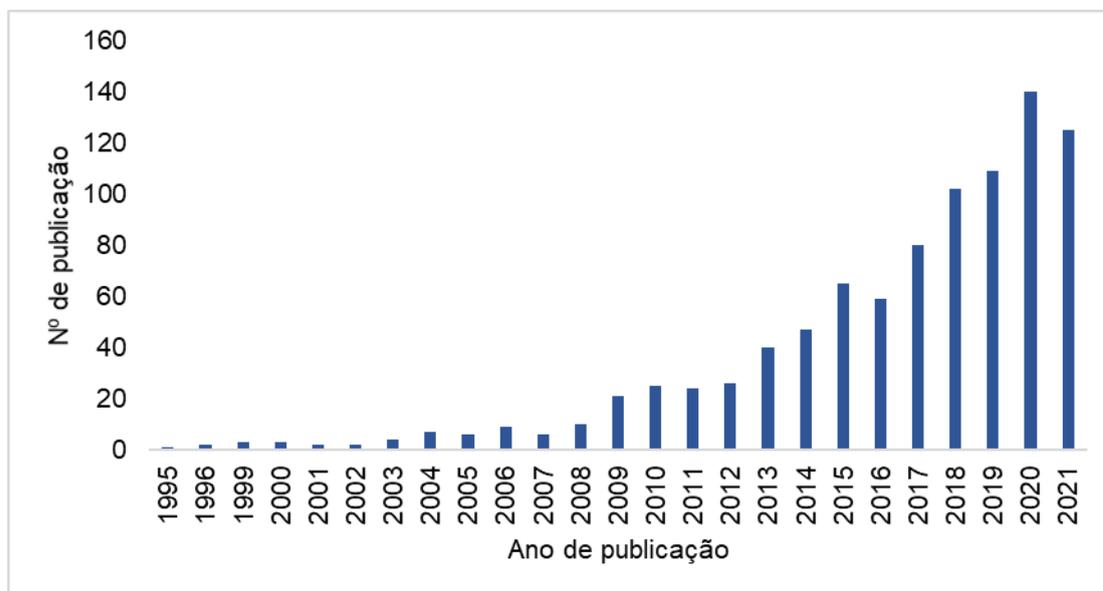
A análise bibliométrica foi realizada na base de dados Web of Science utilizando os descritores essential oil (óleos essenciais), agriculture (agricultura) e pest control (controle de pragas) com auxílio dos operadores booleanos “AND” e o descritor *Aedes aegypti* com o auxílio de “NOT” abordando os anos de 1995 a 2021.

O resultado da busca com os descritores essential oil, agriculture, pest control iniciou com 945 publicações (artigos, artigos de revisão, capítulos de livro, entre outros) com o critério de exclusão *Aedes aegypti* o total de publicações reduziu para 920.

A figura 6 mostra a quantidade de publicações no período de busca (1995-2021) para a base de dados Web of Science. As pesquisas acerca do óleo essencial como controle de pragas iniciaram em 1995 e ao longo dos anos o número de

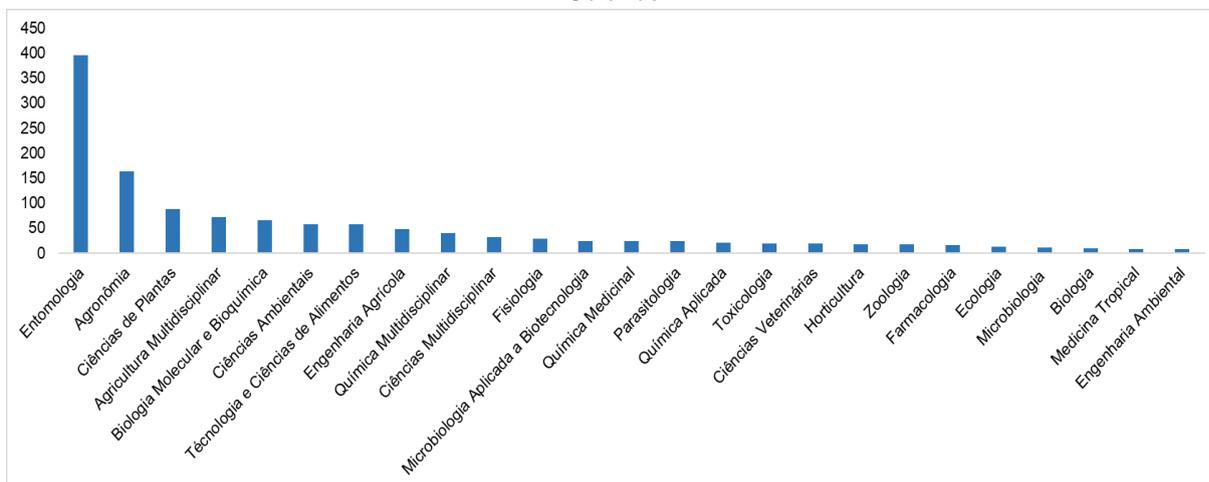
publicações se tornou crescente com ênfase ao ano de 2020. Dentre as categorias das publicações, entomologia é a categoria mais relacionada ao tema (Figura 7). Esses dados mostram que esse é um assunto em destaque na comunidade científica.

**Figura 6:** Número de publicações por período de busca (1995-2021) na base de dados Web of Science



Fonte: Autor.

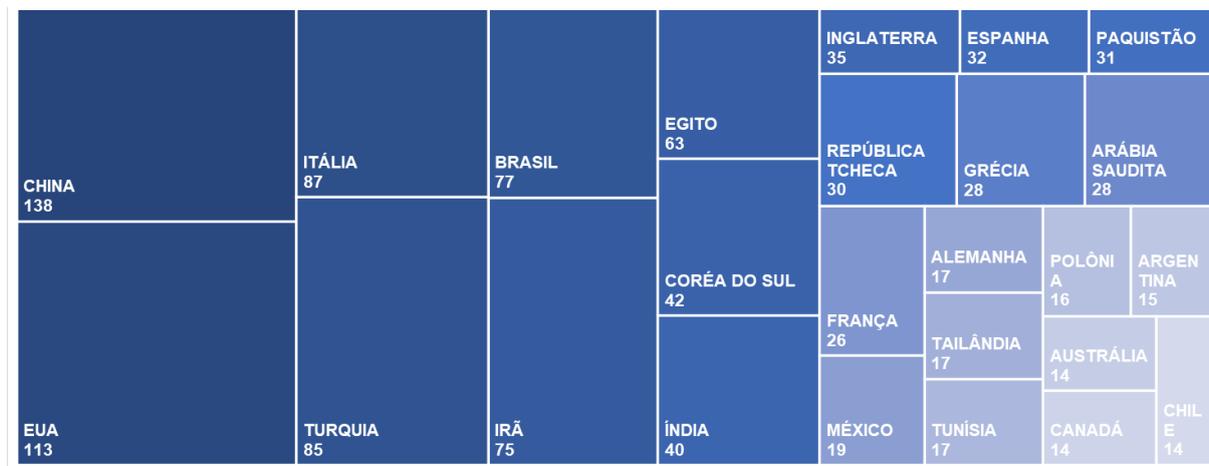
**Figura 7:** Categoria das publicações por período de busca (1995-2021) na base de dados Web of Science



Fonte: Autor.

Em relação aos países/regiões que publicaram pesquisas com óleos essenciais no controle de praga, a China, EUA e Itália se destacam (Figura 8), entretanto, o Brasil está colocado em 5º lugar sobre a temática. Indicando o potencial do país no desenvolvimento de novos produtos comerciais contendo óleos essenciais com função inseticida.

**Figura 8:** Países/regiões que se destacam na pesquisa com óleos essenciais no controle de pragas, no período de 1995-2021, na base de dados Web of Science.



Fonte: Autor.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com a revisão, percebeu-se que o uso de óleos essenciais para o controle de pragas é um método que demonstra um elevado potencial, pois, além do controle consegue reduzir a pressão de seleção das pragas, e conseqüentemente, a indução de resistência. Revela ser uma ferramenta que possibilita a redução dos usos de inseticidas sintéticos contribuindo assim para uma agricultura mais sustentável. Entretanto, o entrave de sua aplicação refere-se, principalmente, a sua alta volatilidade a qual pode ser resolvida com o auxílio das novas tecnologias, dentre elas a nanotecnologia. Desta forma, é necessário mais estudos sobre óleos essenciais e suas formulações com o intuito de torná-los produtos comerciais.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDULLAH, F.; SUBRAMANIAN, P.; IBRAHIM, H.; MALEK, S. N. A.; LEE, G. S.; HONG, S. L. Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *alpinia galanga* against asian subterranean termites, *coptotermes gestroi* and *coptotermes curvignathus* (isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Insect Science**, v.15, n.7, 2015. doi:10.1093/jisesa/ieu175.

AGUIRRE, Cristhian Eliseo Durán. **Óleos essenciais como métodos de manejo para *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2017. 83f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alegre – ES, 2017.

ALSTON, J. M.; PARDEY, P. G. Agriculture in the Global Economy. *Journal of Economic Perspectives*, v. 28, n.1, p. 121-146, 2014.

ALVES, T. J.; MURCIA, A.; WANUMEN, A. C.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, Á. A.; ORTIZ, A.; MEDINA, P. Composition and Toxicity of a Mixture of Essential Oils Against Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 1, p. 164-172, 2018. doi: <https://doi.org/10.1093/jee/toy275>

ASBAHANI, A. E.; MILADI, K.; BADRI, W.; SALA, M.; AÏTIADDI, E. H.; CASABIANCA, H.; MOUSADIK, A. E.; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, F. N. R.; ELAISSARI, A. Essential oils: from extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, n. 1-2, p. 220–243, 2015.

BARBOSA, F. R. Manejo integrado de pragas da mangueira. *In: I Simpósio de Manga do Vale do São Francisco, 2005, Juazeiro, Anais...*, 2005.

BENELLI, G.; FLAMINI, G.; CANALE, A.; CIONI, P. L.; CONTI, B. Toxicity of some essential oil formulations against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). **Crop protection**, v. 42, p. 223-229, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.05.024>.

BETT, P. K.; DENG, A. L.; OGENDO, J. O.; KARIUKI, S. T.; KAMATENESI-MUGISHA, M.; MIHALE, J. M.; TORTO, B. Chemical composition of *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus saligna* leaf essential oils and bioactivity against major insect pests of stored food grains. **Ind. Crop. Prod.** v. 82, p. 51–62, 2016. doi: 10.1016/j.indcrop.2015.12.009

BRÚ, J.; GUZMAN, J. D. Folk medicine, phytochemistry and pharmacological application of *Piper marginatum*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 6, p.767-779, 2016.

BUTNARIU, M. & SARAC, I. Essential oils from plants, **JBBS**. v. 1, n. 4, p. 35-43, 2018.

CABRAL, M. J. Dos S.; PINHEIRO, R. A. Bioatividade do óleo de Neem em adultos de Cigarrinha *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae). **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 1910-1919, 2021.

CAMPOLO, O.; CHERIF, A.; RICUPERO, M.; SISCARO, G.; GRISSA-LEBDI, K.; RUSSO, A.; CUCCI, L. M.; PIETRO, P. D.; SATRIANO, C.; DESNEUX, N.; BIONDI, A.; ZAPPALÀ, L.; PALMERI, V. Citrus peel essential oil nanoformulations to control the tomato borer, *Tuta absoluta*: Chemical properties and biological activity. **Scientific Reports**, v. 7, n.13036, 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-13413-0.

CAMPOLO, O.; GIUNTI, G.; RUSSO, A.; PALMERI, V.; ZAPPALÀ, L. Essential Oils in Stored Product Insect Pest Control. **Journal of Food Quality**, p. 1–18, 2018. doi:10.1155/2018/6906105.

CAPUZZO, A.; MAFFEI, M. E.; OCCHIPINTI, A. Supercritical fluid extraction of plant flavors and fragrances. **Molecules**, v. 18, p. 7194-7238, 2013.

CARTAXO, Paulo Henrique de Almeida. **Óleos essenciais no controle de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)**. 2020. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2020.

CHEN, F.; ZU, Y.; YANG, L. A novel approach for isolation of essential oil from fresh leaves of *Magnolia sieboldii* using microwave assisted simultaneous distillation and extraction. **Separation and Purification Technology**, v. 154, p. 271-280, 2015.

CHRISTOFOLI, M.; COSTA, E. C. C.; BICALHO, K. U.; CASSIA, D. V. de.; PEIXOTO, M. F.; ALVES, C. C. F.; ARAÚJO, W. L.; CAZAL, M, C. de. Insecticidal effect of nanoencapsulated essential oils from *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae) in *Bemisia tabaci* populations. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 301-308, 2015.

CORDEIRO, Diva Silva Queiroz. **Manejo fitossanitário para videira no Vale do São Francisco**. 2019. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns – PE, 2019.

COSTA-LIMA, T. C. da; MICHEREFF FILHO, M.; LIMA, M. F.; ALENCAR, J. A. de. Guia sobre mosca-branca em meloeiro: monitoramento e táticas de controle. **Embrapa Semiárido**. Circular técnica, 112, p.8, 2016.

COSTA-LIMA, T. C.; BUENO, V. H. P.; ALENCAR, J. A. Pragas de meloeiro. **Revista Plasticultura**, v.18, p.8-11, 2013.

COUTINHO, D. L.; NOGUEIRA, C. H. F.; BEZERRA, C. E. S.; SILVA, L. A.; SANTOS, A. V. M. Ação Inseticida do Óleo Essencial da Casca da Laranja Sobre a Cigarrinha-verde *Empoasca* sp (Hemiptera: Cicadellidae) na Cultura da Videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 2019. Juazeiro. **Anais...** 2019

Dados de exportação 1ª Semestre/2021. **ABRAFRUTAS**, 2021. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2021/08/dados-de-exportacao-1a-semester-2021-2/>>. Acesso em: 17 nov 2021.

EBADOLLAHI, A. & JALALI SENDI, J. A review on recent research results on bio-effects of plant essential oils against major Coleopteran insect pests. **Toxin Rev.**, v. 34, p. 76-91, 2015. doi:10.3109/15569543.2015.1023956

ELSHAFIE, H. S.; DEVESCOVI, G.; VENTURI, V.; CAMELE I.; BUFO S. A. Study of

the Regulatory Role of N-Acyl Homoserine Lactones Mediated Quorum Sensing in the Biological Activity of *Burkholderia gladioli* pv. *agaricicola* Causing Soft Rot of *Agaricus* spp. **Front. Microbiol.**, v. 10, p. 2695, 2019. doi:10.3389/fmicb.2019.02695.

FANELA, Thiago Luis Martins. **Efeito dos óleos essenciais e extratos de diferentes espécies botânicas sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro.** 2012. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade De Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. Botucatu – SP, 2012.

FERREIRA, Jadna Mylena da Silva. **Efeito do microclima na população de *Ceratitis Capitata* em pomares de videira e mangueira.** 2019. 51f. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro - BA, 2019

FORIM, M. R.; COSTA, E. S.; SILVA, M. F. G. F.; FERNANDES, J. B.; MONDEGO, J.M.; BOIÇA, J. A. L. Development of a new method to prepare nano/microparticles loaded with extracts of *Azadirachta indica*, their characterization and use in controlling *Plutella xylostella*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 9131-9139, 2013.

FOUAD, H. A. & CAMARA, C. A. G. Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **J. Stored Prod. Res.** v. 73, p. 30–36, 2017.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORRI, J. E. R, et al. Nanotecnologia em extratos e óleos essenciais de planta uma visão sobre sua ação noS insetos. *In*: LOPES, E. A., et al. **A química na produção vegetal.** 540 ed. Rio Paranaíba: MG, p. 113-154, 2017.

HÜSNÜ, C. B. & BUCHBAUER, G. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. **CRC Press**, Boca Raton, FL, USA, 2015.

IBRAHIM, H. Y. EL. S.; MOSTAFA, M. E. Efficacy of some Plant Essential Oils as Green Insecticides to Control Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Internatinal Journal of Entomology and Nematology**, v. 4, n. 2, p. 85-92, 2018.

IBRAHIM, S. Essential Oil Nanoformulations as a Novel Method for Insect Pest Control in Horticulture. **Horticultural Crops.**, 2020. doi:10.5772/intechopen.80747.

IBRAHIM, S.S. Applications of some biotechnological methods for controlling the most important pests of potatoes [thesis]. **Fac. Sci**, Al-Azhar University, Egypt., 2017.

ISMAN, M. B. Bioinsecticides based on plant essential oils: a short overview. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 75, n. 7-8, p. 179-182, 2020. doi:10.1515/znc-2020-0038.

JUMBO, Luis Oswaldo Viteri. **Insecticidal effect of clove and cinnamon essential oils in controlling weevil *Acanthoscelides obtectus* (Say) in beans.** 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica) -

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

KAH, M.; HOFMANN, T. Nanopesticide research: Current trends and future priorities. **Environment International**, v. 63, p. 224–235, 2014.

KARAMAOUNA, F.; KIMBARIS, A.; MICHAELAKIS, A.; PAPACHRISTOS, D.; POLISSIOU, M.; PAPATSAKONA, P.; TSORA, E. Insecticidal activity of plant essential oils against the vine mealybug, *Planococcus ficus*. **J. Insect Sci.**, v. 13, p. 1-13, 2013.

KHANI, M.; MAROUF, A.; AMINI, S.; YAZDANI, D.; FARASHIANI, M. E.; AHVAZI, M.; KHALIGHI-SIGAROODI, F.; HOSSEINI-GHARALARI, A. Efficacy of three Herbal essential oils against rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). **J. Essent. Oil Bearing Plants**, v. 20, p. 937-950, 2017. doi:10.1080/0972060X.2017.1355748.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A.; DESCHAMPS, C. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: controlling *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera, erebidae) at the initial stage of development. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2018.

LI, Y.; FABIANO-TIXIER, A. S.; VIAN, M. A.; CHEMAT, F. Solvent-free microwave extraction of bioactive compounds provides a tool for green analytical chemistry. **TrAC Trends Anal. Chem.**, v. 47, p. 1-11, 2013.

LIMA, Jonathan Dias de. **Desenvolvimento de nanoformulações biopesticidas aplicadas na agricultura**. 2020. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Materiais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

LOPES, Fabiana Soares Cariri. **Bioprospecção, identificação e manejo de cochonilhas-farinentas (hemiptera: pseudococcidae) e insetos associados em agroecossistemas de videira no Submédio do Vale do São Francisco**. 2016. 150f. Tese (Doutorando em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, 2016

LOUNI M, SHAKARAMI J, NEGAHBAN M. Insecticidal efficacy of nanoemulsion containing *Mentha longifolia* essential oil against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Crop Protection**, v. 7, n. 2, p. 171-182, 2018.

MACAGNAM, Luan Paulo. **Uso de diferentes óleos essenciais no controle de *Acanthoscelides obtectus* em grãos armazenados**. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim – RS, 2018.

MOGHADDAM, M. & MEHDIZADEH, L. Chemistry of Essential Oils and Factors Influencing Their Constituents. **Soft Chemistry and Food Fermentation**, p. 379–419, 2017. doi:10.1016/b978-0-12-811412-4.00013-8.

MOHAN, M.; HAIDER, S. Z.; ANDOLA, H. C.; PUROHIT, V. K. Essential oils as green pesticides: For sustainable agriculture. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, v. 2, n. 4, p. 100-105, 2011.

MONTEFUSCOLI, A. R.; WERDIN GONZÁLEZ, J. O.; PALMA, S. D.; FERRERO, A.

A; FERNÁNDEZ BAND, B. Design and development of aqueous nanoformulations for mosquito control. **Parasitology Research**, v. 113, n. 2, p. 793–800, 2014.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente-SP. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011.

MOREIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, J. E. M.; OLIVEIRA, A. C.; SOUZA, I. D. Variação sazonal de espécies de tripes em videira de acordo com sistemas de manejo e fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 328-335, 2012.

MOSSA A.-T.H. Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. **J. Environ. Sci. Technol.** v. 9, p. 354–378, 2016. doi:10.3923/jest.2016.354.378.

NEGRINI, M.; FIDELIS, E. G.; SCHURT, D. A.; SILVA, F. DOS S.; PEREIRA, R. S.; BIZZO, H. R. Insecticidal activity of essential oils in controlling fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Arquivos Do Instituto Biológico**, v. 86, 2019. doi:10.1590/1808-1657001112018.

NOGUEIRA, C. H. F.; BARROS, R.; LIMA, T. C. C.; OLIVEIRA, V. R.; NETO, T. F. de S. C. Método de amostragem larval de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 9, n. 1, p. 75-79, 2019.

OLIVEIRA, A. C.; COSTA-LIMA, T. C. da; SOUZA, A. V. de; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C. R. Ação inseticida de óleos essenciais de *Lippia gracilis* e *Croton conduplicatus* sobre a mosca-minadora. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2., p. 67-72, 2017, Petrolina. **Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido**, 2017.

OLIVEIRA, A. C.; COSTA-LIMA, T. C. da; SOUZA, A. V. V.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C. R. Atividade de óleos essenciais de plantas da Caatinga sobre a mosca-minadora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S. l.], v. 50, p. e58313, 2020. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/58313>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

OLIVEIRA, Alessandro Passos. **Nanoformulações à base de óleo essencial de *Lippia sidoides* e timol para o manejo de populações de *Sitophilus zeamais***. 2016. 32f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, 2016.

OLIVEIRA, E. R. de. **Toxicidade do óleo essencial de *Cymbopogon flexuosus* e do citral para *Spodoptera frugiperda* e suas atividades colinesterásicas in vitro**. 2016. 70 p. Dissertação (Mestrado em Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

OLIVEIRA, J. E. de M.; PARANHOS, B. A. J.; MOREIRA, A. N. Cultivo da Videira. **Embrapa Semiárido**, ed. 2, 2010. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema\\_producao/spuva/pragas.html](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/pragas.html)>. Acesso em: 20 nov. 2021.

OLIVEIRA, J. E. M. et al. Registro de ocorrência da cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* no Semiárido Brasileiro. In: 25 Congresso Brasileiro de Entomologia. Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014.

OVIEDO, A.; VAN NIEUWENHOVE, G.; VAN NIEUWENHOVE, C.; RULL, J. Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Austral Entomology**, v. 57, n. 4, p. 457-464, 2018. DOI: <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1111/aen.12296>

PARANHOS, B. A. J.; LIMA, T. C. C.; GAMA, F. C. Controle de moscas-das-frutas no Vale do São Francisco. **Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido**. (Online), v. 111, p. 1-4, dez. 2013.

PARK, Y. L. & TAK, J. H. Essential oils for arthropod pest management in agricultural production systems. **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. Elsevier Inc, 2016. doi:10.1016/B978-0-12-416641-7.00006-7.

PATIÑO-BAYONA, W. R.; NAGLES GALEANO, L. J.; BUSTOS CORTES, J. J.; ÁVILA, W. A. D.; DAZA, E. H; SUÁREZ, L. E. C.; PRETO-RODRÍGUEZ, J. A.; PATIÑO-LADINO, O. J. Effects of Essential Oils from 24 Plant Species on *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae). **Insects**. v. 12, n. 6, p. 532, 2021. doi:10.3390/insects12060532.

PATIÑO-BAYONA, W. R.; PLAZA, E.; BUSTOS-CORTES, J. J.; PRIETO-RODRÍGUEZ, J. A.; PATIÑO-LADINO, O. J. Essential Oils of Three *Hypericum* Species from Colombia: Chemical Composition, Insecticidal and Repellent Activity Against *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Records of Natural Products*, ed. 2, p. 111-121, 2020.

PAVELA, R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 174–187, 2015.

PINHEIRO, P. F; QUEIROZ, V. T; RONDELI, V. M; COSTA, A. V; MARCELINO, T. P; PRATISSOLI, D. Atividade inseticida do óleo essencial de capim-citronela sobre *Frankliniella schultzei* e *Myzus persicae*. **Ciênc. agrotec. Lavras**, v. 37, n. 2, p. 138-144, 2013.

PINTO, Náyra de Oliveira Frederico. **Desenvolvimento de nanoformulações do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham**. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza – CE, 2014.

PRADEEP, K. K.; ASIT, R.; SUDIPTA, J.; PRADIPTA, K. M.; PRATAP, C. P. Chemical composition and antioxidant activities of the essential oil of *Hypericum gaitii* Haines – an endemic species of Eastern India. **Nat. Prod. Res.** v. 32, n. 6, p. 739-742, 2017.

PUMNUAN, J.; INSUNG, A. Fumigant toxicity of plant essential oils in controlling thrips, *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Homoptera: Pseudococcidae). **J. Entomol. Res.**, v. 40, p. 1–10, 2016. DOI : 10.5958/0974-4576.2016.00001.3

RAO, J. P.; GECKELER, K. E. Polymer nanoparticles: preparation techniques and

- size-control parameters. **Progress in Polymer Science**, v. 36, p. 887–913, 2011.
- RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.
- REGNAULT-ROGER, C; VINCENT, C; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Ann. Rev. Entomol.**, v. 57, p. 405-424, 2012.
- RIBEIRO, N. de. C.; CAMARA, C. A. G. da.; MELO, J. P. R. de.; MORAES, M. M. de. Insecticidal potential of citrus and mango essential oils and selected constituents on silverleaf whitefly. **Revista Caatinga** [online], v. 33, n. 1, p. 90-99, 2020. doi.org/10.1590/1983-21252020v33n110rc.
- RIBEIRO, T. B.; LIRA, J. A. C.; OLIVEIRA, R. A.; BEZERRA, S. M. G.; MACHADO, R. S.; NOGUEIRA L. T. Uso dos óleos essenciais em onicomi-cose: revisão integrativa. **ESTIMA, Braz. J. Enterostomal Ther.**, v. 19, e1321, 2021. [https://doi.org/10.30886/estima.v19.1011\\_PT](https://doi.org/10.30886/estima.v19.1011_PT).
- RIBEIRO, W., et al. Toxicidade do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) sobre a mosca-branca (*Bemisia tabaci*). In: SOUSA, C.da S., et al. **Agroecologia Métodos e Técnicas Para Uma Agricultura Sustentável**. v. 2, Guarujá: SP, p. 222-227, 2021.
- SAAD, K. A.; ROFF, M. N. M.; IDRIS, A. B. Toxic, repellent, and deterrent effects of citronella essential oil on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on Chili plants. **Journal of Entomological Science**, v. 52, n. 2, p. 119-130, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18474/JES16-32.1>
- SALVIANO, A. M. et al. A cultura do melão. In: COSTA, N. D. (Ed.). (Coleção Plantar, 76) .3ª ed. **Rev. e Atual**. Brasília, DF: Embrapa, p. 202, 2017.
- SANTANA, Milena Larissa Gonçalves. **Eficácia de inseticidas botânicos no controle de *Retithrips syriacus* (Thysanoptera: Thripidae) em videira**. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2015.
- SCHNEIDER; L. C. L.; SILVA, C. V.; CONTE, H. Toxic effect of commercial formulations of neem oil, *Azadirachta indica* A. Juss., in pupae and adults of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Arq Inst Biol**. v. 84, p. 1-8, 2017. doi: 10.1590/1808-1657000432014.
- SHARMA, A.; KUMAR, V.; SHAHZAD, B.; TANVEER, M.; SIDHU, G. P. S.; HANDA, N.; KOHLI, S. K.; YADAV, P.; BALI, A. S.; PARIHAR, R. D.; DAR, O. I.; SINGH, K.; JASROTIA, S.; BAKSHI, P.; RAMAKRISHNAN, M.; KUMAR, S.; BHARDWAJ, R.; THUKRAL, A. K. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. **SN Appl. Sci.**, v. 1, p. 1446, 2019. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>.
- SILVA, F. G. Da.; COSTA, E. M. Da.; FERREIRA, R. R.; SILVA, F. E. L. da.; ARAUJO, E. L. de. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca-minadora em meloeiro. **Revista ACSA**, v. 11, n. 2, p. 122-126, 2015.

SOARES, C. S. A.; SILVA, M.; COSTA, M. B.; BEZERRA C. E. S. Ação inseticida de óleos essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde** (Mossoró-RN), v. 6, n. 2, p.154-157, 2011.

SOUZA, Marina Andreia de. **Atividade inseticida, repelente e antifúngica do óleo essencial de *Cinnamomum cassia***. 2020. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim – RS, 2020.

SPARKS, T. C. Insecticide discovery: An evaluation and analysis. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 107, p. 8-17, 2013.

SRITI ELJAZI, J.; BACHROUCH, O.; SALEM, N.; MSAADA, K.; AOUIINI, J.; HAMMAMI, M.; BOUSHIH, E.; ABDERRABA, A.; LIMAM, F.; JEMAA, J. M. B. Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from coriander fruit against *Tribolium castaenum*, *Sitophilus oryzae*, and *Lasioderma serricorne*. **International Journal of Food Properties**, v. 20, p. S2833–S2845, 2017. doi:10.1080/10942912.2017.1381112

STRATAKOS, A. C. & KOIDIS, A. Methods for Extracting Essential Oils. **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**, p. 31–38, 2016. doi:10.1016/b978-0-12-416641-7.00004-3.

TONGNUANCHAN, P. & BENJAKUL, S. Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 7, p. R1231–R1249, 2014. doi:10.1111/1750-3841.12492.

ÜSTÜNER, T.; KORDALI, Ş.; BOZHÜYÜK, A. U.; KESDEK, M. Investigation of pesticidal activities of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. **Rec. Nat. Prod.** v. 12, n. 6, p. 557-568, 2018.

VOLPE, H. X.; FAZOLIN, M.; GARCIA, R. B.; MAGNANI, R. F.; BARBOSA, J. C.; MIRANDA, M. P. Efficacy of essential oil of *Piper aduncum* against nymphs and adults of *Diaphorina citri*. **Pest Management Science**, v. 72, n. 6), p. 1242-1249, 2016.

WANG, Y.; ZHANG, L.; FENG, Y.; ZHANG, D.; GUO, S.; PANG, X. Industrial Crops & Products Comparative evaluation of the chemical composition and bioactivities of essential oils from four spice plants (Lauraceae) against stored-product insects. **Ind. Crop. Prod.**, v. 140, p. 111640, 2019. doi:10.1016/j.indcrop.2019.111640.

WOLFFENBÜTTEL, A. N. **Base da Química dos Óleos Essenciais e Aromaterapia**. 3. ed.: Editora Laszlo, 2019. 494 p.

WORLD BANK (2019). **World Population Prospects 2019: Highlights**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS>>. Acesso: 20 out. 2021

WORLD BANK (2020). **Agriculture and food: overview**. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/on/topic/agriculture/overview>> . Acesso em: 20 out. 2021

ZHANG, W. J., YANG, K., YOU, C. X., WANG, C. F., GENG, Z. F., SU, Y. Contact toxicity and repellency of the essential oil from *Mentha haplocalyx* Briq. Against *Lasioderma serricorne*. **Chem. Biodivers.**, v. 12, p. 832–839, 2015. doi:

10.1002/cbdv.201400245.

ZIMMERMANN, R. C., ARAGÃO, C. E. DE C., ARAÚJO, P. J. P. DE, BENATTO, A., CHAABAN, A., MARTINS, C. E. N., AMARAL, W. Do.; CIPRIANO, R. R.; ZAWADNEAK, M. A. C. Insecticide activity and toxicity of essential oils against two stored-product insects. **Crop Protection**, v. 144, p.105575, 2021. doi:10.1016/j.cropro.2021.105575.

## REFERÊNCIA DE FIGURAS

*M. Hirsutus.* **Agrolink.** Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/upload/problemas/3202\\_4.jpg](https://www.agrolink.com.br/upload/problemas/3202_4.jpg)>.

*P. citri.* **Alchetron.** Disponível em: <<https://alchetron.com/cdn/planococcus-citri-4eb47bf8-52bd-45b3-858e-90a5058beed-resize-750.jpeg>>.

*C. capitata.* **Wikimedia.** Disponível em: <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Ceratitis\\_capitata\\_-\\_adult.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Ceratitis_capitata_-_adult.jpg)>.

*B. tabaci.* **Agrolink.** Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/upload/problemas/Bemisia\\_tabaci106.jpg](https://www.agrolink.com.br/upload/problemas/Bemisia_tabaci106.jpg)>.

*L. sativae.* **Docplayer.** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/docs-images/92/110754675/images/45-8.jpg>>.

*F. Schultzei.* **Portalsygenta.** Disponível em: <[https://www.portalsygenta.com.br/images\\_v2/glossario-de-alvos-lagarta-tripes%20%282%29\\_0.jpg](https://www.portalsygenta.com.br/images_v2/glossario-de-alvos-lagarta-tripes%20%282%29_0.jpg)>.

*R. syriacus.* **Insectenvironment.** Disponível em: <<https://img1.wsimg.com/isteam/ip/e32c3452-4e91-4d33-bdd5-d2fe34246a6c/WhatsApp%20Image%202021-07-20%20at%2010.34.23%20AM.jpeg?/cr=t:15.19%25,l:0.98%25,w:73.53%25,h:73.53%25/rs=w:1280>>.

*S. rubrocinctus.* **Plantwise.** Disponível em: <[https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/content/img/resize/pmdg\\_110867.img?maxwidth=300](https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/content/img/resize/pmdg_110867.img?maxwidth=300)>.