



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSSISTEMAS AGRÍCOLAS E  
NATURAIS

Andressa Ana Ansiliero

**REPELÊNCIA DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) COM EXTRATOS VEGETAIS**

Curitibanos  
2023

Andressa Ana Ansiliero

**REPELÊNCIA DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) COM EXTRATOS VEGETAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Manejo e Conservação de Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Marchioro  
Coorientadora: Dra. Janaína Pereira dos Santos

Curitiba

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ansiliero, Andressa Ana

Repelência da mosca-das-frutas sul-americana,  
*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) com extratos  
vegetais / Andressa Ana Ansiliero ; orientador, Cesar  
Augusto Marchioro, coorientadora, Janaina Pereira dos  
Santos, 2023.

61 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós-Graduação em  
Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Índice de  
repelência. 3. Extratos vegetais. 4. Compostos fenólicos.  
5. Manejo Integrado de Pragas. I. Marchioro, Cesar  
Augusto. II. Santos, Janaina Pereira dos. III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Ecossistemas Agrícolas e Naturais. IV. Título.

Andressa Ana Ansiliero

**REPELÊNCIA DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA, *Anastrepha fraterculus*  
(Wiedemann, 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) COM EXTRATOS VEGETAIS**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 27 de outubro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Adriana Terumi Itako, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Juliano Gil Nunes Wendt, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Ciências.

---

Profa. Júlia Carina Niemeyer, Dra.  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Cesar Augusto Marchioro, Dr.  
Orientador

Curitiba, 2023.

“Eu lhes dei a vida e vocês me deram a razão de viver”.

Aos meus filhos Sofia e Mateus, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus.

Agradeço ao meu pai Agustinho Ansiliero, que mesmo indiretamente muito me apoiou e sempre se orgulha quando fala da minha trajetória acadêmica.

Ao meu esposo, Sidimar, o qual não me deixou desistir depois de um acidente de carro voltando de um dia de aula.

A minha filha Sofia, para a qual quero ser motivo de orgulho e admiração.

Aos meus amigos do laboratório, Daiane Tenczna e Felipe Frank por me ajudarem na condução do experimento e por não me deixarem enlouquecer cuidando de tantas moscas sozinhas.

Ao meu orientador Dr. Cesar Augusto Marchioro, que muito pacientemente me ajudou ao longo dessa caminhada.

A minha coorientadora Dra. Janaína Pereira dos Santos que tem sido minha incentivadora há anos.

A Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, local onde trabalho e pude desenvolver o experimento nos seus Laboratórios de Pesquisa.

A Empresa de Pesquisa e Extensão Rural (EPAGRI) de São Joaquim que cedeu os espécimes de insetos utilizados no trabalho.

A Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos pelo excelente corpo docente, com o qual tive a honra de conviver durante dois anos.

Ao Programa de Bolsas do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES, pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

A produção de frutas no Brasil possui grande importância econômica e o país ocupa o terceiro lugar na produção mundial. No entanto, apenas uma parcela da produção é exportada tendo como uma das principais limitações o ataque de pragas e as restrições de comercialização devido à utilização de agrotóxicos. Entre os insetos-praga que atacam frutíferas cultivadas no Brasil, destacam-se as espécies de mosca-das-frutas sul-americana, principalmente a *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae). O uso de inseticidas botânicos, extratos vegetais e óleos essenciais tem ganhado espaço como uma alternativa para o controle de pragas e doenças. Dessa maneira o presente estudo tem como objetivos (i) caracterizar e testar biologicamente o efeito de extratos vegetais de camomila (*Matricaria recutita* [L., 1753]) poejo (*Mentha pulegium* [L., 1753]), cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum* [Merr e Perry 1939]) e folhas de eucalipto (*Eucalyptus* sp [L'Hér 1789]) sobre adultos de *A. fraterculus*; (ii) comparar a eficiência entre extratos aquosos e alcoólicos nas concentrações de 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00% e 1,25% na repelência de adultos de *A. fraterculus* e (iii) analisar os compostos fenólicos presentes nos extratos vegetais avaliados. Para avaliar a repelência, foi calculado o Índice de Repelência Espacial (IRE). Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) tendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Entre todos os extratos avaliados, o aquoso de camomila em concentração de 1,25% se mostrou superior quanto ao índice de repelência e, em contrapartida, os extratos aquosos de eucalipto se mostraram atrativos para a mosca-das-frutas sul-americana. Quando comparados com os compostos fenólicos totais, o extrato etanólico de cravo obteve a maior concentração. Ao fim que se propôs, todos os extratos avaliados obtiveram potencial repelente, entretanto é necessário que pesquisas sejam continuadas para que se possa evidenciar a menor dosagem eficiente e que se torne viável a aplicação desses extratos para o controle e repelência pragas insetos nas culturas.

**Palavras-chave:** Compostos fenólicos, manejo integrado de pragas, inseticidas botânicos.

## ABSTRACT

Fruit production has significant economic importance in Brazil, which is the third largest producer in the world. However, only a portion of the country's production is exported due to limitations imposed mainly by restrictions on imports caused by insect pests and the indiscriminate use of pesticides. The fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) is among the insect pests that cause significant damage to fruits cultivated in Brazil. The use of botanical insecticides, plant extracts, and essential oils has been increasingly used as an alternative control method against various pests and diseases. In this context, this study aimed to (i) test the effects of plant extracts of chamomile (*Matricaria recutita* [Lineu 1753]), pennyroyal (*Mentha pulegium* [L.1753]), clove (*Syzygium aromaticum* [Merr and Perry 1939]) and eucalyptus (*Eucalyptus* [L'Hér 1789]) on adults of *A. fraterculus*; (ii) compare the efficiency between aqueous and alcoholic extracts at concentrations of 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00% and 1.25% in repelling *A. fraterculus* adults, and (iii) analyze the phenolic compounds present in the plant extracts evaluated. The Spatial Repellency Index (IRE) was calculated to evaluate repellency. The obtained data was submitted to an Analysis of Variance (ANOVA), and the means were compared using the post-hoc test of Tukey at 5% probability. The aqueous extract of chamomile at the concentration of 1.25% exhibited a higher repellency index, while the aqueous extracts of eucalyptus were attractive to the fruit fly. The ethanolic extract of clove had higher total phenolic compounds. Our findings revealed that, except for eucalyptus, the remaining extracts evaluated repellent potential results in repelling *A. fraterculus*. However, more studies are necessary to determine the lowest efficient dosage so that the use of these extracts for the control and repellence of *A. fraterculus* proves viable.

**Keywords:** Phenolic compounds, integrated pest management, botanical insecticides.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fêmea (esquerda) e macho (direita) da espécie <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	19
Figura 2 - Dieta artificial utilizada na criação de <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	31
Figura 3 - Gaiola de criação de <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	31
Figura 4 - Fêmea da mosca-das-frutas sul-americana na gaiola de postura .....	32
Figura 5 - Caixa para emergencia dos adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	33
Figura 6 - Obtenção dos extratos .....	34
Figura 7 - Teste de compostos fenólicos totais .....	35
Figura 8 - Câmaras em X utilizadas no teste de repelência .....	36
Figura 9 – Quantidade de fenólicos totais em função das espécies de plantas (A), do método de extração (B) e da concentração dos extratos (C). .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações nutricionais da dieta artificial .....	30
Tabela 2 - Espécies vegetais avaliadas para o controle de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> . .....	33
Tabela 3 - Média de compostos fenólicos totais por planta .....	38
Tabela 4 - Média de compostos fenólicos totais por tipo de extração .....	39
Tabela 5 - Média de compostos fenólicos totais por concentração do extrato .....	39
Tabela 6 - Média de compostos fenólicos totais por planta em função da espécie e método de extração .....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1	FRUTICULTURA NO BRASIL.....	17
3.2	PRAGAS DE FRUTÍFERAS COM ÊNFASE PARA <i>A. FRATERCULUS</i> .....	18
3.3	CONTROLE DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA.....	20
<b>3.3.1</b>	<b>Controle químico</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Iscas tóxicas</b> .....	<b>21</b>
3.4	CONTROLE QUÍMICO DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA COM ÊNFASE NAS PRINCIPAIS FRUTÍFERAS DE SANTA CATARINA .....	22
3.5	EXTRATOS VEGETAIS .....	23
<b>3.5.1</b>	<b>Metabólitos</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Compostos voláteis</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Plantas utilizadas</b> .....	<b>26</b>
3.5.3.1	<i>Camomila</i> .....	26
3.5.3.2	<i>Poejo</i> .....	27
3.5.3.3	<i>Cravo-da-Índia</i> .....	27
3.5.3.4	<i>Eucalipto</i> .....	28
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
4.1	LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	30
4.2	OBTENÇÃO DE ADULTOS E MULTIPLICAÇÃO EM LABORATÓRIO .....	30
<b>4.2.1</b>	<b>Obtenção dos ovos</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Obtenção das larvas</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Emergência de adultos</b> .....	<b>32</b>
4.3	PLANTAS UTILIZADAS NO ESTUDO .....	33
4.4	OBTENÇÃO DAS PLANTAS E EXTRATOS.....	34
<b>4.4.1</b>	<b>Extrato aquoso</b> .....	<b>34</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Extrato alcóolico</b> .....	<b>35</b>
4.5	ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS EXTRATOS .....	35
4.6	TESTE DE REPELÊNCIA.....	36

4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
5.1	COMPOSTOS FENÓLICOS.....	38
5.2	ÍNDICE DE REPELÊNCIA.....	41
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXO A - MÉDIAS DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DE EXTRATOS AQUOSOS E ETANÓLICOS EMPREGADOS EM TESTES DE REPELÊNCIA COM ANASTREPHA FRATERCULUS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ramo da fruticultura no Brasil é um dos setores de grande importância do agronegócio brasileiro, visto que o país ocupa a terceira posição entre os principais produtores mundiais de frutas, atrás apenas de China e Índia (FAOSTAT, 2022). Segundo dados da Food and Agriculture Organization (FAO), a produção brasileira de frutas ultrapassou 590 toneladas em 2019 (FAOSTAT, 2021). Contudo, do total produzido, apenas cerca de 2% são exportados (AGROSTAT, 2019). Em todas as regiões produtoras de frutas do Brasil, um dos problemas limitantes para a produção são as perdas ocasionadas por pragas.

Os prejuízos desencadeados pelas pragas são considerados um dos aspectos mais significativos na redução da produtividade de qualquer safra. Em geral, as perdas podem acontecer no campo durante o cultivo (pré-colheita) e durante o armazenamento (pós-colheita) (Franzoni, 2022). Todos os anos, até 40% das colheitas de alimentos são perdidas por pragas e doenças de plantas. Essas perdas estão estimadas em 220 bilhões de dólares por ano mundialmente (FAOSTAT, 2022).

Entre as pragas documentadas e reconhecidas como as que mais causam prejuízos ao mercado de exportação, estão às espécies de moscas-das-frutas sul-americana pertencentes aos gêneros *Anastrepha*, *Ceratitidis* e *Bactrocera*, em especial pela moscas-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), considerada como a principal praga da fruticultura no Brasil. A sua presença nos pomares dificulta a exportação devido às barreiras quarentenárias estabelecidas pelos países importadores livres dessa praga (Amaral, 2020). Todavia, os prejuízos causados por essas pragas também se refletem no mercado interno, já que as larvas das moscas-das-frutas sul-americana causam a destruição da polpa do fruto ao se alimentarem, podendo ocasionar a sua queda. Além disso, ao realizarem a postura, as fêmeas introduzem o ovipositor, causando uma punctura, e assim facilitam a entrada de fungos causadores de podridões (Nava; Botton, 2010).

Durante muitos anos, a mosca-das-frutas sul-americana foi considerada a principal praga das frutíferas de clima temperado no sul do Brasil. Em Santa Catarina, existe a prevalência por longos períodos da espécie de *Tephritidae* (Arioli *et al.*, 2016). Os adultos da mosca-das-frutas sul-americana deslocam-se de uma espécie frutífera a outra, conforme disponibilidade de frutos, buscando um sítio de oviposição adequado (Salles, 1995; Pereira-Rêgo *et al.* 2013). Incidem tanto em frutíferas

tropicais como temperadas, causando perdas expressivas na produção ou acarretando aumento nos custos de manutenção de pomares. Além disso, é uma praga que limita o comércio de frutas entre países, uma vez que muitos países da Europa possuem restrições de agrotóxicos utilizados no Brasil (Zucchi, 2004).

Tradicionalmente, o controle das moscas-das-frutas sul-americana tem sido realizado com produtos fitossanitários em aplicação seletiva, na forma de isca tóxica, e/ou aplicação em cobertura (Nava; Botton, 2010). No entanto, com as restrições do uso de produtos fitossanitários na exportação, alternativas estão sendo buscadas pelo setor. Inseticidas vegetais têm sido apontados como alternativas promissoras aos inseticidas químicos sintéticos no manejo de pragas agrícolas, por apresentarem riscos reduzidos para o ambiente e para a saúde humana (Cezimbra, 2004). Nesse contexto, as plantas com suas propriedades antagônicas se tornam uma ferramenta importante junto à área de proteção de plantas e ao controle biológico (Bettiol; Morandi, 2009).

Na produção de frutíferas no Brasil, o uso de agrotóxicos pode implicar em barreiras não alfandegárias ao comércio internacional. Estas barreiras são restrições de comercialização e licenciamento do produto, realizados pelo país importador, que limita o uso de um determinado agrotóxico ou resíduo deste no tratamento fitossanitário (Brasil, 2016). A utilização de agrotóxicos pode causar o desenvolvimento de resistência em patógenos, pragas e em plantas invasoras a certos princípios ativos; o surgimento de doenças; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos e a redução da biodiversidade (Mattei; Michellon, 2021). O principal fator responsável pelos problemas acima mencionados está relacionado ao fato desses produtos serem, muitas vezes, aplicados em doses excessivas ou de forma inadequada (Zanuncio *et al.*, 2018; Kobayashi; Amaral, 2018).

Os extratos vegetais podem apresentar potencial inseticida, fungicida, herbicida e nematocida, sendo considerados de boa eficiência (Santos, 2013). Uma das funções das substâncias que compõem estes extratos (metabólitos secundários) é fornecer proteção às plantas contra o ataque de organismos patogênicos (Silva *et al.*, 2005). Produtos à base de plantas, como extratos vegetais e óleos essenciais, têm sido relatados como potentes fungicidas e inseticidas naturais, sendo que os resultados alcançados nessa linha de pesquisa têm mostrado grande potencial de utilização prática no controle de fitopatógenos e insetos (Franco; Bettiol, 2000).

Os inseticidas botânicos possuem ação direta sobre insetos, são seletivos e apresentam baixa persistência no ambiente, possibilitando o controle de pragas com menor número de aplicações de inseticidas sintéticos de amplo espectro (Zera; Harshman, 2001; Santos *et al.*, 2012). Os inseticidas botânicos são produtos derivados de plantas ou partes das mesmas, podendo ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados por extração aquosa ou por solventes orgânicos, tais como álcool, éter, acetona, clorofórmio ou pela destilação (Vendramim; Castiglioni, 2000). Entre os principais princípios ativos encontrados em espécies, destacam-se os alcaloides, piretróides, rotenonas, rianodinas, nicotinas, quassinoides, sabadilas e limonoides, os quais são determinantes na escolha das espécies vegetais que serão utilizadas.

Diversos estudos mostram o potencial desses princípios ativos no controle de pragas agrícolas. Por exemplo, Pavela *et al.* (2016) comprovaram a eficácia da utilização de óleos essenciais de poejo como fumigantes potenciais contra ácaros da espécie *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Trobdiforme: Tetranychidae). Ribeiro *et al.* (2016) testaram a atividade ovicida e larvicida de extratos aquosos de eucalipto e os resultados indicaram potencial para serem utilizados no manejo da lagarta *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae). Girao Filho *et al.* (2014) observaram a eficácia da utilização de pó proveniente de cravo-da-Índia que, além de repelir, também ocasionou a morte do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae) quando em contato com o mesmo. A camomila mostrou-se eficaz como fungicida conforme descrito por Maximino *et al.* (2011). Já Almeida *et al.* (1999) estabeleceram que o crisântemo foi eficaz no controle do gorgulho *Sitophilus* spp. (Schoenherr, 1838) (Coleoptera: Curculionidae) apenas quando aplicado em forma de vapor, o que evidencia a importância da realização de testes em laboratório para determinar o potencial inseticida e repelente das plantas citadas em relação a *A. fraterculus*. Nesse contexto, a hipótese do presente estudo é que extratos vegetais de flores de camomila, folhas de poejo, inflorescência de cravo-da-Índia e folhas de eucalipto possam ter potencial repelente contra essa importante mosca-das-frutas sul-americana.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito repelente de extratos vegetais derivados de flores de camomila, folhas de poejo, inflorescência de cravo-da-Índia e folhas de eucalipto sobre adultos de *A. fraterculus*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar o efeito repelente de extratos vegetais sobre adultos de *A. fraterculus*;
- Comparar a eficiência na repelência entre extratos aquosos e alcoólicos;
- Quantificar compostos fenólicos totais dos extratos utilizados;
- Correlacionar a quantidade total de compostos fenólicos com o Índice de Repelência para *A. fraterculus*.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 FRUTICULTURA NO BRASIL

Nos últimos anos, a produção anual de frutas ultrapassou 41 milhões de toneladas e ocupou uma média de 2,6 milhões de hectares no território brasileiro. Isso significa que apenas 0,3% do território nacional é dedicado à fruticultura, contra 7,8% destinados às lavouras. Dos mais de 940 mil empreendimentos agrícolas distribuídos pelo país, 81% correspondem à agricultura familiar (Prado; Damasceno, 2022; Bueno *et al.*, 2021).

O Brasil se destaca em relação a produção mundial de frutas. A produção em 2019 ultrapassou 590 toneladas (FAOSTAT, 2021) e as principais culturas são laranja, banana e abacaxi (Abrafrutas, 2021). Ao contrário de muitas outras culturas afetadas durante o ano de 2020 devido à pandemia causada pelo novo coronavírus, a produção e exportação de frutas aumentaram e alcançaram a marca de mais de 1 milhão de toneladas exportadas, um crescimento de 6% em relação ao ano anterior, resultando em um faturamento de 875 milhões de dólares, 3% a mais que em 2019 (Abrafrutas, 2021).

Devido a excelência e diversidade da produção brasileira de frutas, o setor tem experimentado expressivo crescimento no mercado internacional, mas permanece em fase inicial com potencial contínuo de expansão de produção, prazo de oferta e participação de mercado no cenário global (Orleans; Perez, 2022). Em 2021, a pauta de exportação compreendeu mais de 40 frutas e registrou faturamento recorde de US\$ 1,07 bilhão, com mais de 80% do faturamento do setor no mercado internacional vindo de apenas sete variedades de frutas (manga, melão, uva, limão, maçã, melancia e mamão) (Ferreira *et al.*, 2022). O principal destino dessas exportações é a União Europeia, responsável por 52,6% da receita em 2021, seguida do Reino Unido e dos Estados Unidos, com 15,7% e 12,8%, respectivamente (Barony, 2022).

O Brasil tem mais de 300 frutas nativas comercializadas, sendo a região a região Sudeste líder na produção, respondendo por 51% da produção nacional. A segunda maior região produtora é o Nordeste, que responde por 24% da produção. Representando a fruticultura de clima temperado, os estados do Sul respondem por aproximadamente 12% da produção nacional (Ferreira *et al.*, 2022; Barony, 2022).

### 3.2 PRAGAS DE FRUTÍFERAS COM ÊNFASE PARA *A. FRATERCULUS*

Os danos causados pelos insetos às plantas são variáveis, podendo ser observados em todos os órgãos vegetais. Dependendo da espécie e da densidade populacional, do estágio de desenvolvimento, estrutura vegetal atacada e duração do ataque, poderá haver perdas significativas na produtividade (Rossetto; Santiago, 2022). Entre os insetos mais comuns que atacam as culturas estão larvas de lepidópteros, coleópteros, orthópteros, himenópteros, larvas de díptera, hemípteros e tripses. Quando se refere a grãos e produtos armazenados, destacam-se os besouros e traças (Lorini *et al.*, 2015; Berti, 2010).

Para que o Brasil continue crescendo na produção e exportação de frutas é importante superar o desafio de controlar pragas, como a mosca-das-frutas sul-americana que está presente em todas as regiões produtoras (Abrafrutas, 2021). A presença de moscas-das-frutas sul-americana no território brasileiro é um fator limitante para a fruticultura, pois causa danos diretos à produção e indiretos ao país, por meio de restrições fitossanitárias impostas pelos países importadores de frutas (SENAR, 2016). Os danos diretos provocados pelo ato da oviposição da fêmea de moscas-das-frutas sul-americana nos frutos podem ocasionar a depreciação e inviabilização dos produtos para a comercialização (Rocha, 2020). Os danos indiretos estão relacionados com espécies de moscas-das-frutas sul-americana de importância quarentenária, pois sua presença em uma região pode gerar barreiras à exportação, impostas preventivamente por países importadores para evitar a introdução de pragas em seus territórios (Rocha, 2020).

A espécie *A. fraterculus* é a mais comum e abundante em pomares no Brasil (Nora; Hickel 2006). Os adultos de *A. fraterculus* são moscas de coloração predominantemente amarela e asas maculadas (Figura 1). Medem cerca de 8mm de comprimento e apresentam duas manchas amarelas sombreadas nas asas como características do gênero: uma em forma de S, que vai da base à extremidade da asa; outra em forma de V invertido no bordo superior (Nora; Hickel 2006).

Figura 1 – Fêmea (esquerda) e macho (direita) da espécie *Anastrepha fraterculus*



Fonte: Hickel, (2005)

Os ovos são depositados no interior dos frutos, em cavidades arredondadas abertas pelas fêmeas através do seu robusto ovipositor (Figura 1). São fusiformes, levemente cruzados e de coloração branca (Nora; Hickel 2006). Os ovos de mosca-das-frutas sul-americana medem cerca de 1mm de comprimento e são postos em grupos de até nove ovos, embora prevaleçam posturas com poucos ovos por cavidade (Sugayama; Malavasi, 1995). As larvas são vermiformes, ápodas, sem cápsula cefálica definida e de coloração branco amarelada. No seu completo desenvolvimento, atingem de 8 a 10mm de comprimento e abandonam os frutos para se transformarem em pupa no solo (Nora; Hickel 2006).

Na maioria das frutíferas, o dano da mosca-das-frutas sul-americana é causado tanto pela fêmea, que perfura o fruto ao realizar a postura, como pela larva, que consome a polpa e provoca maturação precoce e queda prematura dos frutos (Christenson; Foote, 1960). Além disso, a injúria causada pela punctura da mosca-das-frutas sul-americana em frutos pode provocar lesões que resultam em contaminações por outros micro-organismos (Engelbrecht *et al.*, 2004).

As flutuações populacionais de moscas-das-frutas sul-americana em pomares comerciais estão relacionadas a duas variáveis principais: a disponibilidade de frutos hospedeiros e condições climáticas (Aluja, 1994, Uramoto *et al.* 2003). Em Santa Catarina, os adultos ocorrem em todas as estações do ano (NORA *et al.*, 2000). Tanto a espécie sul-americana como a mosca do mediterrâneo são responsáveis por afetar importantes pomares, tais como citros, uva, cacau, pêssego, goiaba, ameixa, mamão, maçã, maracujá, nectarina, nêspira, pera e acerola (Nava *et al.*, 2019).

### 3.3 CONTROLE DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA

Tradicionalmente, o controle das moscas-das-frutas sul-americana tem sido realizado com produtos fitossanitários em aplicação seletiva, na forma de isca tóxica, e/ou aplicação em cobertura (Nava; Botton, 2010). Com as restrições do uso de produtos fitossanitários devido à retirada do mercado de inseticidas do grupo dos organofosforados com ação sistêmica, alternativas estão sendo buscadas pelo setor. Inseticidas são definidos como substâncias químicas sintéticas, ou naturais, ou de origem biológica que controlam insetos. O uso de inseticidas na agricultura ao longo dos anos tem se demonstrado uma ferramenta importante para o aumento da produtividade, principalmente em grandes áreas de monocultivo (Ribeiro *et al.*, 2021). Esta relevância se deve à ocorrência de perdas significativas nas lavouras ocasionadas pelos insetos (Santos *et al.*, 2007). A manutenção dos altos níveis de produtividade agrícola atual não seria possível sem o uso dos inseticidas sintéticos, o que demonstra que estes continuarão a ter um importante papel em programas de manejo integrado de pragas no futuro (Hassan *et al.* 2011).

O controle pode resultar em morte do inseto ou prevenir comportamentos considerados destrutivos (Ware; Whitacre, 2012). A falta de conhecimento ou acompanhamento técnico sobre o seu manuseio adequado, com consequente aumento no número de pulverizações, doses acima das recomendadas e não obedecendo ao período de carência, tem contribuído para proporcionar efeitos maléficos sobre o meio ambiente e ao próprio homem. Dentre as consequências adversas, é possível mencionar a intoxicação de agricultores, a poluição da água e do solo, efeitos prejudiciais sobre organismos não pretendidos e a presença de substâncias tóxicas nos alimentos. Adicionalmente, isso tende a promover o surgimento de resistência por parte das pragas a esses produtos (Campanhola; Bettiol, 2003).

A definição da estratégia a ser utilizada para o controle de moscas-das-frutas, como por cobertura total, isca tóxica ou técnica de aniquilação de machos, depende da espécie de Tephitidae, da cultura explorada e da região a ser abrangida. No Brasil o controle de mosca-das-frutas sul-americana, é baseado principalmente na utilização de inseticidas na parte aérea da planta, nas formas de cobertura total ou de isca tóxica (Campanhola; Bettiol, 2003).

### 3.3.1 Controle químico

O controle químico por meio de aplicações de inseticidas organofosforados em pulverizações de cobertura para a contenção de adultos e ou larvas presentes nos frutos é o método de manejo mais utilizado (Kovaleski *et al.*, 2000; Botton *et al.*, 2016). O controle químico da moscas-das-frutas sul-americana por meio de pulverização de inseticidas nas frutíferas de clima temperado é iniciado quando a população, avaliada através de armadilhas McPhail, atinge 0,5 moscas/armadilha/dia (Kovaleski; Ribeiro, 2002).

Com a retirada do mercado e restrição do uso de inseticidas organofosforados, o monitoramento da praga passou a ser ainda mais importante, pois as novas estratégias de controle têm como base principal a supressão populacional de adultos (Arioli, *et al.* 2018)

Embora a maioria das moléculas registradas para o controle das moscas-das-frutas sul-americana seja eficiente para adultos por ação de contato e ou ingestão, Fentiom e Triclorfom que possuem ação ovicida ou matam larvas jovens (Scoz, *et al.*, 2004) foram recentemente banidos no Brasil. Por isso, as formas jovens de mosca-das-frutas sul-americana estão vulneráveis a ação de inseticidas não sistêmicos (Raga; Sato, 2016).

### 3.3.2 Iscas tóxicas

Atualmente, o uso de iscas tóxicas tem sido preconizado como um dos métodos de Manejo Integrado de Pragas (MIP) para o controle de mosca-das-frutas em diferentes regiões do mundo e no Brasil (Ruiz *et al.*, 2008; Borges *et al.*, 2015; Botton *et al.*, 2016). Dentre os atrativos utilizados nas formulações de iscas tóxicas no Brasil destacam-se o melaço de cana-de-açúcar e as proteínas hidrolisadas (Borges *et al.*, 2015; Raga; Sato, 2016). Na maioria das vezes, as iscas tóxicas são formuladas na propriedade misturando com inseticidas, geralmente organofosforados (Botton *et al.*, 2016).

A elevada capacidade de atração de adultos de *A. fraterculus* em condições de campo e a estabilidade da proteína hidrolisada de origem animal CeraTrap® (atratividade por um período de até 60 dias sem necessidade de troca e/ou reposição) pode viabilizar o emprego da técnica de captura massal nas frutíferas de clima temperado (Machota, *et al.*, 2013).

No contexto de incentivar a redução da utilização de produtos químicos, a Embrapa Amapá desenvolveu um bioinseticida microbiológico para combater espécies de moscas-das-frutas, incluindo a praga quarentenária mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock, 1994), presente no estado do Amapá e em áreas de Roraima e do Pará. O bioinseticida é o primeiro produto formulado como base no fungo *Metarhizium Anisopliae*, (Sorokin, 1883) isolado de solo no município de Macapá (AP). Por ter sido obtido no ambiente amazônico, o microrganismo é ideal para o controle das moscas-das-frutas que ocorrem em ambiente tropical. Além de não apresentar toxicidade, trata-se de um produto sem resíduos, pois trata-se de um produto biológico, e não há similar no mercado tanto para a mosca-da-carambola quanto para as espécies de moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* (Honorato, 2023).

#### 3.4 CONTROLE QUÍMICO DA MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA COM ÊNFASE NAS PRINCIPAIS FRUTÍFERAS DE SANTA CATARINA

A utilização de inseticidas sistêmicos não é aconselhável, devido ao potencial risco de os frutos tratados exibirem níveis de inseticidas que ultrapassem os limites de resíduos permitidos durante as fases de venda e consumo. Além disso, é importante considerar que as pupas se encontram protegidas por diferentes camadas de solo e que os adultos podem emergir após o período de eficácia residual dos inseticidas nas folhas, ramos, flores e frutos (Raga; Sato, 2016).

Os inseticidas fosforados como malation, thriclofom e fention, além de piretróide deltamitrina, foram amplamente utilizados para o controle das moscas das frutas. A redução de alternativas para o controle levou a necessidade de se pesquisar novos produtos principalmente para o período de pré colheita quando um tempo curto de carência é fundamental para os inseticidas utilizados (Raga; Sato, 2016).

O estado de Santa Catarina é o terceiro maior produtor de maçã *Malus domestica* (Borkh, 1803) no Brasil (Kist *et al.* 2023). Atualmente a cultura possui 33 inseticidas químicos de marcas comerciais diferentes registrados, divididos em 8 Ingredientes Ativos e 6 grupos químicos sendo eles: acetamiprido (neonicotinoide), deltametrina (piretróide), fosmete (organofosforado), malationa (organofosforado) etofenproxi (éter difenílico), fluripadifurona (butenolida), espinosade (espinosinas), fenitrotiona (organofosforado) (Agrofit, 2023).

Quanto a produção de pêssego (*Prunus persica*), Santa Catarina detém a terceira posição com produção de aproximadamente 8,6% da produção nacional (Kist *et al.* 2023). Para essa cultura há registro de 3 produtos comerciais para o controle químico de cobertura da mosca-das-frutas, divididos em espinetoram (espinosinas), acetamiprido + etofenproxi (éter difenílico), (neonicotinoide), malationa (organofosforado) (Agrofit, 2023).

Nesse contexto, inseticidas vegetais têm sido apontados como alternativas promissoras aos inseticidas químicos sintéticos no manejo de pragas agrícolas, por apresentarem riscos reduzidos para o ambiente e para a saúde humana. Estas substâncias são mais rapidamente degradadas em comparação com os compostos sintéticos, por muitos serem sensíveis à luz solar, à umidade ou ao calor (Morais; Marinho-Prado, 2016). Portanto, as plantas com suas propriedades antagônicas se tornam uma ferramenta importante para a área de proteção de plantas e ao controle biológico (Bettio; Morandi, 2009).

### 3.5 EXTRATOS VEGETAIS

As plantas desempenham um papel fundamental na produção de uma ampla e diversificada variedade de componentes orgânicos, os quais podem ser classificados em dois grupos principais: metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários abrangem uma série de processos essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento das plantas, como o armazenamento de energia. Por outro lado, os metabólitos secundários desempenham um papel igualmente crucial, mas têm um enfoque mais direcionado para a sobrevivência e a competição no ambiente em que as plantas estão inseridas (Vizzotto *et al.*, 2010). Os metabólitos secundários das plantas são compostos químicos necessários para a sobrevivência imediata da célula, servindo como uma vantagem evolutiva para a sua sobrevivência e reprodução (Vizzotto *et al.*, 2010), podendo atuar também como pesticidas naturais de defesa contra herbívoros ou microrganismos patogênicos (Jamal *et al.*, 2008).

Além da mortalidade, os produtos botânicos podem ter diferentes efeitos sobre os insetos, como a inibição da alimentação ou deterrência, redução do consumo alimentar, atraso no desenvolvimento, e ocorrência de deformações e esterilidade (Dequech *et al.*, 2008). O uso de produtos derivados de plantas no controle de pragas

na agricultura é relatado na literatura há pelo menos dois mil anos, em países como China, Egito, Índia e Grécia (Thacker, 2002).

Na primeira metade do século 20, o Brasil foi um grande exportador destes produtos naturais, conhecidos como inseticidas botânicos, como piretro, nicotina e rotenona. Os produtos naturais tinham muita importância entre as décadas de 1930 e 1940, sendo o uso destes uma prática comum (Menezes, 2005). Com o advento dos pesticidas sintéticos, estas práticas foram substituídas por produtos comerciais, com ação mais rápida. O retorno do interesse pelos inseticidas botânicos é uma resposta à necessidade de buscar novas substâncias no controle de pragas que reduzam os danos ao ambiente, resíduos em alimentos, efeitos nocivos sobre organismos não-alvo, que não causem ou retardem o surgimento de resistência, aspectos facilmente observados nos agrotóxicos (Vendramim; Castiglioni, 2000).

Os inseticidas botânicos fazem parte do grupo de inseticidas orgânicos. O principal entrave à chegada dos inseticidas botânicos ao mercado é o registro, pois, em geral, não se trata de uma única substância, mas de um complexo de substâncias quimicamente similares com estruturas moleculares diferentes, de maneira que as instituições de registro em todos os países solicitam a identificação de todas essas substâncias e seus correspondentes testes toxicológicos (Menezes, 2005). Os principais representantes do grupo são: Piretro e piretrinas; Rotenona e outros rotenóides; Riânia e rianodina; Sabadilha; Nicotina e Azadiractina. Desta lista, o Piretro e a Azadiractina possuem monografia autorizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012).

### **3.5.1 Metabólitos**

Uma das características dos seres vivos é a presença de atividade metabólica. As reações que ocorrem são catalisadas por uma gama de enzimas, trazendo os seguintes benefícios para o organismo: Os compostos químicos formados, degradados ou transformados por essas reações são denominados metabólitos (Monteiro; Brandelli, 2017).

Na célula vegetal, elas desempenham funções essenciais, como: fotossíntese; respiração; transporte de solutos. Vegetais, microrganismos e animais (em menor escala) apresentam todo um arsenal metabólico capaz de produzir e



acumular substâncias que não são necessariamente vitais ao organismo produtor. Elas são produzidas e armazenadas por organismos específicos e possuem bioquímica e metabolismo únicos, ou seja, caracterizam-se como elementos de diferenciação e especialização. Todo esse conjunto metabólico é denominado metabolismo secundário (Monteiro; Brandelli, 2017).

Os produtos secundários aumentam a probabilidade de sobrevivência de uma espécie, pois são responsáveis por diversas atividades biológicas com este fim como, por exemplo, podem atuar como antibióticos, antifúngicos e antivirais para proteger as plantas dos patógenos, e, também, apresentando atividades antigerminativas ou tóxicas para outras plantas. Além disso, alguns destes metabólitos constituem importantes compostos que absorvem a luz ultravioleta evitando que as folhas sejam danificadas (Li *et al.*, 1993).

Os compostos secundários de plantas são usualmente classificados de acordo com a sua rota biossintética (Chiocchio, *et al.* 2021). As três famílias de moléculas principais são geralmente consideradas: os compostos fenólicos, terpênicos e esteroides, e os alcaloides. A função dos compostos fenólicos está envolvida com a síntese das ligninas que são comuns a todas as plantas superiores, atrativos aos seres humanos devido ao odor, sabor e coloração agradáveis, mas também para outros animais, os quais são atraídos para polinização ou dispersão de sementes. Além disso, esse grupo de compostos é importante para proteger as plantas contra os raios ultravioleta, insetos, fungos, vírus e bactérias (Croteau *et al.*, 2000).

### **3.5.2 Compostos voláteis**

Na natureza, os compostos orgânicos voláteis têm muitas funções eco fisiológicas, eles oferecem à planta defesa contra agentes de stress e permitem a comunicação entre a planta e o meio ambiente a natureza. Os isoprenoides (isopreno e os terpenoides) protegem a planta contra agentes abióticos, tais como a oxidação, ao extinguir espécies de oxigênio reativas e ao reagir com o ozônio (O<sub>3</sub>) da atmosfera (Loretto, *et al.* 2001) Além disso, protegem a planta do calor ao reduzir espécies de oxigênio reativas produzidas por altas temperaturas, protegem as plantas de microrganismos e repelem insetos. (Rasoul, *et al.* 2012).

Os compostos voláteis desempenham um papel fundamental na mediação das interações entre plantas e herbívoros, desempenhando uma função crucial na conexão das cadeias alimentares em ecossistemas complexos. Esses compostos são responsáveis por atrair polinizadores para as flores e, possivelmente, também orientam animais dispersores de sementes, além de auxiliar na localização de plantas hospedeiras por insetos herbívoros (Germinara; Cristofaro; Rotundo; 2011). Já compostos voláteis induzidos provocam a atração de inimigos naturais (predadores e parasitoides) tanto na parte aérea, como na parte subterrânea das plantas e estão envolvidos nas interações planta-planta (McCormick; Unsicker; Gershenzon; 2012).

### **3.5.3 Plantas utilizadas**

#### **3.5.3.1 Camomila**

A camomila é uma planta conhecida por suas propriedades medicinais e é amplamente utilizada na forma de chá, óleo essencial e outros produtos. A composição química da camomila pode variar ligeiramente dependendo da espécie específica (Souza, *et al.* 2008). As camomilas contêm óleos essenciais que são responsáveis pelo seu aroma característico. Esses óleos são compostos principalmente por bisabolol, bisabololóxido A e B, óxido de azuleno,  $\alpha$ -bisabolol e camazuleno. Essas substâncias têm propriedades anti-inflamatórias, antiespasmódicas e relaxantes. A camomila é rica em flavonoides, como a apigenina, a luteolina, a quercetina e a patuletina. Esses compostos possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e sedativas (Maximino, *et al.* 2011). Possuem também compostos conhecidos como o ácido cafeico e o ácido clorogênico são encontrados nas camomilas. Esses compostos têm propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Mehmood, *et al.* 2015).

Além desses compostos, a camomila também pode conter outros constituintes químicos em menor quantidade, como taninos, mucilagem e óxidos de terpeno. Esses componentes químicos em conjunto contribuem para as propriedades terapêuticas da camomila. No entanto, é importante ressaltar que a composição química exata pode variar entre as diferentes partes da planta (flores, folhas, caules) e devido a fatores como o local de cultivo e as condições de crescimento (Souza, *et al.* 2008).

### 3.5.3.2 *Poejo*

*Mentha* L. é um gênero de plantas perenes aromáticas pertencente à família Lamiaceae, amplamente distribuído em regiões temperadas e subtropicais ao redor do mundo. Uma espécie desse gênero é a *Mentha pulegium*, conhecida como poejo, que é nativa da África do Norte, Ásia Ocidental, Cáucaso, Cazaquistão, Turcomenistão e Europa. O poejo é uma planta de porte menor em comparação com outras espécies de *Mentha*, e se espalha rapidamente através de seu sistema radicular subterrâneo.

O poejo contém óleos essenciais em sua composição, sendo o pulegona o principal componente. Outros componentes encontrados incluem o mentol, o limoneno, a piperitona e o eucaliptol. Esses óleos essenciais são responsáveis pelo aroma característico do poejo e têm propriedades antissépticas, antiespasmódicas e digestivas (Rocha, *et al.* 2015).

O poejo contém vários flavonoides, como a luteolina e a rutina. Os flavonoides têm propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, podendo contribuir para os benefícios medicinais da planta. Os taninos são compostos adstringentes encontrados no poejo, eles têm propriedades antioxidantes e podem ajudar a reduzir a inflamação. Ácidos fenólicos, como o ácido cafeico e o ácido rosmarínico. Contém também pequenas quantidades de alcaloides, como a pulegina (Rocha, *et al.* 2015).

Os principais compostos voláteis quantificados por Oliveira *et al.* (2012) são: orto-cimeno, 1,8-cineol, para-cimeno, (Z)- $\beta$ -ocimeno,  $\gamma$ -terpineno, borneol, mentol, isomentol, terpine-4-ol, neoisomentol, pulegona, piperitona, acetato de neoisomentila, acetato de mentila, acetato de isomentila, trans-cariofileno, timol, E-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno,  $\beta$ -bisaboleno, oxido de cariofileno.

É importante destacar que o Poejo contém pulegona, que é uma substância tóxica para humanos em altas concentrações. Portanto, é recomendado o uso controlado e moderado da planta para evitar efeitos adversos (Rocha, *et al.* 2015).

### 3.5.3.3 *Cravo-da-Índia*

O cravo-da-Índia, também conhecido simplesmente como cravo, é uma especiaria amplamente utilizada em todo o mundo, conhecida por seu aroma distinto e sabor picante. Originário das Ilhas Molucas, na Indonésia, o cravo-da-Índia tem uma

longa história de uso tanto na culinária quanto na medicina tradicional. O cravo-da-Índia é obtido dos botões florais secos da árvore *Syzygium aromaticum*, pertencente à família Myrtaceae. Esses botões são colhidos antes de se abrirem completamente e, em seguida, secos ao sol até adquirirem uma cor marrom-escura característica (Scherer, *et al.* 2009).

Estudos sobre a composição fitoquímica do óleo essencial de cravo-da-Índia revelaram que o eugenol é o componente majoritário, constituindo aproximadamente até 90% da composição total do óleo essencial. Além do eugenol, o óleo essencial de cravo-da-Índia também contém outras substâncias, como eugenila,  $\alpha$ -humuleno, acetato de eugenol, betacariofileno, ácido oleânico, pertencentes às classes de triterpenos, ceras vegetais, cetonas, resinas, taninos e esteróis. Esses compostos adicionais contribuem para as propriedades terapêuticas e aromáticas do óleo essencial de cravo-da-Índia (Costa *et al.*, 2011).

Além desses componentes principais, ácido gálico e taninos, o cravo-da-Índia também contém outros compostos em quantidades menores, como alfa-pineno, beta-pineno, metil eugenol, dentre outros. A combinação desses compostos contribui para as propriedades medicinais e aromáticas do cravo-da-Índia. No entanto, é importante destacar que o uso excessivo de cravo-da-Índia pode ter efeitos adversos e irritar a mucosa oral, portanto, é recomendado o consumo moderado e seguro dessa especiaria no consumo humano (Silvestri *et al.*, 2010). Um composto de misturas de terpenos voláteis cíclicos e alifáticos e fenilpropanoides fazem parte da composição (Santin *et al.*, 2010).

#### 3.5.3.4 *Eucalipto*

O eucalipto é uma árvore nativa da Austrália, do Timor e da Indonésia. Apresenta mais de 600 espécies que se adaptaram facilmente a diversas condições de solo e clima (CBI, 2014). No Brasil, em função do clima tropical e subtropical, o período de crescimento vegetativo do eucalipto é de sete anos, enquanto nos países de clima temperado o ciclo é de cinquenta anos (Dalcomuni, 1990).

No gênero *Eucalyptus*, estacam-se como constituintes fitoquímicos: citronelal (1,8-cineol) como o principal componente encontrado nas folhas de Eucalipto. Considerando a versatilidade dos óleos essenciais *Eucalyptus* em termos de bioatividades, a espécie *Eucalyptus dunni* apresenta propriedades antifúngicas, com

efeitos citotóxicos à membrana celular (Brito, 2022). Alfa-pineno, limoneno, flavonoides, taninos e ácidos fenólicos também são componentes químicos encontrados no eucalipto.

Além desses componentes, as folhas de eucalipto também contêm outros compostos em menor quantidade, como terpenoides, esteroides, alcaloides, entre outros. A combinação desses compostos químicos confere ao eucalipto suas propriedades medicinais, incluindo ação antisséptica, expectorante, descongestionante e antiviral. É importante ressaltar que diferentes espécies de eucalipto podem apresentar variações na composição química, portanto, os efeitos terapêuticos podem variar entre as espécies (Brito, 2022).

Para compostos voláteis se destacam para o Eucalipto 1-8 cineol, isopulegol, citronelal, neo isopulegol, citronelol, cariofileno,  $\alpha$ -pineno e linalol (Brito, 2022).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de pesquisa da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP, campus de Caçador, no período de abril/2022 a setembro/2022.

### 4.2 OBTENÇÃO DE ADULTOS E MULTIPLICAÇÃO EM LABORATÓRIO

Os primeiros espécimes utilizados, aproximadamente 100 moscas, foram disponibilizados pela Empresa de Pesquisa e Extensão Rural (EPAGRI) de São Joaquim a fim de garantir que seriam da espécie de mosca-das-frutas sul-americana *A. fraterculus*. As moscas foram acondicionadas em caixas plásticas (Figura 3) com dimensão de 40 x 30 cm, contendo areia esterilizada e mantidos em sala climatizada a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, a fim que se obtive-se a multiplicação das mesmas.

As moscas foram criadas em dieta artificial composta por extrato de soja, gérmen de trigo e açúcar mascavo, na proporção de 3:1:1, sendo os ingredientes comprados em casa de produto natural e misturados na proporção no laboratório. Após a mistura a dieta foi armazenada em um frasco de vidro e guardada da geladeira para utilização. As informações nutricionais estão descritas na Tabela 1. A dieta foi oferecida em placas de Petri (9 cm de diâmetro) como na Figura 2, segundo metodologia descrita por Salles (1992), sendo essa referência para criação de insetos em laboratório.

Tabela 1 - Informações nutricionais da dieta artificial utilizadas na criação de *Anastrepha fraterculus*.

Composição	Informação nutricional porção 10g		
	Gérmen de trigo	Extrato de soja	Açúcar mascavo
Carboidratos	5,0 g	2,0 g	9,5 g
Proteínas	3,0 g	4,0 g	-
Gorduras totais	1,0 g	2,0 g	-
Gorduras saturadas	-	0,4 g	-
Fibra alimentar	2,0 g	1,0 g	-
Sódio	-	3 mg	-

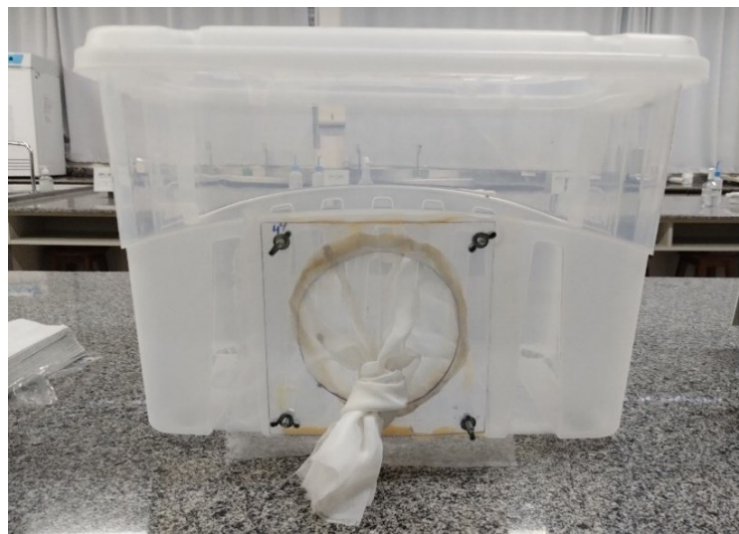
Fonte: A autora, (2023).

Figura 2 - Dieta artificial utilizada na criação de larvas de *Anastrepha fraterculus*



Fonte: A autora, (2023).

Figura 3 - Gaiola de criação de *Anastrepha fraterculus*



Fonte: A autora, (2023).

#### 4.2.1 Obtenção dos ovos

Para obtenção das posturas foram utilizados frutos artificiais compostos de ágar bacteriológico, água pura destilada, suco concentrado de amora preta *Rubus* sp. (L., 1753), e metilpropilbarabeno como agente conservante (Nipagin a 10% dissolvido em álcool etílico) e mamão papaya (*Carica papaya* [L., 1753]), como mostra a Figura 4. Os frutos artificiais foram ofertados à oviposição das fêmeas por um período de dois dias. Após esse período, foram colocados em caixas de 35 x 25 cm para que houvesse

a eclosão das larvas. A obtenção dos ovos durou aproximadamente 5 meses, entre o período de abril/2022 a setembro/2022

Figura 4 - Fêmea da mosca-das-frutas sul-americana na gaiola de postura



Fonte: A autora, (2022).

#### **4.2.2 Obtenção das larvas**

Após dois dias na caixa para postura os mamões e os frutos artificiais foram colocados em caixas com dimensão 40 x 25 cm sendo de 29 L contendo a dieta artificial misturada na areia esterilizada, para que houvesse a eclosão das larvas. Essa caixa era inspecionada diariamente, por aproximadamente 30 minutos e quando se constatava a presença de pupas essas eram transferidas para uma caixa para emergência dos adultos.

#### **4.2.3 Emergência de adultos**

Após formadas, as pupas foram colocadas em uma placa de Petri de (9 cm de diâmetro) sobre uma camada de areia levemente umedecida e, então cobertas por uma fina camada de areia. Nas gaiolas de emergência (Figura 2), foi disponibilizada a dieta artificial oferecida em placas de Petri (9 cm de diâmetro). Esse processo levaria em média 7 dias.



Figura 5 - Caixa para emergencia dos adultos de *Anastrepha fraterculus*



Fonte: A autora, (2022)

#### 4.3 PLANTAS UTILIZADAS NO ESTUDO

As plantas avaliadas no presente estudo foram selecionadas levando em consideração a sua composição química, escolhidas por serem ricas em flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, alcaloides entre outros, e a indicação prévia obtida da literatura de que possuem efeito inseticida como citado na Tabela 2.

Tabela 2 - Espécies vegetais avaliadas para o controle de adultos de *Anastrepha fraterculus*.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Fonte</b>
<i>Matricaria recutita</i> (L. 1753)	Asteracea	Camomila	Flores	Maximino, <i>et al.</i> , 2011.
<i>Mentha pulegium</i> (L.1753)	Lamiaceae	Poejo	Folhas	Pavela <i>et al.</i> , 2016.
<i>Syzygium aromaticum</i> (Merr e Perry 1939)	Myrtaceae	Cravo-da-Índia	Inflorescência	Girão Filho <i>et al.</i> , 2014.
<i>Eucalyptus</i> (L'Hér 1789)	Myrtaceae	Eucalipto	Folhas	Ribeiro, 2016.

Fonte: Autora, 2023.

#### 4.4 OBTENÇÃO DAS PLANTAS E EXTRATOS

Folhas frescas e capítulos florais das plantas utilizadas foram obtidas em uma casa de produtos naturais. As partes utilizadas foram adquiridas da marca Chamel, lotes 2749, 6880, 3662 e 5760 para camomila, poejo, cravo-da-Índia e eucalipto, respectivamente. Como foram adquiridas comercialmente não foi possível que fossem mandadas para o Herbário da Universidade Federal de Santa Catarina. Os extratos foram obtidos na sua forma aquosa e alcoólica, conforme metodologia descrita abaixo.

##### 4.4.1 Extrato aquoso

Para obtenção do extrato, preparou-se uma solução mãe (Figura 6) na concentração de 10%, a partir de 50g de material vegetal e 500mL de água destilada. Em seguida, foi realizada uma infusão com a água a 60°C e deixado em repouso por 24 horas. A solução obtida foi utilizada para obtenção dos extratos nas concentrações de 1,25%, 1,00%, 0,75%, 0,50% e 0,25%. Após o preparo, foram filtrados e armazenados em frasco âmbar na geladeira a 5 °C até a utilização (Krychak-Furtado, 2006). No dia da utilização os extratos eram retirados previamente da geladeira e deixados em repouso até que atingissem a temperatura ambiente.

Figura 6 - Obtenção dos extratos



Fonte: Autora, 2022.

#### 4.4.2 Extrato alcóolico

Fez-se uma solução mãe na concentração de 10%, a partir de 50g de material vegetal para 500mL de solvente hidroetanólico na proporção 70:30 v/v. Dessa solução mãe, fez-se os extratos nas concentrações de 1,25%, 1,00%, 0,75%, 0,50% e 0,25%. Os extratos foram filtrados e armazenados em frasco âmbar na geladeira a 5 °C até a utilização (Krychak-Furtado, 2006). No dia da utilização os extratos eram retirados previamente da geladeira e deixados em repouso até que atingissem a temperatura ambiente.

#### 4.5 ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS EXTRATOS

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado em espectrofotômetro UV-VIS pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, conforme Ivanova *et al.* (2006). Foram transferidos 1,0 mL dos extratos para tubos de ensaio de vidro, adicionados 2,0 mL de água destilada, 0,25 mL de solução de reagente de Folin-Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e em seguida foram adicionados 0,25 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5% (m/v) como mostra a Figura 7. Os tubos foram deixados em banho maria a 37 °C por 30 minutos. A amostra em branco usando água destilada no lugar dos extratos foi preparada nas mesmas condições. O cálculo dos resultados foi baseado em uma curva analítica de 5 pontos ( $R^2 = 0,99$ ) construída com soluções de padrão de referência de ácido gálico em concentrações de 25 µg/mL, 50 µg/mL, 75µg/mL, 100 µg/mL e 125 µg/mL, sendo o resultado expresso em miligramas equivalentes ao ácido gálico (EAG) por grama. As análises foram feitas em triplicata e as absorbâncias foram medidas em 750 nanômetros.

Figura 7 - Teste de compostos fenólicos totais



Fonte: Autora, 2023.

#### 4.6 TESTE DE REPELÊNCIA

Os testes de repelência foram realizados segundo Rabelo e Haro (2017), em arenas em “X”, compostas por uma câmara central ligada a outras quatro câmaras (Figura 8). Os insetos foram capturados na câmara central, mantida sem alimento, na quantidade de 10 indivíduos sem distinção de razão sexual por repetição. Cada câmara marginal foi preenchida com 15 g da dieta artificial, servindo de estímulo alimentar. Duas câmaras receberam em sua base papel filtro (2,5 X 2,5 cm) embebido em 0,5 mL dos extratos. Nas outras duas câmaras restantes, para o controle negativo, foram inseridos papéis filtro embebidos apenas com a solução hidroalcoólica quando testado os extratos alcoólicos e apenas com água quando testado os extratos aquosos, o teste foi feito em triplicata. Foram utilizadas três réplicas para cada combinação de extrato vegetal nas diferentes concentrações e controle negativo.

Figura 8 - Câmaras em X utilizadas no teste de repelência



Fonte: Autora, (2023).

O Índice de Repelência espacial (IRE) foi calculado de acordo com a fórmula:

$$IRE = \left[ \frac{(Nc - Nt)}{(Nc + Nt)} \right] * \left[ \frac{Nm}{N} \right] \quad (1)$$

Onde:

Nc = o número de insetos no controle;

Nt = número de insetos na câmara do tratamento;

Nm = número total de insetos nas câmaras;

N = número total de insetos utilizados no bioensaio.

Segundo esta equação, resultados iguais a zero indicam ausência de resposta, valores variando de -1 a 0 indicam que o inseto foi atraído pelo tratamento e valores variando de 1 a 0 indicam que o inseto foi repellido pelo tratamento.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Uma Análise de Variância foi utilizada para comparar a quantidade de compostos fenólicos considerando os fatores espécies de plantas (camomila, cravo, eucalipto e poejo), método de extração (aquoso e etanólico) e concentração (0,25; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25) em um sistema fatorial 4 x 2 x 5. Os dados não apresentaram normalidade e homoscedasticidade e, portanto, foram transformados utilizando a transformação de Box-Cox. Quando diferenças estatísticas foram detectadas, os tratamentos foram comparados como teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R utilizando os pacotes “agricolae”, “car”, “ggpubr”, “fpp” e “nortest”. O IRE foi utilizado para avaliar se os extratos testados repelem, atraem ou não suscitam resposta de adultos de *A. fraterculus*. O desvio padrão foi utilizado para avaliar se o valor obtido do IRE é diferente de zero. Em casos cuja barra de erro cruza o valor zero, foi considerado que os valores de IRE são semelhantes a zero. Por fim, foi realizada a correlação de Pearson entre o IRE e a quantidade de compostos fenólicos para cada planta e método de extração.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSTOS FENÓLICOS

A quantidade de compostos fenólicos totais foi influenciada pela espécie da planta ( $F = 49,72$ ;  $GL = 3$ ;  $p < 0,01$ ), pelo método de extração ( $F = 0,86$ ;  $GL = 1$ ;  $p < 0,01$ ), pela concentração dos extratos ( $F = 20,48$ ;  $GL = 4$ ;  $p < 0,01$ ) e pela relação entre as espécies e o método de extração ( $F = 2,93$ ;  $GL = 3$ ;  $p < 0,01$ ). Quando comparadas por plantas, observou-se que os extratos de cravo apresentaram maior concentração de compostos fenólicos (Tabela 2, Figura 9A), seguido por eucalipto e poejo. A camomila foi a espécie que proporcionou a menor quantidade de compostos fenólicos entre as plantas avaliadas. A influência da espécie indica que a planta tem uma influência significativa na quantidade de compostos fenólicos presentes. Isso sugere que diferentes espécies de plantas podem ter perfis químicos distintos em relação a esses compostos.

Tabela 3 - Média de compostos fenólicos totais por planta

<b>Planta</b>	<b>Compostos fenólicos EAG/g*</b>
Cravo	3,37 a $\pm$ 4,94
Eucalipto	2,91 b $\pm$ 14,84
Poejo	2,89 b $\pm$ 12,04
Camomila	2,47 c $\pm$ 10,71

\*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: A autora, (2023).

Quando analisados pelo método de extração, houve diferença significativa como mostra a Tabela 3. O método de extração utilizando álcool proporcionou extratos com uma maior quantidade de compostos fenólicos totais (Tabela 3, Figura 9B). O método de extração também tem um efeito significativo na quantidade de compostos fenólicos extraídos das plantas. Isso destaca a importância de escolher um método de extração adequado ao estudar compostos fenólicos, já que diferentes métodos podem levar a resultados diferentes. A otimização dos métodos de extração pode ser essencial para maximizar o rendimento desses compostos.

Tabela 4 - Média de compostos fenólicos totais por tipo de extração

<b>Tipo de extrato</b>	<b>Compostos fenólicos EAG/g*</b>
Etanólico	2,99 a ± 12,33
Aquoso	2,82 b ± 14,05

\*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: A autora (2023).

Conforme esperado, os resultados mostram um aumento da quantidade de compostos fenólicos totais de acordo com o aumento na concentração dos extratos (Tabela 4, Figura 9C). Isso sugere que a quantidade de compostos fenólicos pode variar consideravelmente dependendo da concentração utilizada no estudo. Pesquisas futuras podem explorar essas variações em concentrações para entender melhor as relações dose-resposta e determinar a concentração ideal para diferentes aplicações.

Tabela 5 - Média de compostos fenólicos totais por concentração do extrato

<b>Concentração (%)</b>	<b>Compostos fenólicos EAG/g*</b>
1,25	3,45 a ± 4,83
1,00	3,15 b ± 8,24
0,75	3,02 b ± 10,05
0,50	2,69 c ± 14,40
0,25	2,24 d ± 12,75

\*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: A autora, (2023).

E, por fim, fazendo a análise das espécies de plantas utilizadas em função dos métodos de extração apresentaram as seguintes médias conforme Tabela 5. Observa-se que a maior quantidade de compostos fenólicos totais foi obtida com o cravo quando o extrato foi extraído pelo método etanólico. Por outro lado, quando a extração ocorreu pelo método aquoso com a camomila, foi registrada a menor quantidade de compostos fenólicos.

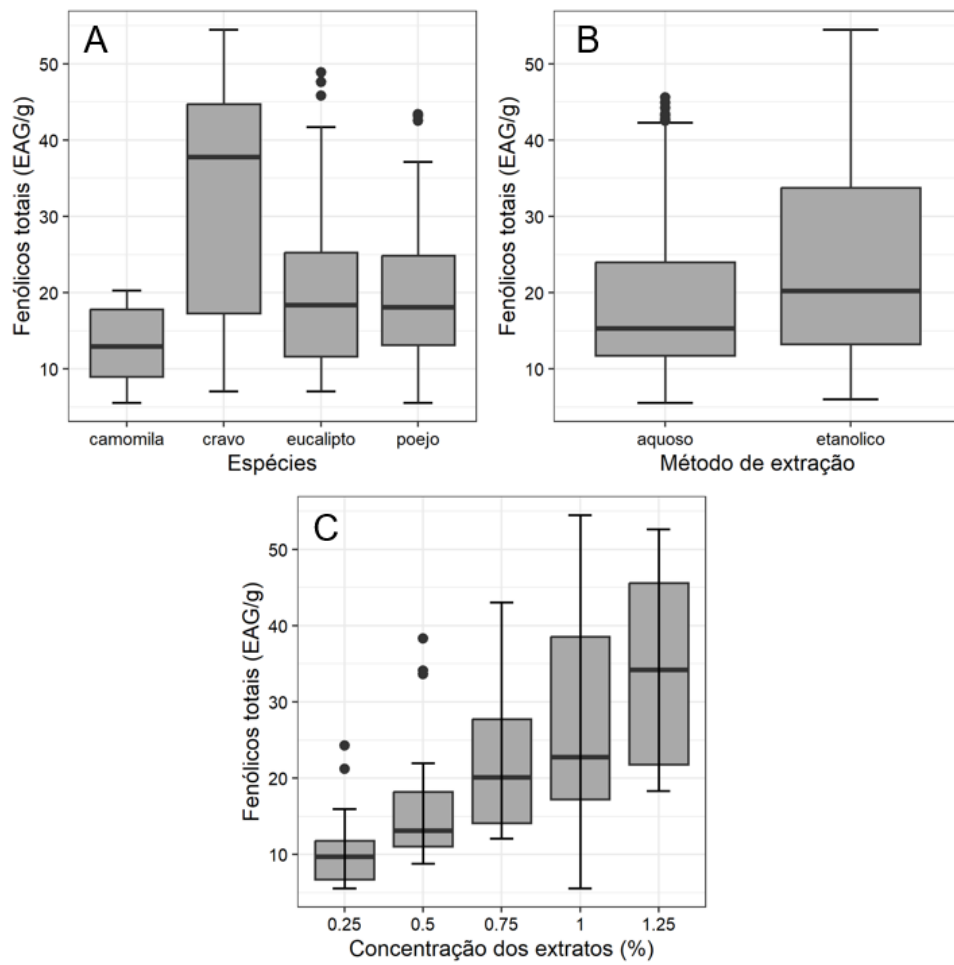
Tabela 6 - Média de compostos fenólicos totais por planta em função da espécie e método de extração

Espécie e método de extração	Compostos fenólicos EAG/g*
Cravo etanólico	3,50 a
Cravo aquoso	3,24 ab
Eucalipto etanólico	3,21 ab
Poejo aquoso	3,03 bc
Poejo etanólico	2,75 cd
Eucalipto aquoso	2,62 de
Camomila etanólico	2,52 de
Camomila aquoso	2,41 e

\*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: A autora (2023).

Figura 9 – Quantidade de fenólicos totais em função das espécies de plantas (A), do método de extração (B) e da concentração dos extratos (C).



Fonte: A autora (2023).



Os extratos de cravo e eucalipto, que apresentaram as maiores concentrações de compostos fenólicos, geraram repelência nos adultos quando comparados aos demais tratamentos. Schmieski, 2020 publicou que quando comparados plantas tratadas com biofertilizantes aumentaram a quantidade de compostos fenólicos fazendo com que adultos de mosca branca (*Bemisia tabaci* [Gennadius, 1889]) migrassem par plantas não tratadas.

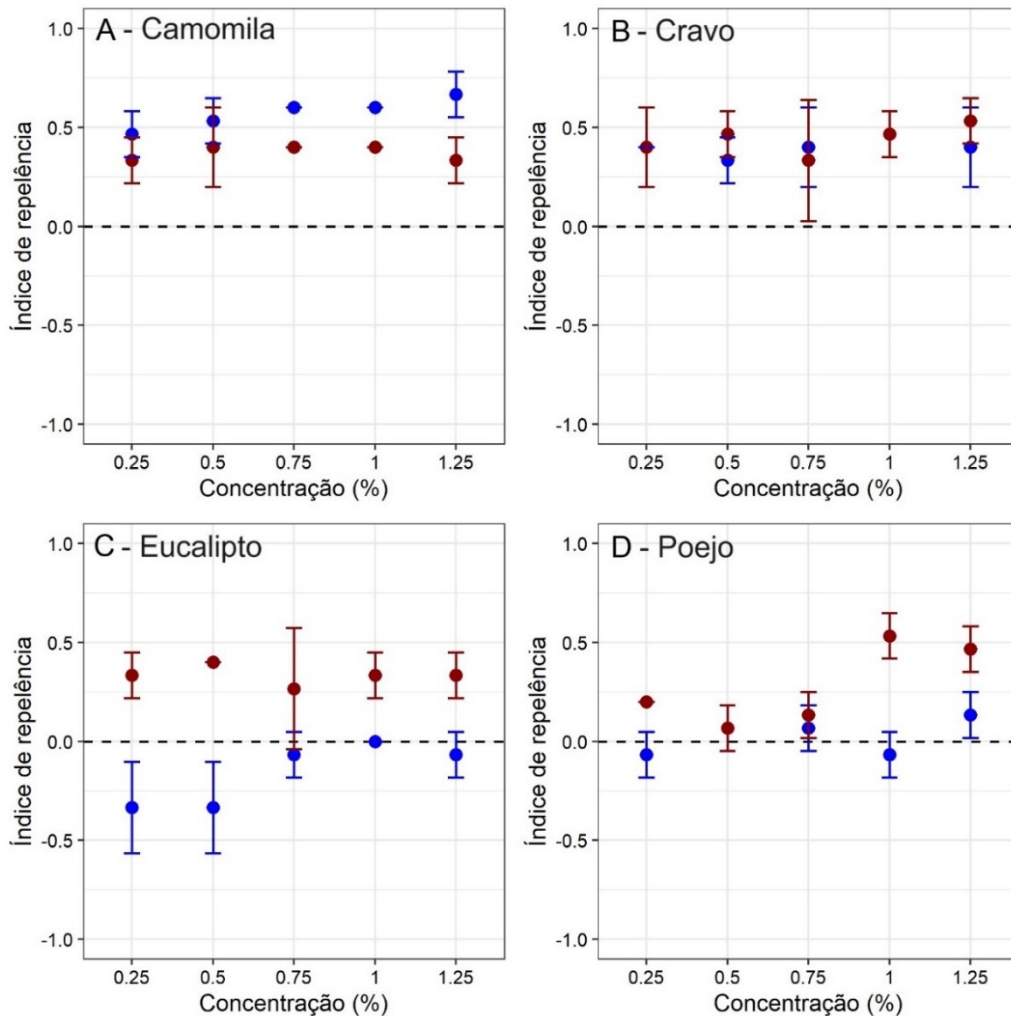
Da mesma forma que os compostos fenólicos, os taninos estão relacionados a defesa vegetal, sendo responsáveis por adstringência em plantas, e com isso tornando as plantas menos atrativas a insetos. (Schmieski, 2020). A interação entre insetos e plantas pode dar origem a um fenômeno conhecido como coevolução planta-inseto, no qual as plantas que produzem metabólitos secundários exercem uma pressão evolutiva sobre os insetos, levando-os a se adaptarem a essa relação. Da mesma forma, a adaptação do inseto gera uma pressão evolutiva para a planta não sofrer ataques dos insetos, contribuindo para que os insetos entrem em uma seleção natural (Locateli, 2017). Através de processos evolutivos as plantas adquiriram substâncias com características inseticidas, os metabólicos secundários, que podem acarretar a morte ou repelência de insetos (Menezes, 2005).

## 5.2 ÍNDICE DE REPELÊNCIA

Apesar da atual relevância da proposição de controles alternativos para pragas e doenças, as publicações nessa área são ainda escassas (Ferreira; Oliveira, 2016) e demasiadamente desconstradas, no sentido de que se têm avaliado na maioria das vezes as mesmas plantas. Ademais, para *A. fraterculus* não se encontra na bibliografia trabalhos que remetam ao controle dela com os extratos vegetais aqui estudados, sendo necessário trazer exemplos de outras espécies para que se faça uma discussão.

As médias dos IRE obtidos com os extratos aqui avaliados estão representados na Figura 10. Os valores cuja barra de erro cruza o valor de zero indica que o tratamento foi nulo.

Figura 10 - Índice de Repelência em função da concentração dos extratos de camomila, cravo, eucalipto e poejo. Os pontos vermelhos representam extratos etanólicos, enquanto os azuis indicam os extratos aquosos.



Fonte: A autora, (2023).

Percebe-se que todos os extratos avaliados apresentaram repelência para *A. fraterculus*. No caso de camomila e cravo, todos os extratos, tanto os obtidos pelo método aquoso, quanto pelo alcoólico, apresentaram repelência. Para camomila, o maior potencial repelente foi observado pelo método de extração aquoso na concentração de 1,25% (Figura 10A).

Gorri *et al.* (2017) avaliou mortalidade de lagartas (*Spodoptera frugiperda* [Smith, 1797]) com extratos etanólicos de camomila na concentração de 5% e comprovou que mesmo em volumes pequenos como 7,0  $\mu\text{L}$ , o extrato se mostrou efetivo após 24 horas da aplicação. Telles (2014) confirmou o potencial repelente da camomila contra *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé, 2006), mas pontuou que somente 72 horas após a aplicação de extratos aquosos com concentração de 5% foi possível observar uma diferença significativa em relação à

testemunha. Quando o extrato vegetal de camomila foi associado a outro composto, como o própolis, Peixoto *et al.* 2013 observaram que a eficiência do potencial repelente foi reduzida, sendo de apenas 37,8% em comparação com o tratamento químico convencional. A repelência à camomila também foi verificada para *Oryzaephilus surinamensis* (L. 1753) e *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Al-Jabr, 2006), mas nesse caso foram utilizados os óleos essenciais da planta.

Os extratos de cravo tanto aquosos quanto etanólicos mostraram resultado satisfatório, apresentando o IRE semelhante em ambos os métodos de extração (Figura 10B). Migliorini *et al.* (2010) identificaram que a eficiência do extrato bruto do cravo para controle de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) foi apenas mediana. Segundo esses autores, a utilização de compostos isolados a partir do cravo parece ser a opção mais promissora. Por outro lado, Alves *et al.* (2020) verificaram uma diminuição do peso larval e pupal de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) tratadas com extratos de cravo a 10%, e observaram que esse tratamento se sobressaiu em relação aos demais analisados. Para controle de pulgão *Brevicoryne brassicae* (L. 1758) em couve (*Brassica oleracea*), Lucca *et al.* (2015) usaram extratos de cravo com concentração a 10%, que se mostraram eficientes. Nesse estudo, foram superados pelo óleo de funcho mas mesmo assim tiveram efeito inseticida.

Quando analisados individualmente, o extrato aquoso de eucalipto nas concentrações avaliadas mostrou-se atrativo para as moscas (Figura 10C). Os resultados na literatura com extrato dessa espécie são contrastantes, e variam conforme a espécie de inseto. Por exemplo, extratos de eucalipto apresentaram eficiência intermediária quando comparados com extratos de canela no controle de *D. speciosa* (Migliorini *et al.*, 2010). Da mesma forma, o uso de extratos aquosos de eucalipto em adultos do cascudinho (*Alphitobius diaperinus* [Panzer, 1797]) resultou em uma taxa de mortalidade de apenas 4%, sendo a menor taxa quando comparada com os extratos de nim e fumo. Por outro lado, em um estudo realizado com óleo de eucalipto contra o caruncho do milho (*Sitophilus zeamais* [Motschulsky, 1855]), houve atividade inseticida com mortalidade de 65% dos indivíduos após 24 horas (Sandi; Blanco, 2007). Já um trabalho realizado com essa mesma espécie de caruncho do milho, os autores verificaram que o óleo de eucalipto possui baixa repelência, porém em altas concentrações, causa a mortalidade deste inseto (Pinto Junior *et al.*, 2010).

Os extratos de poejo apresentaram potencial repelente em 8 das 10 concentrações avaliadas (Figura 10D). Os extratos aquosos apresentaram potencial

repelente nas concentrações de 0,50%, 0,75% e 1,25%, porém mostraram potencial atrativo nas concentrações de 0,25% e 1,00%. Os extratos etanólicos de poejo mostraram potencial repelente para todas as concentrações utilizadas como observado na Figura 10D.

Ell Baldin *et al.* (2007) evidenciaram que a pulverização de tomate em casa de vegetação com extratos aquosos de poejo a 3% fora menos atrativas para adultos da mosca-branca (*Bemisia tabaci* [Gennadius, 1889]). Estes autores argumentam que esse extrato podendo ser recomendado como alternativas para o controle do inseto. Outro estudo conduzido com adultos de *B. tabaci* por Silva *et al.* (2012) reforçou o potencial repelente do poejo sobre adultos de mosca-branca após 48 horas da aplicação em plantas de abóbora (*Cucurbita pepo* [L. 1753]). Bertolo *et al.* (2022) avaliaram extratos etanólicos de poejo no controle de *B. tabaci* na cultura do tomate na concentração de 5% e apesar de ter mostrado menos eficiência que as outros extratos na repelência ainda assim obteve resultado satisfatório.

Além dos efeitos tóxicos dos extratos, seus resíduos podem desempenhar um papel promissor no controle de pragas, influenciando a população das pragas sem necessariamente levá-las à morte. Esses efeitos, conhecidos como "subletais", têm um impacto significativo, principalmente no desenvolvimento, ciclo de vida e desempenho dos insetos. Portanto, esses efeitos são tão desejáveis quanto a simples mortalidade direta e, muitas vezes, podem ser alcançados com doses, concentrações ou volumes reduzidos. (Gorri, *et al.* 2017)

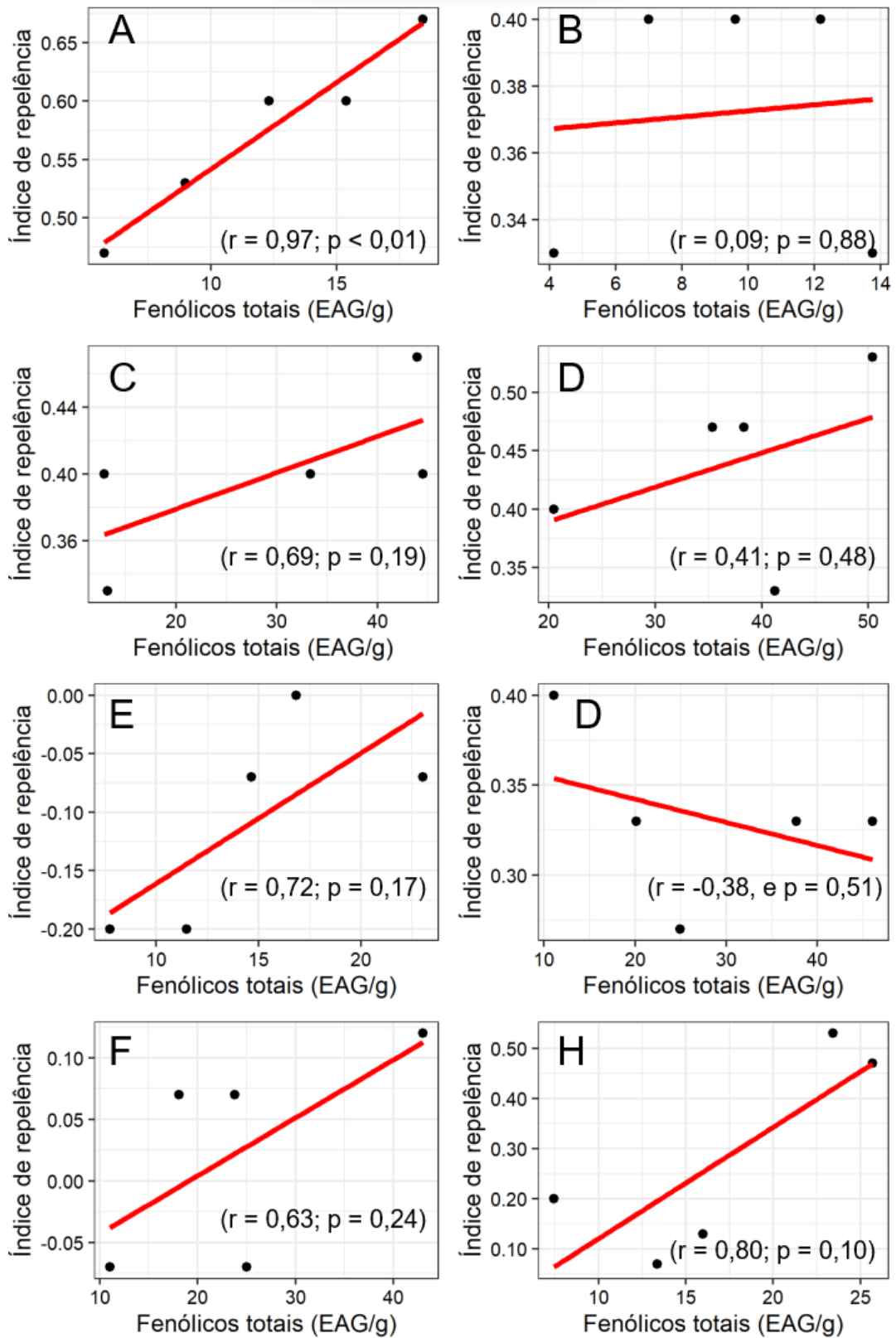
Em estudo semelhante, extratos etanólicos obtidos de frutos e sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) afetaram a sobrevivência dos adultos de *A. fraterculus*, principalmente a partir de 48 e 72h. Neste experimento observou-se que, mesmo sem chance de escolha, as moscas não se alimentaram da dieta adicionada com extratos por pelo menos 24h após o início do experimento. Entretanto, apesar de não ter sido quantificado, verificou-se que as moscas do grupo controle se alimentaram da dieta imediatamente após a liberação nas gaiolas (Magrini, 2011).

Em contrapartida Gonçalves *et al.* (2005) utilizaram preparados homeopáticos e as caldas a base de nim, extrato de nabo e bioalho e não apresentaram redução significativa na incidência populacional do inseto. A utilização de produtos naturais no controle de pragas na agricultura representa uma escolha economicamente viável, que traz benefícios tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente, devido à sua baixa persistência e toxicidade.

Outro parâmetro utilizado foi a Correlação de Pearson, que correlacionou as duas variáveis estudadas, o índice de repelência e a quantidade de compostos fenólicos (Figura 11). Com base nesse critério, obteve-se para o extrato de camomila aquoso (A) o coeficiente de correlação ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ), sugerindo uma forte correlação positiva entre as variáveis. Porém, o mesmo não foi observado para os demais extratos. Para o extrato etanólico de camomila (B) observou-se resultados que indicam que não há uma correlação significativa entre as variáveis em questão ( $r = 0,09$ ;  $p = 0,88$ ). Para o extrato aquoso de cravo (C) foi observada uma correlação positiva moderada entre as variáveis ( $r = 0,69$ ;  $p = 0,19$ ), mas que não é estatisticamente significativa. O extrato etanólico (D) ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,48$ ) possui uma correlação positiva fraca e não é estatisticamente significativa.

O extrato aquoso de eucalipto (E) ( $r = 0,72$ ;  $p = 0,17$ ) sugere uma correlação positiva moderada e não estatisticamente significativa. O extrato de eucalipto etanólico (F) ( $r = -0,38$ , e  $p = 0,51$ ) apresenta correlação negativa moderada entre as variáveis e não é estatisticamente significativa. Para ambos os tipos de extratos de poejo, os resultados indicam que não há uma correlação significativa entre as variáveis em questão, aquoso (G) ( $r = 0,63$ ;  $p = 0,24$ ) e (H), etanólico ( $r = 0,80$ ;  $p = 0,10$ ). Embora as correlações positivas moderadas tenham sido observadas em ambos os casos (com uma correlação mais forte no extrato etanólico), elas não podem ser consideradas estatisticamente significativas.

Figura 11 - Correlação entre o índice de repelência e a quantidade de fenólicos totais para os extratos aquosos e etanólicos de camomila (A e B), cravo (C e D), eucalipto (E e F) e poejo (G e H).



Fonte: A autora, (2023).

Cruz *et al.* (2021) encontraram resultados semelhantes quando testado o potencial repelente de folhas de erva-cidreira *Lippia alba* (Mill.) e cambará-de-jardim *Lantana trifolia* (L. 1758) em adultos de bicho-da-farinha *Tenebrio molitor* (L. 1758), tendo como resultado que ambas apresentaram o potencial de repelência quando comparados pelo teste de correlação positiva. Para Souza (2020), a correlação entre as concentrações testadas de canela *Cinnamomum cassia* (L. 1758), e os respectivos índices de preferência confirmam que o aumento de concentração do óleo essencial induz a um aumento da repelência de besouro *S. zeamais* em grãos de milho armazenados.

## 6 CONCLUSÃO

Os extratos etanólicos e aquosos de poejo, cravo e camomila se mostraram eficientes em relação à repelência de adultos de *A. fraterculus*, sendo que esse último se destaca dos demais. Extratos etanólicos de eucalipto também obtiveram um índice de repelência satisfatório.

Em contrapartida, os extratos aquosos desta espécie se mostraram atrativos para adultos de *A. fraterculus*. Em relação aos compostos fenólicos totais, observou-se que houve uma discreta correlação entre os extratos que apresentaram maior concentração. Ademais, faz-se necessária uma pesquisa continuada, tendo em vista que para as plantas desse trabalho as referências ainda são escassas.

Os extratos vegetais que apresentaram propriedades repelentes contra *A. fraterculus* podem ser valiosos para a fruticultura. Para confirmar esses resultados, estudos a campo necessitam ser realizados para avaliar seu potencial repelente e viabilidade econômica. O uso dos extratos pode contribuir para a redução no uso de agrotóxicos químicos prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana.

Por fim, é fundamental ressaltar que, embora os extratos vegetais mostrem grande potencial em várias áreas, sua utilização deve ser acompanhada de considerações éticas, ambientais e regulatórias rigorosas. A segurança, a sustentabilidade e os impactos colaterais devem ser avaliados cuidadosamente antes da implementação em larga escala.



## REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2019** Disponível em <https://abrafrutas.org/2020/01/8825/>. Acesso em julho de 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Agrotóxicos e toxicologia**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Asuntos+de+Interesse/Monografias+de+Agrotoxicos>. Acesso em julho de 2021.
- AGROFIT, AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2012.
- AGROSTAT. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em junho de 2021.
- AGUIAR-MENEZES, Elen de Lima. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 2005.
- ALMEIDA, Francisco de Assis; GOLDFARB, Ana Costa; GOUVEIA, JPG de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.
- ALUJA, Martín. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual review of entomology**, v. 39, n. 1, p. 155-178, 1994.
- AMARAL, Maria Caroline Amaral. **Biologia comparada de *Ceratitis capitata* em duas fruteiras e parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* em duas espécies de moscas-das-frutas sul-americanasul-americana(díptera: tephritidae)**. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2020.
- ARIOLI, Cristiano João et al. Manejo dos principais insetos e ácaros-praga na cultura da ameixeira no Sul do Brasil. **Boletim Técnico**, v. 174, 2016.
- BALDIN, Edson LL et al. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 602-606, 2007.
- BANDEIRA, Karen Caroline et al. Composição química do óleo essencial de *Eucalypto citriodora*. **Salão do Conhecimento**, v. 7, n. 7, 2021.
- BARONY, Leticia. **Fruticultura brasileira: diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o mundo**. BrazilianFarmers.com, 2022. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo#>. Acesso em: 24 dez. 2022.

BERTI FILHO, Evoneo; MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. 2011.

BERTOLO, Diego Miguel Blanco et al. Tipos de extratos alcoólicos no controle de *Bemisia tabaci* biótipo b na cultura do tomateiro. ANAIS DO ENIC, 2022.

BETTIOL, Wagner; MORANDI, Marcelo AB. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, 2009.

BOTTON, M. et al. Moscas-das-frutas sul-americanana fruticultura de clima temperado: situação atual e perspectivas de controle através do emprego de novas formulações de iscas tóxicas e da captura massal. **Agropecuária Catarinense**, v.29, n.2, p.103-108, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Barreiras comerciais**. Brasília, 2016. Disponível em: [http://www.mdic.gov.br/sistemas\\_web/aprendex/default/index/conteudo/id/28](http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/aprendex/default/index/conteudo/id/28). Acesso em julho de 2021.

BRITO, Priscila Salles. **Morfoanatomia, composição química e atividades biológicas do óleo essencial de *Eucalyptus tereticornis* Sm.** 2022. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2022.

BUENO, Miriam Pinheiro et al. Análise da comercialização da cadeia produtiva da maçã brasileira: produção, importação e exportação no período 2015 a 2019. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34061-34078, 2021.

CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariuna: EMBRAPA Meio Ambiente, p. 13-51, 2003.

CEZIMBRA, Carina Moreira. Uso de agrotóxicos ou produtos fitossanitários. 2004.

CHEMAT, Farid; ABERT-VIAN, Maryline; FERNANDEZ, Xavier. Microwave-assisted extraction of essential oils and aromas. *In: Microwave-assisted extraction for bioactive compounds: theory and practice*. Boston, MA: Springer US, 2012. p. 53-68.

CHIOCCHIO, Ilaria et al. Plant secondary metabolites: An opportunity for circular economy. **Molecules**, v. 26, n. 2, p. 495, 2021.

CONSELHO DE INFORMAÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA – CBI. Guia do Eucalipto: oportunidade para um desenvolvimento sustentável. 2014

COSTA, A. R. T. et al. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & LM Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 13, p. 240-245, 2011.

CRAMER, Hans-Herrmann et al. Plant protection and world crop production. **Plant protection and world crop production.**, 1967.

CROTEAU, Rodney et al. Natural products (secondary metabolites). **Biochemistry and molecular biology of plants**, v. 24, p. 1250-1319, 2000.

CRUZ, Taís Alves da et al. **Análise da repelência de *Tenebrio Molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) utilizando plantas da família Verbenaceae**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2021.

DALCOMUNI, Sonia. **A implantação da Aracruz Celulose no ES: principais interesses em jogo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1990.

DE ANDRADE, Michelle Félix et al. Óleos essenciais de alecrim-pimenta, laranja e cravo-da-Índia como aditivos naturais antimicrobianos: uma revisão narrativa. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 6, 2022.

DE LARA ALVES, Geraldo Matheus et al. Atividade inseticida de defensivos alternativos sobre a lagarta-do-cartucho-do-milho. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

DE ORLEANS, Gabriel José; PEREZ, Bragança Marcio Fernandez. A importância do marco legal do câmbio para o agronegócio. **Direito do Agronegócio, Sustentabilidade e Comércio Exterior**, v. 1, p. 120, 2022.

DE SOUZA GONÇALVES, Paulo Antonio; DEBARBA, João Favorito; KESKE, Cláudio. Incidência da mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), em cultivares de ameixa conduzidas sob sistema orgânico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 2, p. 101-108, 2005.

DEQUECH, Sônia Thereza Bastos et al. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 41-46, 2008.

DO PRADO RIBEIRO, Leandro et al. Ação de inseticidas botânicos sobre o curuquerê-da-couve. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 84-89, 2016.

DOMINGUES, P.M.; SANTOS, L. Essential oil of pennyroyal (*Mentha pulegium*): Composition and applications as alternatives to pesticides — New tendencies. **Industrial Crops & Products**. v. 139, n. 2019, p. 1-20, 2019.

DUARTE, A. L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. **Moscas-das-frutas sul-americanasul-americanade importância econômica no Brasil (conhecimento básico e aplicado)**. FAPESP-Holos, Ribeirão Preto, Brazil, p. 187-192, 2000.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Ranking countries by commodity**. Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em setembro de 2021.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Divisão de estatística. Disponível em: [faostat3.fao.org](http://faostat3.fao.org). Acesso em: outubro de 2023.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: [Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação: Cinco maneiras pelas quais as mudanças climáticas intensificam as ameaças à saúde das plantas | FAO no Brasil | Food and Agriculture Organization of the United Nations](#). Acesso em 28 out. 23.

FERREIRA, Andressa et al. Uso de extratos aquosos (nim, eucalipto e fumo) no controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*). **Agrarian Academy**, v. 5, n. 09, 2018.

FERREIRA, Itaynara Camelo et al. A contribuição e relevância do agronegócio para o Brasil. **Revista do CEDS**, v. 2, n. 10, 2022.

FERREIRA, Tiago Costa; OLIVEIRA, Vinícius. **Produtos fitossanitários alternativos são inofensivos?**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 10, n. 4, p. 416-428, 2016.

FOLLETT, Peter A.; NEVEN, Lisa G. Current trends in quarantine entomology. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 51, p. 359-385, 2006.

FRANCO, Daniela; BETTIOL, Wagner. Controle de *Penicillium digitatum* em pós-colheita de citrus com produtos alternativos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.25, p. 602-606, 2000.

FRANZONI, Maiara. Pragas agrícolas: guia rápido para identificar e controlar. Aegro, 2022. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/pragas-agricolas/>. Acesso em: 23 dez. 2022.

FURTADO, Silvana Krychak. **Alternativas fitoterápicas para o controle da verminose ovina no estado do Paraná: testes in vitro e in vivo**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

GALLO, Domingos et al. Entomologia agrícola. In: **Entomologia agrícola**. 2002. p. 920-920.

GARCIA, Flávio RM; NORRBOM, Allen L. *Tephritoid flies* (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the state of Santa Catarina in southern Brazil. **Florida Entomologist**, p. 151-157, 2011.

GERMINARA, Giacinto S.; DE CRISTOFARO, Antonio; ROTUNDO, Giuseppe. Chemical cues for host location by the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, p. 49-56, 2011.

GIRÃO FILHO, J. E. et al. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, p. 499-504, 2014.

GÖKÇEKUS, Hüseyin; TÜRKER, Umut; LAMOREAUX, James. **Survival and sustainability: environmental concerns in the 21st century**. Springer Science & Business Media, 2011.

GORRI, Jéssica Emiliane Rodrigues et al. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* com extratos Botânicos. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade**. 2017.

HICKEL, Eduardo Rodrigues. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de mosca-das-frutas sul-americana (Diptera:Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. **Ciência Rural**, Santa Maria RS, v.32, n.6, p. 1005-1009, 2001.

ISMAN, Murray B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection**, v. 19, n. 8-10, p. 603-608, 2000.

IVANOVA, A. et al. Antioxidant properties of *Smilax excelsa*. **Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, v. 83, n. 3, p. 124-128, 2006.

JAMAL, Claudia M. et al. O uso de extratos vegetais no controle alternativo da podridão pós-colheita da banana. **Simpósio Nacional do Cerrado, IX**, p. 1-9, 2008.

Janaína Honorato. **Pesquisadores desenvolvem primeiro bioinseticida contra moscas-das-frutas**. Disponível em: [Pesquisadores desenvolvem primeiro bioinseticida contra moscas-das-frutas sul-americana\(agro2.com.br\)](https://agro2.com.br/pesquisadores-desenvolvem-primeiro-bioinseticida-contramoscas-das-frutas-sul-americana/). Acesso em 27 out. 2023.

JING, Changliang et al. In vitro and in vivo activities of eugenol against tobacco black shank caused by *Phytophthora nicotianae*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 142, p. 148-154, 2017.

JUNIOR, José Salazar Zanuncio et al. Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. **Revista Científica Intelletto**, v. 3, n. 3, 2018.

KAMASAKI, Hitoshi; SUTTON, Rouselle; LOPES, Fernando; SELHIMÉ, Allen. Laboratory culture of the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*, na Florida. **Anais da Sociedade Entomológica da América**, p. 639-641, 1970.

KIST, Benno Bernardo et al. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2023**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 108 p. 2023.

KOBAYASHI, Bruna Fukumoto; AMARAL, Daniel Rufino. Efeito de extratos vegetais de plantas do Cerrado para controle de pinta-preta em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 44, p. 189-192, 2018.

KOVALESKI, Adalecio; RIBEIRO, Luiz Gonzaga. **Manejo de pragas na produção integrada de maçã**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 8p. Circular Técnica, 34, 2002.

KRÜGER, Rosangela Angelise. **Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *Allium cepa***. Dissertação de Mestrado em Qualidade Ambiental–Feevale, Novo Hamburgo, 2009.

LI, Jiayang et al. Arabidopsis flavonoid mutants are hypersensitive to UV-B irradiation. **The Plant Cell**, v. 5, n. 2, p. 171-179, 1993.

LOCATELI, Bruna Taíza. **Indução de resistência por agentes abióticos em soja à mosca-branca**. Biblioteca UTFPR, 2017, v. 1, n. 1, p. 1-68, jun./2017

LORINI, Irineu *et al.* **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília: Embrapa, p. 84, 2015.

LUCCA, Patricia Stadler Rosa et al. **Potencial inseticida de extratos de funcho, erva-doce, cravo-da-índia e do preparado homeopático para o controle de pulgão em couve**. 2010.

LUCCA, PSR et al. Potencial inseticida de *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L. e *Caryophyllus aromaticus* L. no controle de pulgão em couve. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 585-591, 2015.

LUCCA, PSR et al. Potencial inseticida de *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L. e *Caryophyllus aromaticus* L. no controle de pulgão em couve. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 585-591, 2015.

MACHOTA, Junior, *et al.* Estratégia atrativa. **Cultivar HF**, p.20-23, 2013.

MALAVASI, Aldo; ZUCCHI, Roberto Antônio. **Moscas-das-frutas sul-americanade importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p.135-142, 2000.

MARTINS, José Carlos. **Aspectos biológicos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.; 1830) (Diptera, Tephritidae) em dieta artificial sob diferentes condições de temperatura e fotoperíodo**. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba, p. 80, 1986.

MATOS, F. J. A. et al. Constituents of Brazilian chamomile oil. **Journal of essential oil research**, v. 5, n. 3, p. 337-339, 1993.

MATTEI, Taíse Fátima; MICHELLON, Ednaldo. Panorama da agricultura orgânica e dos agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir dos censos 2006 e 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, p. e222254, 2021.

MAXIMINO, F. L. et al. Avaliação da descontaminação fúngica de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] por meio de diferentes métodos caseiros em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 396-400, 2011.

MAXIMINO, Luiz. et al. Avaliação da descontaminação fúngica de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] por meio de diferentes métodos caseiros em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 396-400, 2011.

MCCORMICK, Andrea Clavijo; UNSICKER, Sybille B.; GERSHENZON, Jonathan. The specificity of herbivore-induced plant volatiles in attracting herbivore enemies. **Trends in plant science**, v. 17, n. 5, p. 303-310, 2012.

MEDEIROS, Matheus Silva de. **Atividade citotóxica e composição química do óleo essencial extraído do *Eucalyptus***. Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA Curso de Bacharelado Em Ciência e Tecnologia, Trabalho de Conclusão de Curso SP. 2020.

MEHMOOD, Malik Hassan et al. Antidiarrhoeal, antisecretory and antispasmodic activities of *Matricaria chamomilla* are mediated predominantly through K<sup>+</sup>-channels activation. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2015.

MENEZES, Aguiar. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, p. 58, 2005.

METCALF, Robert L. Applied entomology in the twenty-first century. **American Entomologist**, v. 42, n. 4, p. 216-227, 1996.

MIGLIORINI, Patricia; LUTINSKI, Junir Antonio; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)(Coleoptera: Chrysomelidae), em laboratório. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 83-89, 2010.

MONTEIRO, Siomara; BRANDELLI, Clara. **Farmacobotânica: Aspectos teóricos e aplicação**. Porto Alegre: Artmed, 154 p. 2017.

MORAIS, Lilia; MARINHO-PRADO, J. Plantas com Atividade Inseticida. **Defensivos Agrícolas e Naturais: usos e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

MUNIR, Neelma et al. Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of two endangered plant species *Atropa belladonna* and *Matricaria chamomilla*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 11, n. 5, p. 111-117, 2014.

NAVA, Dori Edson et al. Avaliação Preliminar da Seletividade de Inseticidas e do Parasitismo de *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) em Moscas-das-frutas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Clima Temperado**, 2019.

NAVA, Dori Edson; BOTTON, Marcos. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, p. 29, 2010.

NORA, Idelbrando; HICKEL, Eduardo Rodrigues. Pragas da macieira: Dípteros e lepidópteros. In: Epagri (ed.). **A cultura da macieira**, Epagri, Florianópolis, p. 463-486, 2006.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, Charles Martins *et al.* Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.

OLIVEIRA, R. A. *et al.* Constituintes voláteis de *Mentha pulegium* L. e *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 165-169, 2011.

PAVELA, Roman *et al.* Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 755-761, 2016.

PEIXOTO, Maria do Socorro Rocha Melo *et al.* Eficiência de extratos vegetais e urina de vaca no controle de *Neoleucinodes elegantalis*, Guenée, 1854, Lepidoptera, *Pyralidae*, e *Bemisia sp.*, Hemiptera, Aleurodidae, em tomateiro orgânico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 16, 2013.

PIMENTEL, David. World food crisis: energy and pests. **Bulletin Entomology Society**, p. 20-26, 1976.

PINTO JUNIOR, Airton Rodrigues *et al.* **Bioatividade de óleos essenciais de sassafrás e eucalipto em cascudinho**. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.3, p. 637-643, 2010.

POEJO — MENTA-PULÉGIO. Horto Didático de Plantas Mediciniais do HU/CCS. 2020. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/poeio-menta-puleqio/>. Acesso em: 13/09/2023.

PORTILHO, Bruno Souza *et al.* **Ação repelente e inseticida do extrato da castanha de caju (*Anacardium occidentale*) sobre o cupim (*Nasutitermes sp.*)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia, 2022.

PRADO, Henrique Alves; DAMASCENO, Fábio Gorayeb. Exportações de frutas brasileiras: potencial de negócios com exportações de Cambuci para o CANADÁ. **REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE-ISSN 2763-8928**, v. 2, n. 10, p. e21098-e21098, 2022.

RAGA, Adalton; SATO, Mário Eidi. **Controle químico de moscas-das-frutas**. Documento Técnico 20, 14p. 2016.

RANK, Jette *et al.* Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telophase test. **Mutation Research/Genetic Toxicology**, v. 300, n. 1, p. 29-36, 1993.



RASOUL, Abdel. MA; Abdelgaleil, SAM. **Pestic. Biochem. Physiol**, v. 103, p. 56, 2012.

RATTAN, Rameshwar Singh. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. **Crop protection**, v. 29, n. 9, p. 913-920, 2010.

REBELO, Andrey Martinez; HARO, Marcelo Mendes. **Capacidade larvicida de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra *Culex quinquefasciatus***. In: Anais I Simpósio de Ecotoxicologia E Ecofisiologia Da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2017.

REBELO, Andrey Martinez; HARO, Marcelo Mendes. Repelência de extrato hidroalcoólico de *Bryophyllum pinnatum* a insetos de interesse agrícola. **Convibra**. 2020.

RÊGO, Diogo Ricardo Goulart Pereira et al. Variação na infestação de mosca-das-frutas sul-americana (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 141-145, 2013.

RHODE, Rachel. A diet of Mexican fruit fly *Anastrepha ludens*. **Journal of Economic Entomology**, 5215, 1957.

RIBEIRO, Milton Cosme et al. **Rastreabilidade e controle sanitário na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, 2021.

ROCHA, Diara et al. Potential of *Mentha pulegium* for mosquito control. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 155-165, 2015.

ROCHA, Leide Milena da Silva. **Ocorrência de moscas-das-frutas sul-americanasul-americanas e seus inimigos naturais em comunidades urbanas e rurais no Município de Mazagão, Amapá, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia) – Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2020.

ROSSETTO, Rafaela; SANTIAGO, Antonio Dias. Pragas. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/pragas>. Acesso em: 24 dez. 2022.

SALLES, Luiz Antonio B. et al. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana sul-americana**. 1995.

SANDI, J.T.T.; BLANCO, R.F. Atividade inseticida do óleo essencial obtido de eucalipto, *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae), sobre o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Revista de Biologia e Saúde da UNISEP**, v.1, n.1, 2, 2007.

SANTIN, José Roberto et al. Gastroprotective activity of essential oil of the *Syzygium aromaticum* and its major component eugenol in different animal models. **Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology**, v. 383, p. 149-158, 2011.

SANTOS, MAT Dos; AREAS, Miguel Arcanjo; REYES, Felix Guillermo Reyes. Piretróides—uma visão geral. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2008.

SANTOS, O. O. et al. Atividade inseticida de produtos de origem vegetal sobre moscas-das-frutas sul-americanasul-americana(Diptera: Tephritidae) e broca-rajada (Coleoptera: Curculionidae). **Magistra**, v. 24, n. ssup, 2012.

SCHERER, R. et al. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 442-449, 2009.

SCHMIELESKI, **Alessandro Pedro. Metabolitos de microrganismos na ativação de defesas em soja à mosca branca.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia, 2021.

SCOTT, Andrew Jhon; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, p. 507-512, 1974.

SCOZ, Priscila Lang; BOTTON, Marcos; GARCIA, Mauro Silveira. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.)(Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1689-1694, 2004.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Fruticultura: moscas-das-frutas sul-americanasul-americana(biologia e manejo). **Brasília: SENAR**, p. 44, 2016.

SERAFINI, Luciana Atti et al (Org.). Óleos Essenciais: Extrações e aplicações de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais. Caixias do Sul: Educus, 2002.

SILVA, J. P. G. F. et al. Repelência e deterrência na oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B pelo uso de extratos vegetais em *Cucurbita pepo* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 76-83, 2012.

SILVA, Matheus da Fonseca. Efeito de produtos fitossanitários alternativos sobre *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé)(Hemiptera: Thaumastocoridae). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SILVA, MB da et al. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. **Controle alternativo de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG/CTZM**, p. 221-246, 2005.

SILVESTRI, Jandimara Doninelli Fior et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, p. 589-594, 2010.

SNOOK, Laura K. et al. Crop germplasm diversity: the role of gene bank collections in facilitating adaptation to climate change. **Crop adaptation to climate change**, p. 495-506, 2011.

SOUSA, Francisca CF et al. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 642-654, 2008.

SOUZA, Marina Andreia de. Atividades inseticida, repelente e antifúngica do óleo essencial de *Cinnamomum cassia*. 2020.

SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Oviposicao de *Anastrepha fraterculus* wied.(Diptera, tephritidae) em três cultivares de maçã em laboratório. **Resumos**, 1995.

TELLES, Aline Mara dos Santos. **Efeito de extratos vegetais sobre *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé)(Hemiptera: Thaumastocoridae)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

THACKER, Jonathan. **An introduction to arthropod pest control**. Cambridge university press, 2002.

URAMOTO, Keiko; WALDER, Julio Marcos Melges; ZUCCHI, Roberto Antonio. Flutuação populacional de moscas-das-frutas sul-americanasul-americanado gênero *Anastrepha schiner*, 1868 (Diptera, Tephritidae) no Câmpus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. **Arq. Inst. Biol**, v. 70, n. 4, p. 459-465, 2003.

VENDRAMIM, José Djair; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. **Bases e técnicas do manejo de insetos**, 2000.

VIZZOTO, Marcia. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância / Marcia Vizzoto, Ana Cristina Krolow e Gisele Eva Bruch Weber – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p

WARE, George W.; WHITACRE, David M. An introduction to insecticides. **The pesticide book**, v. 6, 2004.

ZERA, Anthony J.; HARSHMAN, Lawrence G. The physiology of life history trade-offs in animals. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 32, n. 1, p. 95-126, 2001.

ZUCCHI, Roberto Antonio et al. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão Agrícola**, v. 2, n. 2, p. 73-77, 2004.

ZUCOLOTTI, F.S.; PUSCHEL, S.; MESSAGE, C.M. Dieta artificial para larva de *A. anastrephas*. In: **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira Progresso Da Ciência**, 31, Campinas, p 495, 1979.

**ANEXO A - MÉDIAS DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DE  
EXTRATOS AQUOSOS E ETANÓLICOS EMPREGADOS EM TESTES DE  
REPELÊNCIA COM *Anastrepha fraterculus***

(continua)

<b>Planta</b>	<b>Tipo do extrato</b>	<b>Concentração (%)</b>	<b>Compostos fenólicos EAG/g*</b>	<b>Índice de Repelência (IR)*</b>
Cravo	Etanólico	1,25	3,91	0,53
Eucalipto	Etanólico	1,25	3,82	0,33
Cravo	Aquoso	1,25	3,79	0,40
Cravo	Aquoso	1,00	3,78	0,46
Poejo	Aquoso	1,25	3,76	0,13
Cravo	Etanólico	0,75	3,71	0,33
Eucalipto	Etanólico	1,00	3,61	0,33
Cravo	Etanólico	0,50	3,56	0,46
Cravo	Aquoso	0,75	3,50	0,40
Cravo	Etanólico	1,00	3,31	0,46
Poejo	Etanólico	1,25	3,24	0,46
Eucalipto	Etanólico	0,75	3,21	0,26
Poejo	Aquoso	0,75	3,17	0,06
Poejo	Etanólico	1,00	3,15	0,46
Eucalipto	Aquoso	1,25	3,13	-0,06
Cravo	Etanólico	0,25	3,00	0,40
Camomila	Etanólico	1,25	3,00	0,33
Eucalipto	Etanólico	0,50	3,00	0,33
Poejo	Aquoso	1,00	2,93	-0,06
Camomila	Aquoso	1,25	2,91	0,66
Poejo	Aquoso	0,50	2,89	0,06
Camomila	Etanólico	1,00	2,87	0,40
Eucalipto	Aquoso	1,00	2,81	0,00
Poejo	Etanólico	0,75	2,76	0,13
Camomila	Aquoso	1,00	2,73	0,60
Eucalipto	Aquoso	0,75	2,68	-0,06
Camomila	Etanólico	0,75	2,62	0,40
Poejo	Etanólico	0,50	2,59	0,06

Planta	Tipo do extrato	Concentração (%)	Compostos fenólicos EAG/g*	(conclusão)
				Índice de Repelência (IR)*
Cravo	Aquoso	0,50	2,57	0,33
Cravo	Aquoso	0,25	2,55	0,40
Camomila	Aquoso	0,75	2,50	0,60
Eucalipto	Aquoso	0,50	2,44	-0,20
Eucalipto	Etanólico	0,25	2,40	0,40
Poejo	Aquoso	0,25	2,40	-0,06
Camomila	Etanólico	0,50	2,31	0,40
Camomila	Aquoso	0,50	2,19	0,53
Eucalipto	Aquoso	0,25	2,03	-0,20
Poejo	Etanólico	0,25	2,00	0,20
Camomila	Etanólico	0,25	1,80	0,33
Camomila	Aquoso	0,25	1,73	0,46

Fonte: A autora, (2023).