



Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)

Sara Braga e Silva

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Biológico
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no
Agronegócio

Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus*
(Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)

Sara Braga e Silva

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

São Paulo

2019

Sara Braga e Silva

**Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus*
(Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e
Sanidade no Agroecossistema

Orientador: Prof. Dr. Adalton Raga

São Paulo

2019

Eu **Sara Braga e Silva**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico, de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: _____ Data ___/___/___

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Braga e Silva, Sara.

Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). / Sara Braga e Silva. - São Paulo, 2019.

85 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2019D.SS006

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Biodiversidade: caracterização, interações, interações ecológicas em agroecossistemas.

Orientador: Adalton Raga.

Versão do título para o inglês: Bioactivity of adult botanical extracts of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae).

1. *Anastrepha fraterculus* 2. *Ceratitis capitata* 3. Produtos naturais 4. Extrato aquoso 5. Óleo essencial I. Braga e Silva, Sara II. Raga, Adalton III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2019/006

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Sara Braga e Silva

Título: Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Dr. (a) _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr. (a) _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr. (a) _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me guiar, dar forças, saúde e coragem para enfrentar os desafios e superar os obstáculos enfrentados nessa jornada;

Especialmente a meus pais Paula F. P. Braga e Joaquim Braga, por grande e generoso amor e dedicação. Apesar das dificuldades, incansáveis para garantir a conclusão das minhas atividades acadêmico-científicas. Pelos quais tenho imenso amor! Muito obrigada por todos os momentos compartilhados juntos.

Ao Prof. e Dr. Adalton Raga, por ter acreditado e confiado à minha pessoa o desenvolvimento deste trabalho, não medindo forças para me orientar nos momentos em que necessitei de sua atenção, paciência e conhecimentos. Tenho um enorme respeito e carinho por esses anos de orientação e amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela bolsa de mestrado concedida, está imprescindível para a realização do estudo;

Ao Instituto Biológico e todos os funcionários que de alguma forma participaram e contribuíram com o desenvolvimento desta dissertação;

À Dra. Eliane Gomes Fabri, por toda ajuda, atenção e conhecimentos prestados, dispendo do seu tempo para me orientar sempre que precisei;

Ao Laboratório de Plantas Aromáticas do Instituto Agronomico de Campinas, pela parceria e disponibilização dos equipamentos e materiais vegetais;

Aos funcionários e colegas do Laboratório de Plantas Aromáticas, pela dedicação, paciência e atenção quando necessitei realizar os trabalhos;

À Dra. Carmen Lucia Queiroga, pela atenção e conhecimento prestados;

Ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA)-UNICAMP- pelas análises químicas dos óleos essenciais;

Ao Dr. Miguel Francisco de Souza Filho, Romildo Siloto, pelas valiosas contribuições, convívio e amizade firmada nesse tempo;

A Ester Marques de Sousa: irmã, amiga e companheira de felicidades e aflições, extremamente paciente, dedicada e que esteve sempre disposta a me ajudar durante toda essa longa jornada.

À todas pessoas intimamente ligadas, que no período de desenvolvimento deste trabalho me ajudaram com paciência, carinho e compreensão, demonstrando que a superação nos momentos difíceis vale a pena.

RESUMO

SILVA, Sara Braga e. **Bioatividade de extratos botânicos para adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)**. 2019. 82 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são insetos de importância econômica e quarentenária para a fruticultura. A importância econômica se dá pelas perdas de frutas no campo, enquanto que a importância quarentenária se caracteriza pela restrição da importação de frutas frescas impostas por países importadores. Devido a importância das moscas-das-frutas para a produção e comercialização de frutas, existe uma demanda por métodos de controle sustentáveis. Para contribuir com o manejo desses insetos, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial inseticida de extratos aquosos (EA) e atrativo de óleos essenciais (OE) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e *Ceratitis capitata* (Wied.). Os experimentos consistiram em ensaios para verificar atratividade em olfatômetro de quatro saídas e teste de mortalidade em Torre de Potter. No olfatômetro foram testados OE de *Bixa orellana* L., *Cymbopogon winterianus* L., *Citrus latifolia* Tanaka, *Lavandula angustifolia* Mill, *L. dentata* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L. e *Ocimum basilicum* L. em três concentrações 0,5, 1,0 e 2,0%, sobre fêmeas das duas espécies de moscas simultaneamente. Na Torre de Potter foram usados EA de *B. orellana*, *C. winterianus*, *O. basilicum*, *L. angustifolia*, *L. dentata*, *L. nobilis* e *R. officinalis* nas concentrações de 10,0 e 20,0% para ambos os sexos de *A. fraterculus* e *C. capitata* separadamente. Os compostos dos OE foram descritos por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Os compostos majoritários dos OEs foram 1-8 cineol, cânfora, citronelal, linalol e limoneno. *Lavandula angustifolia* (1,0% e 2,0%) e *B. orellana* (0,5%, 1,0% e 2,0%) foram as mais atrativas para *A. fraterculus*. *Cymbopogon winterianus* (1,0 e 2,0%), *B. orellana* (0,5%, 1,0% e 2,0%), *L. angustifolia* (2,0%) e *C. latifolia* (2,0%) foram os mais atrativos para *C. capitata*. As maiores atratividade foram obtidas as 24h de exposição dos insetos aos voláteis do OEs. Os extratos aquosos de *B. orellana* a 10% e *L. angustifolia* a 20% causaram maior mortalidade às fêmeas e machos de *C. capitata*. *Lavandula dentata* 20% mostrou um potencial inseticida tanto para fêmeas quanto para machos de *A. fraterculus*. Provavelmente esses compostos estão associados com a atratividade e toxicidade para *A.*

fraterculus e *C. capitata*. A combinação de compostos presentes em *Lavandula* spp. e *B. orellana* apresentam potencial uso no manejo de *A. fraterculus* e *C. capitata*.

Palavras-chave: *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitis capitata*, produtos naturais, extrato aquoso, óleo essencial.

ABSTRACT

SILVA, Sara Braga e. **Bioactivity of adult botanical extracts of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)**. 2019.82 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are insects of economic and quarantine importance for fruitculture. The economic importance is due to the losses of fruits in the field while the quarantine importance is characterized by the restriction of the import of fresh fruits imposed by importing countries. Due to the importance of fruit flies for fruit production and marketing, there is a demand for sustainable control methods. To contribute to the management of these pests, our objective was to evaluate the insecticidal and attractive potential of aqueous extracts (EA) and the attractiveness of essential oils (OE) on *Anastrepha fraterculus* (Wied.) and *Ceratitis capitata* (Wied.). The assays consisted of olfactometer attractiveness tests and mortality tests under Potter Tower. For the behavioral assessments, we tested *Bixa orellana* L., *Cymbopogon winterianus* L., *Citrus latifolia* Tanaka, *Lavandula angustifolia* Mill, *L. dentata* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. OE at 0.5, 1.0 and 2.0% dilutions on females of both species of flies simultaneously. For the Potter Tower sprays, *B. orellana*, *C. winterianus*, *O. basilicum*, *L. angustifolia*, *L. dentata*, *L. nobilis* and *R. officinalis* EA were used at 10.0 and 20.0% dilutions for both *A. fraterculus* and *C. capitata* genders, separately. The OE compounds were described by gas chromatography and mass spectrometry. The major compounds of OEs were 1-8 cineol, camphor, citronelal, cinalol and limonene. *Lavandula angustifolia* (1.0 and 2.0%) and *B. orellana* (0.5%, 1.0% and 2.0%), *O. basilicum* and *C. latifolia* 2.0, 2.0 and 0.5% dilutions were the most attractive for *A. fraterculus*. *Citrus latifolia* (2%), *C. winterianus* (1.0 and 2.0%), *B. orellana* (0.5%, 1.0% and 2.0%), *L. angustifolia* and *C. latifolia* (2.0%) at concentrations of 0.5 and 2.0% and *R. officinalis* at 2.0% were the most attractive for *C. capitata*. The highest attractiveness were obtained after 24 hours of exposure to OE volatiles. *Lavandula dentata* at 20.0% and *L. angustifolia* at 20.0% showed the highest toxicity on *A. fraterculus*. For *C. capitata*, *B. orellana* at 10.0% and *L. angustifolia* at 20.0% exhibited the highest mortality rates. The aqueous extracts of *B. orellana* at 10% and *L. angustifolia* at 20% were the most efficient for the mortality of females and males of *C. capitata*. *Lavandula dentata* 20% showed as a potential insecticide for both males and females of *A. fraterculus*. These compounds are probably associated with attractiveness and toxicity to

A. fraterculus and *C. capitata*. The combination of compounds present in *Lavandula* spp. and *B. orellana* shows a promising use in the management of *A. fraterculus* and *C. capitata*.

Key words: *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitis capitata*, natural products, aqueous extract, essential oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- A- Posturas de adultos de <i>A. fraterculus</i> em frutos de mamão papaia. B- gaiola de criação de adultos de <i>A. fraterculus</i>	31
Figura 2- A-Gaiola de criação de <i>C. capitata</i> ; B- Dieta artificial	32
Figura 4 - A esquerda destilador D2 e a direita destilador D20, equipamentos de extração de óleos essenciais, Marca Linax®, utilizados para a extração de óleos essenciais, utilizados nesses experimentos. IAC, 2019: Condensador indicado pela seta vermelha.	33
Figura 5- Filtragem dos extratos aquosos; B- Extrato aquoso concentrado	34
Figura 7- Olfatômetros de quatro vias.	36
Figura 8- Cilindro central para liberação dos insetos; B- Cilindro periférico com armadilha adesiva e tubete com concentração de óleo essencial.....	37
Figura 9- Procedimento para aplicação dos extratos aquosos. A - Torre de Potter; B- Tubetes contendo moscas-das-frutas; C- Moscas-das-frutas dispostas em placas de Petri após exposição aos extratos aquosos em torre de Potter; D- Avaliação de mortalidade	38
Figura 10- pH de extratos aquosos de partes aéreas de sete espécies botânicas, medido em duas concentrações de: <i>Bixa orellana</i> ; <i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Laurus nobilis</i> ; <i>Cymbopogon winterianus</i> ; <i>Ocimum basilicum</i> ; <i>Lavandula dentata</i> e <i>Lavandula angustifolia</i>	40
Figura 11- pH de óleos essenciais obtidos de partes aéreas de oito espécies botânicas de: <i>Bixa orellana</i> ; <i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Laurus nobilis</i> ; <i>Cymbopogon winterianus</i> ; <i>Ocimum basilicum</i> ; <i>Lavandula dentata</i> e <i>Lavandula angustifolia</i> . *Água mais espalhante adesivo (0,1 %) marca AGRAL®	40
Figura 12- Número de capturas de <i>Anastrepha fraterculus</i> e <i>Ceratitidis capitata</i> por <i>Bixa orellana</i> (Bo 0,5%; Bo 1% e Bo 2%); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro 0,5%; Ro 1% e Ro 2%); <i>Laurus nobilis</i> (Ln 0,5%; Ln 1% e Ln 2%); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw 0,5%; Cw 1% e Cw 2%); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob 0,5%; Ob 1% e Ob 2%); <i>Lavandula dentata</i> (Ld 0,5%; Ld 1% e Ld 2%); <i>Lavandula angustifolia</i> (La 0,5%; La 1% e La 2%) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL 1%; OL 2%; OL 5%) em intervalo de 24 horas.	52
Figura 13- Número acumulado de <i>Ceratitidis capitata</i> mortas após exposição aos tratamentos de <i>Bixa orellana</i> (Bo 10% e Bo 20%); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro 10% e Ro 20%); <i>Laurus nobilis</i> (Ln 10% e Ln 20%); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw 10% e Cw 20%); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob 10% e Ob 20%); <i>Lavandula dentata</i> (Ld 10% e Ld 20%); <i>Lavandula angustifolia</i> (La 10% e La 20%) e Água em diferentes intervalos de tempo.....	59
Figura 14- Número acumulado de <i>Anastrepha fraterculus</i> mortas após exposição aos tratamentos de <i>Bixa orellana</i> (Bo 10% e Bo 20%); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro 10% e Ro 20%); <i>Laurus nobilis</i> (Ln 10% e Ln 20%); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw 10% e Cw 20%); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob 10% e Ob 0%); <i>Lavandula dentata</i> (Ld 10% e Ld 20%); <i>Lavandula angustifolia</i> (La 10% e La 20%) e Água em diferentes intervalos de tempo.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de extratos vegetais e seus efeitos em espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) (SILVA; RAGA, 2019).....	28
Tabela 2 - Lista das plantas utilizadas nos experimentos. Campinas, SP, 2019.	32
Tabela 3- Análise por CG-EM dos constituintes químicos do óleo essencial das partes aéreas das plantas usadas nos experimentos.....	42
Tabela 4- Resultados da ANOVA para medidas repetidas para comparação do número de insetos capturados entre os 3 fatores (espécies, tratamentos e tempos de avaliação).	45
Tabela 5- Número médio de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld); <i>Lavandula angustifolia</i> (La) e Óleo de essencial Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.	46
Tabela 6- Número médio de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld); <i>Lavandula angustifolia</i> (La) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.	47
Tabela 7- Adultos de <i>Ceratitis capitata</i> (Cc) e <i>Anastrepha fraterculus</i> (Af) capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld); <i>Lavandula angustifolia</i> (La) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.	49
Tabela 8- Resultados da análise de variância para medidas repetidas ANOVA para comparação do número de insetos mortos entre os 4 fatores (espécies, sexos, tratamentos e tempos de avaliação).....	54
Tabela 9- Mortalidade de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> (Cc) e <i>Anastrepha fraterculus</i> (Af) expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld) e <i>Lavandula angustifolia</i> (La).	55
Tabela 10 - Mortalidade de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld) e <i>Lavandula angustifolia</i> (La) em diferentes intervalos de tempo.	57
Tabela 11- Mortalidade de adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de <i>Bixa orellana</i> (Bo); <i>Rosmarinus officinalis</i> (Ro); <i>Laurus nobilis</i> (Ln); <i>Cymbopogon winterianus</i> (Cw); <i>Ocimum basilicum</i> (Ob); <i>Lavandula dentata</i> (Ld) e <i>Lavandula angustifolia</i> (La) em diferentes intervalos de tempo.	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae).....	18
3.1.1 <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann)	19
3.1.2 <i>Ceratitidis capitata</i> (Wiedemann)	20
3.2 Importância do controle natural das moscas-das-frutas	21
3.2.1. Extratos Botânicos Naturais	22
3.2.1.1 Óleos essenciais	23
3.2.1.2 Atividade biológica de óleos essenciais e extratos de plantas.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Colônias de Moscas-das-frutas	30
4.1.1 <i>Anastrepha fraterculus</i>	30
4.1.2 <i>Ceratitidis capitata</i>	31
4.2 Obtenção dos materiais botânicos	32
4.2.1 Extração dos óleos essenciais	32
4.2.2 Obtenção dos extratos aquosos.....	33
4.3 Análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas - CG-EM.....	34
4.4 Determinação do pH das concentrações dos extratos aquosos e óleos essenciais.....	35
4.5 Bioensaios laboratoriais.....	35
4.5.1 Testes de atratividade em olfatômetro.....	35
4.5.2 Efeito inseticida de contato em adultos de moscas-das-frutas	37
4.4 Análise dos dados	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Caracterização química dos extratos e óleos essenciais	40
5.2 Testes de atratividade em olfatômetro.....	45
5.3 Efeito inseticida por contato em adultos de moscas-das-frutas.....	54
5.3.1 <i>Ceratitidis capitata</i>	56
5.3.2 <i>Anastrepha fraterculus</i>	61
6 CONCLUSÕES.....	66
7 REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos principais segmentos do agronegócio brasileiro e uma das mais diversificadas do mundo. A safra brasileira está distribuída ao longo do ano, oriunda de área superior à 2 milhões de hectares de espécies de frutas temperadas e tropicais, totalizando uma produção anual de aproximadamente 44 milhões de toneladas (MAPA, 2018). Os problemas fitossanitários, no entanto, ainda se caracterizam como limitantes para o alcance de melhores resultados de produtividade e de qualidade de frutos para exportação.

Os insetos popularmente conhecidos como moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), estão entre as principais pragas da fruticultura mundial, tanto pelos danos diretos que causam aos frutos, quanto pelos danos indiretos, que limitam e/ou impedem o livre comércio internacional de frutas (MORGANTE, 1991; RAGA, 2005). O alto potencial biótico, a habilidade de se dispersarem no ambiente, a capacidade de se adaptarem a novos hospedeiros e as perdas econômicas que causam, tornam as moscas-das-frutas pragas-chave da fruticultura (CHIARADIA et al., 2004). Os danos diretos causados pelas moscas-das-frutas são decorrentes do consumo da polpa dos frutos pelas larvas, inviabiliza a comercialização interna e externa (ALUJA; MANGAN, 2008; FOLLETT; NEVEN, 2006) e elevam os custos de produção e de manejo.

O controle de pragas se baseia principalmente no controle químico e no controle alternativo. O controle químico de moscas-das-frutas baseia-se na aplicação de inseticidas em cobertura total ou na forma de iscas tóxicas, que são misturas de atrativos alimentares acrescidos de inseticida. As iscas podem ser preparadas com melão de cana ou outros atrativos alimentares à base de proteína hidrolisada (RAGA; SATO, 2016). O controle alternativo engloba todos os outros métodos de manejo, como o controle cultural, controle físico, controle legislativo, controle biológico e o uso de produtos naturais (CARVALHO; NASCIMENTO; MATRANGOLO, 2000).

O uso de extratos vegetais e óleos essenciais são exemplos de produtos naturais e uma das vias de utilização das plantas com bioatividade à pragas agrícolas. Os compostos presentes nas plantas apresentam características repelentes, deterrentes (que impedem/desencorajam) alimentares e de oviposição, inibidores de crescimento, esterilizantes e toxinas, formando uma defesa de natureza química contra predadores. Essas substâncias químicas podem ser agrupadas em cinco grupos químicos majoritários: compostos nitrogenados (principalmente alcalóides),

terpenóides, fenólicos, inibidores de proteinase e reguladores de crescimento (SAXENA, 1989; MAIA; MOORE, 2011).

Essas substâncias bioativas podem ser encontradas em raízes, caules, folhas, sementes e frutos (MEDEIROS, 1990). Além do que, a promoção do desenvolvimento de estratégias para o controle de pragas, como a aplicação de biopesticidas e o manejo integrado de pragas (MIP), está se tornando aparentemente inevitável (KARUNAMOORTHY, 2012). Essa estratégia reduzirá a dependência de pesticidas químicos, bem como o seu impacto negativo na saúde humana e no ambiente (GOVIL; SANJIB, 2012).

Em geral, extratos naturais das plantas e seus principais componentes, estão entre as alternativas disponíveis comercialmente com maior potencial de uso como inseticida botânico (ISMAN; MACHIAL, 2006; PAVELA et al., 2016). Mas ainda existem muitas questões que precisam ser esclarecidas por meio de pesquisa e desenvolvimento para determinar e otimizar estratégias de MIP como monitoramento, captura massal, isca tóxica e repelência (GALDINO; RAGA, 2016).

O combate de insetos-praga exclusivamente com inseticidas químicos compromete as cadeias de inimigos naturais, diminui a diversidade biológica e desencadeia o aparecimento de novas pragas (SHIVANANDAPPA; RAJASHEKAR, 2014). Os insetos-praga que sobrevivem após a aplicação dos agrotóxicos se multiplicam e tornam-se cada vez mais resistentes aos produtos aplicados, sendo necessária a utilização de dosagens cada vez maiores para o controle efetivo das populações (RODRIGUES et al., 2011). Recentemente foram detectadas populações de moscas-das-frutas mais tolerantes à inseticida piretroides no Brasil (DEMANT et al. 2019).

A consciência cada vez maior em utilizar produtos que venham controlar as pragas, assegurando alta produtividade agrícola e ao mesmo tempo proteção ao meio ambiente e à saúde humana, tem incentivado pesquisadores a desenvolverem trabalhos na tentativa de sintetizar novas moléculas com características mais específicas, seletivas a inimigos naturais e segura para o homem e ecossistema (DANTAS, 1993). Com perspectivas de diminuir o uso de inseticidas químicos, vêm sendo desenvolvidas formas naturais de controle para várias espécies de moscas-das-frutas (BRITO, 2007).

A utilização dos inseticidas de origem vegetal merece destaque entre os métodos alternativos ao controle químico convencional, pelos aspectos de segurança e pela conservação do equilíbrio do agroecossistema (FERRACINI et al., 1990). Os inseticidas botânicos têm como características principais o lento desenvolvimento de resistência por parte dos insetos, uma vez que estes produtos são compostos constituídos por diferentes substâncias ativas, obtidos a partir

de recursos renováveis, e que são rapidamente degradados, diminuindo a persistência no ambiente (BOMFIM, 2017).

Essas questões têm sido abertamente definidas para dirigir futuras pesquisas, e incluem entre outras medidas: otimizar o uso de inseticidas naturais e atrativos que possam ajudar nos estudos sobre a dinâmica espacial e temporal de populações para o desenvolvimento de tecnologias para o controle de moscas-das-frutas (IAEA, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar em laboratório a atratividade de óleos essenciais (OE) e o efeito inseticida de extratos aquosos (EA) oriundos de oito espécies botânicas sobre adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae).

2.2 Específicos

- Analisar os compostos químicos dos óleos essenciais por cromatografia gasosa.
- Avaliar qual espécie botânica e em qual concentração apresenta maior atratividade comparativa a fêmeas de duas espécies de moscas-das-frutas.
- Avaliar qual espécie botânica e em qual concentração apresenta maior índice de mortalidade comparativa de machos e fêmeas de duas espécies de moscas-das-frutas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)

Moscas-das-frutas, são insetos-praga que atacam diferentes variedades de frutas, são pertencentes a ordem Diptera e à família Tephritidae. E tem esse nome pelo fato que as larvas se alimentarem no interior dos frutos de um grande número de plantas cultivadas e silvestres, gerando perdas econômicas para a fruticultura em nível mundial. As espécies dessa família são encontradas em regiões temperadas, subtropicais e tropicais de todo o mundo, estando ausentes apenas nas zonas polares (HERNÁNDEZ-ORTIZ et al., 2010).

O ciclo de vida ocorre em três diferentes ambientes (vegetação, fruto e solo) e completam seu desenvolvimento ao completar quatro estágios do ciclo de vida: ovo, larva, pupa e adulto (SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003).

O ciclo de vida e a biologia dos tefritídeos dependem de fatores bióticos e abióticos do meio onde vivem, como clima, temperatura, umidade, fotoperíodo, substrato de oviposição e a disponibilidade de hospedeiros (SALLES, 2000). A disponibilidade de hospedeiros afeta o desenvolvimento dos ovos, a sobrevivência e a nutrição larval, a viabilidade pupal e a longevidade e taxas de reprodução dos adultos, fatores que mediam o potencial de crescimento das populações (SUGAYAMA et al., 1998; LIEDO et al., 2010; SOUSA; RAGA, 2018).

A distribuição geográfica dos tefritídeos também está relacionada à ocorrência de suas plantas hospedeiras. As espécies adaptaram-se a determinados hospedeiros como resultado da capacidade de colonização e apresentam diferentes graus de especialização (MORGANTE et al., 1993; MORGANTE, 1982). De acordo com as características ecológicas e fisiológicas, as moscas-das-frutas formam dois grandes grupos: univoltinos, que apresentam uma geração por ano, vivem em regiões temperadas e as pupas apresentam diapausa (suspensão temporária do desenvolvimento) no inverno. São exemplos de moscas-das-frutas univoltinas as espécies *Rhagoletis completa* Cresson e *R. pomonella* Walsh, presentes na América do Norte (CHRISTENSON; FOOTE, 1960). As espécies multivoltinas apresentam mais de uma geração por ano, não apresentam diapausa e estão presentes nas regiões tropicais ou subtropicais (BATEMAN, 1972; WHITE; ELSON-HARRIS, 1992). Exemplos desse grupo são *A. fraterculus*; *A. obliqua* e *C. capitata*.

Quanto aos hábitos alimentares, podem ser classificados como monófagos (infestam uma espécie hospedeira), oligófagos (infestam vários gêneros dentro de uma família) e

polífagos (infestam várias espécies de várias famílias), como é o caso de *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *A. obliqua* Macquart, *A. serpentina* (Wied.) e *A. striata* Schiner que são generalistas. Por outro lado, existem espécies altamente especializadas na exploração de certos recursos, como as espécies do grupo *spatulata*, que são especializadas na exploração das plantas do gênero *Manihot* (Euphorbiaceae), do grupo *pseudoparallela*, que exploram preferencialmente frutos da família Passifloraceae, ou ainda as espécies do grupo *grandis*, que exploram frutos da família Cucurbitaceae (SELIVON, 2000).

Na família Tephritidae, há seis gêneros de moscas-das-frutas de grande expressão econômica: *Anastrepha* sp. Schiner, *Bactrocera* sp. Macquart, *Ceratitis* sp. MacLeay, *Dacus* sp. Fabricius, *Rhagoletis* sp. Loew e *Toxotrypana* sp. Gerstaecker (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992; MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). No Brasil, os gêneros de importância econômica são: *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (RAGA, 1990; NORRBOM; McALPINE, 1996; STRIKIS, 2005).

Do ponto de vista agrícola, sete espécies de *Anastrepha* (*A. fraterculus*, *A. grandis* (Macquart), *A. obliqua*, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. sororcula* Zucchi, *A. striata* e *A. zenildae* Zucchi) e uma ce *Ceratitis* (*C. capitata*) são as prejudiciais à fruticultura, estando amplamente distribuídas por todo o território brasileiro (NORRBOM; ZUCCHI; HERNANDEZ-ORTIZ, 2000; URAMOTO, 2007; ZUCCHI, 2000).

3.1.1 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann)

De origem neotropical, *A. fraterculus* ocorre do sul dos EUA (Texas) ao norte da Argentina (MALAVASI et al., 2000). No Brasil, essa espécie é praga-chave de várias frutíferas comerciais e nativas (NAVA; BOTTON, 2010) e a espécie do gênero mais importante para a América do Sul (MONTES, 2006). Há relatos de sua presença em 23 estados brasileiros e em 114 plantas hospedeiras (ZUCCHI, 2008). É abundante em pomares de citros, rosáceas e principalmente mirtáceas (MALAVASI et al., 2000; CHIARADIA; MILANEZ, 2000; RAGA et al., 2004, RAGA et al., 2006, RAGA et al., 2017).

Anastrepha fraterculus é multivoltina, apresentando, no mínimo, seis gerações anuais, o que viabiliza sua presença durante todos os meses do ano (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; URAMOTO et al., 2003). Possui elevado potencial reprodutivo, alta mobilidade e, geralmente, alta longevidade (ALUJA, 1994). O ciclo de vida varia de 25 a 35 dias no verão, podendo variar de acordo com o hospedeiro e, principalmente, com a temperatura (MORGANTE, 1991;

SOUZA-FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003) e os adultos vivem em média 161 dias, produzindo mais de 400 ovos (SALLES, 2000).

No estado de São Paulo, *A. fraterculus* está entre as espécies que apresentam altas infestações, ampla distribuição geográfica e a maior diversidade de hospedeiros (SOUZA-FILHO; RAGA; ZUCCHI, 1999), tendo sido relatadas 116 espécies hospedeiras no Brasil (ZUCCHI, 2008) que abrangem as espécies cultivadas de maior importância econômica (RAGA et al., 2011).

3.1.2 *Ceratitis capitata* (Wiedemann)

Ceratitis capitata tem distribuição geográfica que vai desde a África Equatorial até a região do Mediterrâneo, Sul da África, Austrália, Havaí, Américas Central e do Sul, sendo a única espécie de moscas-das-frutas ocorrendo em todas as zonas biogeográficas do mundo (STECK et al., 1996; ZUCCHI, 2001). É a única espécie do gênero que ocorre no Brasil e entre os tefritídeos é a mais cosmopolita e invasora. Foi registrada pela primeira vez no estado de São Paulo, em 1901 (IHERING, 1901; ZUCCHI, 2001). Apenas Amapá, Amazonas e Sergipe não tem registro de *C. capitata* (ZUCCHI, 2012).

A mosca-do-mediterrâneo (*C. capitata*), devido à sua elevada plasticidade ecológica, invade com grande facilidade novos habitats e devido ao transporte de frutos infestados, está associada a uma rápida expansão continental, alcançando facilmente qualquer região insular (CARVALHO; AGUIAR, 1997).

Nas condições tropicais, no Centro e Sul da América, *C. capitata* apresenta de 9 a 11 gerações ao ano. O adulto vive normalmente de 1 a 2 meses, as fêmeas alcançam a maturidade sexual com 3 a 4 dias após emergência do adulto, iniciando a oviposição entre 7 e 9 dias, produzindo entre 300 e 400 ovos (NUÑEZ-BUENO, 1987). Os adultos alimentam-se de “honeydew” (substância adocicada rica em carboidratos, aminoácidos e água proveniente da planta), néctar, sucos de frutos, seiva, pólen, fezes de pássaros e outros alimentos na superfície de folhas e frutos, até alcançarem a maturidade sexual (BATEMAN, 1972).

Ceratitis capitata desenvolve-se em mais de 200 espécies de plantas hospedeiras, abrangendo um grande número de espécies comerciais (LIQUIDO et al., 1991). No Brasil, essa espécie está associada a 94 plantas hospedeiras pertencentes a 27 famílias botânicas, com destaque para Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Anacardiaceae e Sapotaceae (ZUCCHI, 2012).

Dentre as espécies de tefritídeos, *C. capitata* é considerada a que causa mais prejuízos à agricultura, especialmente por ser a mais cosmopolita e invasora. O sucesso biológico dessa espécie apoia-se em várias características adaptativas (morfológicas, fisiológicas e comportamentais), envolvidas em cada estágio do seu ciclo de vida (YUVAL; HENDRICH, 2000).

3.2 Importância do controle natural das moscas-das-frutas

Controle é um termo empregado para descrever procedimentos que visam a proteção direta de pomares comerciais ou domésticos à pragas (NASCIMENTO et al., 1988). O controle de moscas-das-frutas se baseia na integração de vários métodos, uma vez que esses insetos apresentam características que os distinguem como pragas-chaves de importância econômica e quarentenária, como alta taxa de fecundidade, elevada fertilidade, alta capacidade de dispersão e facilidade de colonização sob diferentes condições ecológicas (RAGA, 2005).

Devido ao elevado número de espécies de moscas-das-frutas e seus hospedeiros, cultivados ou silvestres, as peculiaridades regionais e o tipo de dano ao fruto, torna-se muito difícil estabelecer um programa único de controle (BRAGA-SOBRINHO et al., 2001). A escolha da estratégia a ser utilizada para o controle químico das moscas-das-frutas depende da espécie de Tephritidae, da cultura explorada e da região abrangida (MARTINS, 2003).

O controle populacional de moscas-das-frutas é normalmente realizado por meio de iscas tóxicas preparadas com proteína hidrolisada associada a inseticidas sintéticos (ADAIME et al., 2012; RAGA; SATO, 2016). Esse método de controle visa atrair e eliminar as fêmeas adultas, que carecem de proteínas e carboidratos no período que antecede a oviposição (ALUJA; MANGAN, 2008). Além das iscas tóxicas, o controle pode ser feito com aplicações de inseticidas em cobertura (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002, RAGA; SATO, 2016).

O controle químico, via terrestre, é bastante utilizado para pomares de tamanho pequeno ou médio e também se aplica para a eliminação de focos isolados. As pulverizações aéreas contendo inseticidas são as ferramentas de controle mais eficazes na supressão de populações silvestres e permitem uma efetiva ação, para serem adotadas posteriormente à liberação de insetos estéreis de modo a tornar o controle mais efetivo ou mesmo a erradicação da praga (BRAGA-SOBRINHO et al., 2001).

Os inseticidas disponíveis para o controle da mosca-das-frutas são principalmente os organofosforados e os piretroides, que controlam adultos (RAGA, 2005). Esses inseticidas são

bastante prejudiciais para os inimigos naturais, principalmente ácaros predadores e parasitoides (NAVA; BOTTON, 2010).

Ainda que a maioria das moléculas registradas para o controle das moscas-frutas seja eficaz para adultos, por ação de contato e/ou ingestão, fentiom e triclorfom, que também possuem ação ovicida ou matam larvas jovens (PUZZI; REGINATO; ORLANDO, 1963; SCOZ et al., 2004), foram recentemente banidos no Brasil. Por isso, as formas jovens de moscas-das-frutas estão protegidas da ação de inseticidas não sistêmicos por falta de moléculas alternativas com ação ovicida e larvicida.

Os inseticidas fosforados, como malation, thriclorfom e fentiom, além do deltametrina, foram largamente utilizados nos últimos trinta anos como inseticidas para moscas-das-frutas no Brasil (RAGA; SATO, 2011). A crescente proibição de ingredientes ativos autorizados para o controle de moscas-das-frutas demanda a busca urgente de novas moléculas para auxiliar a fruticultura no país (RAGA; SATO, 2016).

O uso de plantas com potencial inseticida é considerada uma opção à utilização de inseticidas sintéticos no controle de insetos, tornando-se uma forma mais segura para a maior parte dos produtores, apresentando ação direta sobre o inseto, oferecendo maior seletividade, reduzindo a persistência e o acúmulo do agrotóxico no meio ambiente e sem apresentar os efeitos colaterais dos inseticidas sintéticos (RODRIGUES et al., 2011), merecendo destaque entre os métodos alternativos ao controle químico convencional (FERRACINI et al., 1990).

Os extratos de plantas são compatíveis com MIP (SHIN-FOON; YU-TONG, 1993). Esses produtos possuem ação direta sobre o inseto, apresentam maior seletividade, reduzem a persistência e o acúmulo dos agrotóxicos no meio ambiente e não apresentam os efeitos colaterais apresentados pelos inseticidas sintéticos (SANTOS et al., 2012).

3.2.1. Extratos Botânicos Naturais

Os extratos botânicos são substâncias orgânicas extraídas de diferentes partes das plantas. Provenientes de uma série de misturas complexas, constitui-se uma fonte importante de estruturas químicas com uma ampla gama de atividades biológicas (NEWMAN; CRAGG, 2012). As substâncias conhecidas como metabólitos secundários são compostos orgânicos que não estão diretamente envolvidos nos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução dos organismos. E apresentam vários potenciais de aplicação, incluindo a agricultura orgânica e o controle de pragas em geral (GEHARDT; PUTZKE; LOVATTO, 2012).

As plantas são uma grande fonte de alimentos para os insetos, e que também agem como vetores e transmissores de doenças ou que danificam o tecido vegetal afetando negativamente o desenvolvimento da planta e a biossíntese de metabólitos secundários (MAIA; MOORE, 2011). Os metabólitos têm uma importante função na defesa das plantas contra vários patógenos e, portanto, constituem um mecanismo de defesa química estratégica contra a herbivoria (CORRÊA et al., 2008).

Os princípios ativos dos inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas, sendo acumulados em pequenas concentrações nos tecidos vegetais (VIEGAS-JUNIOR, 2003; ALMEIDA et al., 2015; MOREIRA et al., 2006), sendo viável como fonte de substâncias menos tóxicas e com potencial de ação contra fitopatógenos comprovado por vários autores (BONALDO et al., 2004; MIGUEL et al., 2006).

Algumas vantagens dos inseticidas botânicos são: a) muitos possuem um período residual muito curto, podendo ser utilizados poucos dias antes da colheita; b) muitos materiais não deixam resíduos; c) rápida degradação oferecendo menos riscos aos inimigos naturais e ao ambiente; e) geralmente não são fitotóxicos nas doses empregadas.

3.2.1.1 Óleos essenciais

Desde o começo da humanidade, o homem depende das plantas para a sua existência, utilizando-as como alimento, medicamento, construção de abrigo, entre muitas outras aplicações. As primeiras referências históricas sobre a utilização dos óleos essenciais provêm do Oriente, especialmente do Egito, onde eram usados em diversos rituais religiosos e até para embalsamar múmias, visando a conservação do cadáver (CAIXETA, 2010). São conhecidas aproximadamente 3000 plantas que apresentam óleos essenciais, mas são comercializados em torno de 300, destinados às indústrias de alimento, cosméticos, farmacêutica e agricultura (NEDOROSTOVA et al., 2009).

Óleos essenciais de plantas são produtos de metabólitos secundários, misturas de monoterpenos, sesquiterpenos e outros componentes de plantas aromáticas, no qual tem a função de protegê-las de herbívoros e/ou patógenos (SANGHA et al., 2017). Existe um conjunto de substâncias que as plantas aromáticas acumulam em glândulas oleíferas, ou tricomas glandulares (TOMOVA et al., 2005)

Dependendo da espécie, o óleo essencial também pode ser acumulado em troncos, raízes, tubérculos, etc., porém a maior parte das plantas aromáticas concentram essas substâncias nas

folhas (PAVELA et al., 2016). Os óleos essenciais são empregados nas indústrias de perfumaria, cosmética, alimentícia e farmacêutica, sendo geralmente os componentes de ação terapêutica de plantas medicinais. Algumas substâncias presentes nos óleos essenciais possuem alto valor comercial. Neste caso, essas substâncias podem ser isoladas do óleo essencial ou mesmo sintetizadas em laboratório.

Os óleos essenciais são líquidos voláteis, refrigerantes e de odor característicos que acumulam em certos tecidos das células ou de reservatórios de essência, sob a epiderme dos pelos, das glândulas os nos espaços intracelulares (MIGUEL, 1999). A composição química entre outros fatores depende do clima, da estação do ano, das condições geográficas, do período de colheita e da técnica de destilação (MACIEL et al., 2002).

A atividade repelente é o modo de ação mais comum dos óleos essenciais. Por meio de contato podem interagir com o tegumento do inseto, além de atuar em enzimas digestivas e neurológicas (ISMAN, 2006). Contudo, os OE não são apenas repelentes de insetos, mas têm ação inseticida de contato e são fumigantes contra pragas específicas ou fungicida contra alguns importantes patógenos de plantas (ISMAN, 2000). Quando isolados e testados contra insetos, muitos OE demonstraram atividade inseticida, mas também uma série de efeitos subletais, incluindo a interrupção do crescimento, desenvolvimento, reprodução e comportamento de vários insetos (ISMAN, 2006; REGNAULT-ROGER et al., 2012; WAGAN et al., 2016).

Diaz-Santiz et al. (2016) analisaram respostas antenais por eletroantenograma de voláteis de frutos de laranja-doce e goiaba em fêmeas virgens ou copuladas de *A. striata*. Os autores descrevem apenas um volátil de laranja: o álcool linalol; e seis de goiaba: ethyl butyrate, (Z)-3-hexenol, hexanol, ethyl hexanoate, hexyl acetate e ethyl octanoate que geraram respostas nas antenas destes insetos. Óleos essenciais da casca de frutos cítricos, OEL por exemplo, influenciam na oviposição de *C. capitata*. Suas propriedades em relação a estímulo ou deterrencia estão intimamente associadas a aspectos quantitativos e qualitativos de sua química (PAPACHRISTOS; PAPADOPOULOS, 2009).

A toxicidade dos OE ou de seus componentes é devida à sua ação sobre o sítio octopaminérgico, inibindo ou estimulando a octopamina, um neurotransmissor presente apenas em invertebrados (KARUNAMOORTHY, 2012). A octopamina é um neurotransmissor e neuromodulador e quando seu funcionamento é interrompido resulta na ruptura do funcionamento do sistema nervoso do inseto (PAULIQUEVIS; FAVERO, 2015). Tal fato torna o uso de inseticidas baseados em óleos essenciais pouco tóxico para seres humanos diminuindo os riscos para consumidores e aplicadores (ENAN, 2001; TRIPATHI et al., 2009). Este sítio de

ação é exclusivo de invertebrados e pode sugerir que os óleos essenciais são pouco seletivos aos invertebrados não-alvo, como os inimigos naturais (KOUL et al., 2008).

O modo de ação pode estar relacionado diretamente aos compostos terpenoides, como a inibição da acetilcolinesterase (VIEGAS-JÚNIOR, 2003). Esta vasta gama de aplicações significa que os óleos essenciais são ferramentas ecológicas para o controle de pragas (REGNAULT-ROGER, 1997).

3.2.1.2 Atividade biológica de óleos essenciais e extratos de plantas

Desde muito tempo, os homens procuram na natureza por alternativas para aprimorar suas condições de vida, elevando assim suas chances de sobrevivência (LORENZI; MATOS, 2002). O Brasil é o rico em biodiversidade vegetal, possuindo mais de 55.000 espécies catalogadas, de um total de aproximadamente 550.000 espécies (SIMÕES et al., 2007).

As plantas aromáticas estão entre os inseticidas mais eficientes de origem botânica e os óleos essenciais frequentemente constituem a fração bioativa dos extratos vegetais (COSIMI et al., 2009). O uso de extratos vegetais no controle de pragas agrícolas remonta aos primeiros 50 anos do século 20, com predomínio do uso de inseticidas naturais de origem orgânica (GALLO et al., 2002).

Sabe-se que mais de 2.000 espécies de plantas sintetizam os metabólitos secundários e são eficazes no controle de insetos (SAXENA, 1989), podem atuar como larvicidas, inibidores da alimentação, inibidores do desenvolvimento, redutores de longevidade, redutores de fecundidade e inseticidas (MAIA; MOORE, 2011), desempenham um papel importante na defesa das plantas e causam efeitos comportamentais e fisiológicos nos insetos. As substâncias bioativas podem ser encontradas em raízes, caules, folhas, sementes e frutos (MENEZES-AGUIAR, 2005).

Foi avaliada a mortalidade e a deterrência de oviposição sobre *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) causados pelo óleo essencial de citronela. As maiores mortalidades de ovos ocorreram sob ação do óleo de citronela nas concentrações de 5,0% (81%), 1,0% (74%) e 0,5% (62%). Todas as concentrações do óleo de citronela diferiram estatisticamente do óleo de capim-limão *C. winterianus* e do controle. A ação do óleo de citronela também foi superior aos demais tratamentos sobre as pupas de *G. molesta*, com mortalidades de 100,0% (0,5%) e 99,8% (1,0%). Na sua maior concentração a (1,0%) provocou menor deposição de ovos, diferindo da testemunha (COLPO; JAHNKE; FÜLLER, 2014).

O efeito de repelência do óleo essencial de quatro espécies vegetais, dentre elas a citronela *Cymbopogon nardus* (L.) (Poaceae), foi avaliado em três espécies de mosquitos (Diptera: Culicidae): *Aedes aegypti* (L.); *Anopheles dirus* Peyton & Harrison e; *Culex quinquefasciatus* Say. Os produtos foram testados na forma de extrato etanólico à 25,0% de concentração, e o efeito de repelência foi verificado 4 h, 4,5 h, 5 h, 5,5 h e 6 h após a aplicação dos produtos. Para as três espécies de mosquitos, o extrato etanólico de citronela promoveu 100% de repelência a partir do primeiro momento de observação, permanecendo com esta eficiência até a última observação (TAWATSIN et al., 2001).

O principal motivo do nim ser amplamente estudado é a riqueza de compostos produzidos, nas diferentes estruturas, através do metabolismo secundário da planta, os seus compostos são capazes de produzir efeitos múltiplos sobre pragas, entre esses compostos encontrados no nim, destaca-se a azadiractina que é um limonoide, que possui importantes atividades biológicas sobre insetos, fungos e nematoides fitopatogênicos (SILVA; RAGA, 2019). O óleo extraído da semente do nim é um óleo lipídico, diferente dos óleos essenciais por sua composição química, mas rico em atividade biológica para diversas espécies de praga entre elas as moscas-das-frutas.

Larvas de *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) foram submetidas ao contato, através de papel filtro impregnado, com extrato produzido a partir do óleo da semente de nim (0,3% de azadiractina) nas concentrações de 3,0, 4,0, 5,0, 6,0 e 7,0%. Os autores verificaram mortalidades superiores a 60,0%, com valores de 67,01 e 69,07%, para as concentrações de 6,0% e 7,0%, respectivamente. As concentrações menores apresentaram mortalidades inferiores a 35,0% (YASMIN et al., 2008).

Alvarenga et al. (2012) constataram o efeito de diferentes concentrações da torta de nim, misturadas em vermiculita, na emergência de *C. capitata*. As concentrações de 5,0, 10,0, 15,0, 20,0, 25,0 e 30,0% reduziram o número de moscas emergidas, sendo diretamente proporcional ao aumento da concentração de torta de nim na vermiculita, variando de 78,8 moscas no controle (sem torta de nim) e 38,5 para a concentração de 30,0%.

Santos (2009) verificou mortalidade de 60,0% e 66,6% de *Anastrepha* spp. após pulverização de extrato aquoso do pedúnculo e do botão floral do craveiro-da-índia (*Syzygium aromaticum*) a 10,0%. Em laboratório, o extrato aquoso do pedúnculo do craveiro-da-índia (20,0%) pulverizado sobre insetos deste mesmo gênero causou mortalidade em 30% dos adultos após 120 horas da aplicação (SANTOS et al., 2012).

A ação dos óleos essenciais de quatro espécies vegetais foi testada sobre adultos de *C. capitata*, por meio de ingestão, nas concentrações de 2,5% e 5,0%. As espécies vegetais testadas

foram: *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae); *Salvia officinalis* L. e *Thymus herba-barona* Loisel (Lamiaceae), e alecrim *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). Os maiores valores de mortalidade ocorreram nos tratamentos com *C. zeylanicum* (97,3%) e *T. herba-barona* (91,1%), ambos à 5,0% de concentração. O alecrim provocou 21,1% de mortalidade na concentração de 2,5%, e 23,6% à 5,0% (MORETTI et al., 1998).

Benelli et al. (2013) avaliaram o efeito de óleos essenciais de quatro espécies vegetais, entre estas o alecrim, sobre *C. capitata*, por meio da ingestão em concentrações que variaram de 0,1% a 2,5%. Os tratamentos com alecrim causaram 100,0% de mortalidade das moscas. Por meio da ingestão, foi observada mortalidade de 77,5% na concentração de 0,5%, e 100,0% quando utilizado a 2,5%.

Óleos essenciais de *R. officinalis*, *Hyptis suaveolens* L. e *Lavandula angustifolia* Miller (Lamiaceae), foram incorporados em atrativos alimentares para *Bactrocera oleae* (Rossi). Foi observada a mortalidade, por meio da ingestão de todos os adultos nas maiores concentrações dos óleos (1,75%). Também foi verificado que o tratamento à base de alecrim à 1,0% de concentração provocou mortalidade em mais de 75,0% dos indivíduos (CANALE et al., 2013).

Tabela 1- Tipos de extratos vegetais e seus efeitos em espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) (SILVA; RAGA, 2019).

Família Botânica	Nome Científico	Parte da Planta	Tipo de extração	Nome Científico	Atividade biológica	Fase do Inseto	Referências
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Fruto	Pó	<i>Anastrepha fratercules</i>	Viabilidade larval/ viabilidade pupal	Larva/pupa	Salles; Rech, 1999
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Fruto	extratos aquosos	<i>Anastrepha fratercules</i>	Viabilidade ovos/viabilidade larval / viabilidade pupal	Ovos/larva/pupa	Salles; Rech, 1999
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Anastrepha ludens</i>	Mortalidade	Adulto	Buentello-Wong et al., 2016
Myrtaceae	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Anastrepha ludens</i>	Mortalidade	Adulto	Buentello-Wong et al., 2016
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i>	Folha	Óleo essencial	<i>Anastrepha ludens</i>	Mortalidade	Adulto	Buentello-Wong et al., 2016
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Semente	extrato etanólico	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Folha	extrato etanólico	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	Bulbo	extrato etanólico	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i>	Raiz	extrato etanólico	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Mortalidade	Adulto	Chang et al., 2009
Polygonaceae	<i>Persicaria hydropipe</i>	Folha/flor	extratos aquosos	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Hossain et al., 2018
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Folha	extratos aquosos	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Repelência/ deterrência de oviposição	Adulto	Hossain et al., 2018
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Mortalidade	Adulto	Chang et al., 2009
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Semente	extrato etanólico	<i>Bactrocera tau</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Folha	extrato etanólico	<i>Bactrocera tau</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	Bulbo	extrato etanólico	<i>Bactrocera tau</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i>	Raiz	extrato etanólico	<i>Bactrocera tau</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Thakur; Gupta, 2013
Lamiaceae	<i>Isodon rugosus</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Mortalidade/repelência	Adulto	Khan et al., 2016
Rutaceae	<i>Boenninghausenia albiflora</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Repelência	Adulto	Khan et al., 2016

Tabela 1- Continuação

Família Botânica	Nome Científico	Parte da Planta	Tipo de extração	Nome Científico	Atividade biológica	Fase do Inseto	Referências
Thymelaeaceae	<i>Daphne mucronata</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Mortalidade/Repelência/deterrência de oviposição	Adulto/Pupa	Khan et al., 2016
Asteraceae	<i>Tagetes minuta</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Mortalidade/deterrência de oviposição/viabilidade pupal	Adulto/Pupa	Khan et al., 2016
Lauraceae	<i>Cinnamomum camphora</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Repelência	Adulto	Khan et al., 2016
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	Folha	extrato metanolico	<i>Bactrocera zonata</i>	Mortalidade/deterrência de oviposição/viabilidade pupal	Adulto/Pupa	Khan et al., 2016
Solanaceae	<i>Datura alba</i>	Folha	Óleo essencial	<i>Bactrocera zonata</i>	Repelência	Adulto	Ilyas et al., 2017
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Folha	Óleo essencial	<i>Bactrocera zonata</i>	Deterrência de oviposição	Adulto	Ilyas et al., 2017
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Bactrocera zonata</i>	Atratividade	Adulto	Ilyas et al., 2017
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	Folha/Ramo/Fruto	extratos aquosos	<i>Ceratitis capitata</i>	Mortalidade/viabilidade pupal /deterrência alimentar	Adulto/Larva	Rohde et al., 2013
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	Bulbo	extratos aquosos	<i>Ceratitis capitata</i>	Larvicida	Larva	Rohde et al., 2013
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i>	Raiz	extratos aquosos	<i>Ceratitis capitata</i>	viabilidade pupal	Pupa	Rohde et al., 2013
Myrtaceae	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Folha	Óleo essencial	<i>Ceratitis capitata</i>	Mortalidade	Adulto	Benelli et al., 2012
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Folha/flor	Óleo essencial	<i>Ceratitis capitata</i>	Mortalidade	Adulto	Chang et al., 2009
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Folha	extrato etanólico	<i>Ceratitis capitata</i>	Mortalidade	Adulto	Ghabbari et al., 2018
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Semente	extratos aquosos	<i>Rhagoletis pomonella</i>	Mortalidade/ deterrência de oviposição	Adulto	Prokopy; Powers, 1995

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia Econômica (LEE/IB), localizado no Centro Avançado de Proteção de Plantas e Saúde Animal do Instituto Biológico, em Campinas (SP).

4.1 Colônias de Moscas-das-frutas

Os insetos testados foram provenientes da criação de moscas-das-frutas estabelecida desde 1993 no Laboratório de Entomologia Econômica (LEE/IB). As gaiolas foram mantidas em sala climatizada, com fotoperíodo de 14L:10E horas, temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 20\%$. As duas espécies de moscas-das-frutas adultas foram alimentadas com uma dieta composta pela mistura dos seguintes ingredientes: açúcar cristal (400g), levedo de cerveja (200g), gérmen de trigo (100g), extrato de levedo (100g) e Sustagen[®] (16g) (RAGA et al., 1996). A água foi fornecida aos adultos por meio de uma espuma de poliuretano umedecida e disposta em placa de Petri (11 mm de diâmetro), no interior da gaiola de criação.

4.1.1 *Anastrepha fraterculus*

O desenvolvimento larval foi realizado em frutos de mamão papaia (*Carica papaya*), onde os adultos de *A. fraterculus* realizaram postura por um período aproximado de 12h (Figura 1A), mantidos sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $70 \pm 20\%$ e fotofase 14L:10E horas (RAGA et al., 1993).

Os frutos infestados foram mantidos em cubas plásticas de dimensão 80 x 60 x 5 cm, contendo no fundo uma camada de 2 cm de vermiculita e recobertas com tecido de algodão. Decorridos aproximadamente 15 dias, exigidos para o desenvolvimento larval, as pupas foram separadas da vermiculita por meio de peneiramento e transferidas para potes de vidro (500 c³) contendo um pouco de vermiculita no fundo. Após um período variável de 10 a 15 dias ocorria a emergência dos adultos, os quais foram imediatamente transferidos para as gaiolas de dimensões 100 x 40 x 40cm (altura, largura e profundidade) (Figura 1B).



Figura 1- A- Posturas de adultos de *A. fraterculus* em frutos de mamão papaia. B- gaiola de criação de adultos de *A. fraterculus*.

4.1.2 *Ceratitis capitata*

Os adultos de *C. capitata* foram mantidos em gaiolas de dimensões 90 x 30 x 30 cm (altura, largura e profundidade) (Figura 2 A). Abaixo das laterais das gaiolas foram mantidas bandejas com água, para a coleta dos ovos. As fêmeas de *C. capitata* colocavam seus ovos através do tecido de voil, e estes caíam na água das bandejas instaladas abaixo. A água de coleta de ovos foi trocada em intervalos de 24 horas, a fim de uniformizar a idade dos ovos.

Os ovos coletados eram transferidos para a dieta artificial, à base de bagacilho de cana triturado (500 g), acrescentado a uma mistura de cenoura crua (50 g), açúcar mascavo (200g), leite em pó (50g), levedo de cerveja (40g), nipagin (2,5 g), ácido benzóico (400 ml) e ácido clorídrico (20 ml) (RAGA et al., 1996) (Figura 2B). Os ingredientes eram misturados e constituíam o volume de uma (1) dieta, sendo disponibilizada em pote plástico de (5.000 mL). Os ovos eram espalhados no interior da dieta artificial, na proporção de aproximadamente 0,5 mL de ovos por volume de dieta. Em seguida, os potes eram cobertos com tecido de voil preso por elástico.

Após a pupação, a dieta era peneirada e as pupas nuas eram transferidas para as gaiolas de emergência de adultos.



Figura 2- A-Gaiola de criação de *C. capitata*; B- Dieta artificial

4.2 Obtenção dos materiais botânicos

Os materiais vegetais (Tabela 2) para a obtenção dos óleos e extratos aquosos foram fornecidos pelo Centro de Horticultura do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizados na Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP.

Tabela 2 - Lista das plantas utilizadas nos experimentos. Campinas, SP, 2019.

Extrato Natural	Família Botânica	Nome Comum	Parte utilizada	Origem
<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Urucum	Folha	N
<i>Citrus latifolia</i> Tanaka	Rutaceae	Limão tahiti	Fruto	I
<i>Cymbopogon winterianus</i> L.	Poaceae	Citronela	Folha	I
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill	Lamiaceae	Lavanda	Flor	I
<i>Lavandula dentata</i> L.	Lamiaceae	Lavanda	Flor	I
<i>Laurus nobilis</i> L.	Lauraceae	Louro	Folha	I
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Alecrim	Folha	I
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Manjeriço	Folha/Flor	I

4.2.1 Extração dos óleos essenciais

Os óleos essenciais foram extraídos pelo método de arraste de vapor em destiladores (D2 e D20) produzidos pela empresa Linax® Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda. (Figura 4), no laboratório das plantas aromáticas e medicinais do Centro de Horticultura - IAC.

A parte da planta que se deseja obter o óleo essencial foi colocada dentro de uma dorna. A massa vegetal de cada espécie botânica foi disponibilizada na dorna e submetida ao vapor de água a 100°C e pressão ambiente, liberando o óleo essencial que se desprende da planta e é carregado pelo vapor d'água. Essas substâncias voláteis comumente chamadas de óleo essencial foram liberadas e arrastadas juntamente com o vapor d'água para o condensador, onde a mistura foi resfriada e voltou ao estado líquido. O tempo de destilação foi estabelecido em 90 minutos.



Figura 3 - A esquerda destilador D2 e a direita destilador D20, equipamentos de extração de óleos essenciais, Marca Linax®, utilizados para a extração de óleos essenciais, utilizados nesses experimentos. IAC, 2019: Condensador indicado pela seta vermelha.

Do condensador, a mistura de água e óleo essencial fluiu para um vaso separador. Como o óleo essencial é uma substância apolar, ele não se mistura com a água, que é substância polar. Por ter densidade menor que a água, o óleo fica concentrado sobre a camada de água, podendo ser separados com o uso de um funil de separação. (FABRI; MAIA, 2018).

4.2.2 Obtenção dos extratos aquosos

Os extratos aquosos foram obtidos segundo as recomendações da Comissão da Farmacopeia Brasileira (CFB) (BRASIL, 2011), nas quais estão descritos os procedimentos para disponibilizar formulações seguras de plantas.

A parte das plantas (Tabela 3) utilizada para a obtenção dos extratos aquosos foram secas em estufa a 50° C, por 48 horas. Vinte gramas (20 g) do material seco foram triturados e

em seguida colocados em béquer de vidro (200 ml) contendo água a 100°C. O béquer foi tampado para resfriamento e mantido por 24 horas em temperatura ambiente. A solução foi coada em filtro de papel e o filtrado foi armazenado em becker de vidro de (1.000 ml), para manter suas características químicas e depois acondicionadas em geladeiras até sua utilização (Figura 5).



Figura 4- Filtragem dos extratos aquosos; B- Extrato aquoso concentrado

4.3 Análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas - CG-EM

Os óleos essenciais foram pesados e solubilizados em acetato de etila. As análises por CG-EM foram realizadas na Divisão de Química de Produtos Naturais (DQPN) no Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) UNICAMP pela Dra. Carmen Lucia Queiroga. Utilizou-se um cromatógrafo a gás, marca Agilent Technologies modelo 6890 N, acoplado a um detector de massas modelo MSD 5975, e coluna capilar HP5-MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m) e injetor split/splitless. O gás de arraste utilizado foi hélio (1 mL/min). A temperatura do injetor foi de 220 °C e a do detector foi de 280 °C.

Programa de aquecimento do forno: (60 °C-3 °C/min-240 °C (ADAMS, 1995). Os compostos foram identificados pela comparação de seus espectros de massas (EM) com um

banco de dados da biblioteca NIST do próprio CG, pelo índice de retenção calculado a partir de uma série de n-alcenos (C8-C24) e por comparação com dados da literatura (ADAMS,1995).

4.4 Determinação do pH das concentrações dos extratos aquosos e óleos essenciais

Foi utilizado o pHmetro PA 200 ALpHALAB (Figura 6). O pHmetro foi calibrado com as soluções tampão. O eletrodo foi lavado com água destilada e, em seguida, mergulhado na solução tampão pH 7,00. Repetiu-se o procedimento de lavagem do eletrodo com água destilada e, desta vez, o eletrodo foi mergulhado na solução tampão pH 4,00. Depois de calibrado, o eletrodo foi inserido nas amostras dos extratos aquosos (nas diferentes concentrações utilizadas nos experimentos) e óleos essenciais (nas diferentes diluições utilizadas nos experimentos).

4.5 Bioensaios laboratoriais

4.5.1 Testes de atratividade em olfatômetro

A fim de verificar o comportamento de mosca-das-frutas aos compostos voláteis de diferentes compostos/concentrações de óleos essenciais de diferentes espécies de plantas, ensaios de múltipla escolha foram conduzidos utilizando olfatômetros de quatro 4 vias (Figura 7), utilizando método proposto por JANG; NISHIJIMA (1990).

O olfatômetro é um dispositivo compartimentado não ventilado, cujo princípio consiste na disponibilização de odores que provocam estímulos atrativos a insetos adultos em compartimentos laterais, demonstrando a sua preferência por diferentes semioquímicos. O LEE/IB conta com dois dispositivos (olfatômetros) idênticos, compostos por cilindros transparentes de acrílico de dimensões 29 cm de altura e 20 cm de diâmetro (9,1L). O cilindro central possui quatro dutos equidistantes e laterais ligados às cubas laterais por onde passam os odores e os insetos (Figura 7).

Foram utilizados óleos essenciais das oito espécies botânicas mencionadas na tabela 2. Cada repetição consistia da utilização de um óleo essencial, no qual era diluído em três diferentes concentrações (0,5, 1 e 2%) mais a testemunha. O óleo essencial era diluído em água destilada e acrescidos de um espalhante adesivo (0,1 % v/v) da marca AGRAL®. Em cada cilindro periférico foi colocado individualmente um volume de 2,50 mL da solução do óleo

essencial em tubete de 3 mL contendo um chumaço de algodão nas concentrações mencionadas anteriormente

No interior de cada cilindro lateral foi instalada uma armadilha adesiva branca de 15 cm para a captura das moscas, preparada com cartolina e cola adesiva (BioStop). Foram utilizadas seis repetições por tratamento e para cada repetição, laterais olfatômetro foi rotacionado para diluir influência do ambiente.

Cinquenta fêmeas acasaladas adultas de *A. fraterculus* (10 dias de idade) e *C. capitata* (8 dias de idade) foram colocadas em tubetes de vidro e depois mantidos em freezer a -2°C por aproximadamente 5 minutos, para redução temporária da atividade. E liberadas no cilindro central do olfatômetro.

As espécies de moscas-das-frutas possuem duração do ciclo de vida diferentes umas das outras, e para que as mesmas estivessem em fase de desenvolvimento semelhante (maturidade sexual) foram usadas no experimento idades diferentes para cada espécie.

As avaliações foram realizadas 2, 6, 12 e 24 horas após a liberação dos insetos no interior do olfatômetro. Para avaliação do comportamento foram contados os insetos aderidos na armadilha adesiva e aqueles não aderidos e contidos na respectiva cuba, o experimento foi conduzido em sala climatizada e iluminada com luzes laterais e no teto, mantida sob temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $70\pm 20\%$ e fotofase de 14L:10E horas (Figura 8).



Figura 5- Olfatômetro de quatro vias.



Figura 6- Cilindro central para liberação dos insetos; B- Cilindro periférico com armadilha adesiva e tubete com concentração de óleo essencial.

4.5.2 Efeito inseticida de contato em adultos de moscas-das-frutas

As pulverizações de extratos aquosos sobre adultos de moscas-das-frutas foram realizadas sob Torre de Potter (Figura 9A). Foram utilizados extratos aquosos das plantas listadas na tabela 2 diluídos em água destilada (100ml). Foram empregadas concentrações de 10% e 20% para cada extrato com 10 repetições por tratamento.

As repetições consistiram de cinco fêmeas e cinco machos de *C. capitata* (8 dias de idade) e *A. fraterculus* (10 dias de idade) (Figura 9B). Os adultos de ambos os sexos foram mantidos no interior de tubetes de vidro em freezer a -2°C por aproximadamente 5 minutos, para redução temporária da atividade. As moscas foram colocadas em placas de Petri de 14 cm de diâmetro, forradas com papel de filtro (Figura 9D).

Imediatamente após essa etapa, os adultos foram tratados, as placas foram dispostas sobre uma bancada, para que fossem realizadas a avaliação do número acumulado de fêmeas e machos mortos (considerando a imobilidade das pernas) (Figura 9C), aos 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 360 min 21 e 24 horas após a aplicação dos produtos.



Figura 7- Procedimento para aplicação dos extratos aquosos. A - Torre de Potter; B- Tubetes contendo moscas-das-frutas; C- Moscas-das-frutas dispostas em placas de Petri após exposição aos extratos aquosos em torre de Potter; D- Avaliação de mortalidade

4.4 Análise dos dados

Para comparar o número de insetos mortos entre espécies, sexos, tratamentos e tempos de coleta foi utilizada a análise de variância para medidas repetidas (repeated measures ANOVA), com teste do efeito de interação entre os 4 fatores, seguido do teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas nos fatores principais, e do teste de perfil por contraste (profile test) para comparações entre os 4 tempos de avaliação (para o experimento de atratividade em olfatômetro foram utilizados os tempos de 2, 6, 12 e 24 horas, os tempos utilizados na estatística para o experimento de mortalidade foram os de já 30, 60, 180 minutos e 24 horas). Devido à ausência de distribuição normal, os dados foram transformados em postos

(ranks) nas análises. Usando o programa The SAS System for Windows (Statistical Analysis System), versão 9.2. SAS Institute Inc, 2002-2008, Cary, NC, USA. Sisvar. O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0.05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização química dos extratos e óleos essenciais

Os valores de pH foram bastante semelhantes entre os extratos aquosos e se mostraram levemente ácidos. O controle (água) apresentou o teor mais alcalino entre as amostras avaliadas (Figura 10). Os pH dos óleos essenciais apresentaram valores próximos, todos abaixo de 7,0 (Figura 11). A leve acidificação da amostra de água (controle utilizado no experimento em olfatômetro) se deve pelo fato que foi acrescida de um espalhante adesivo.

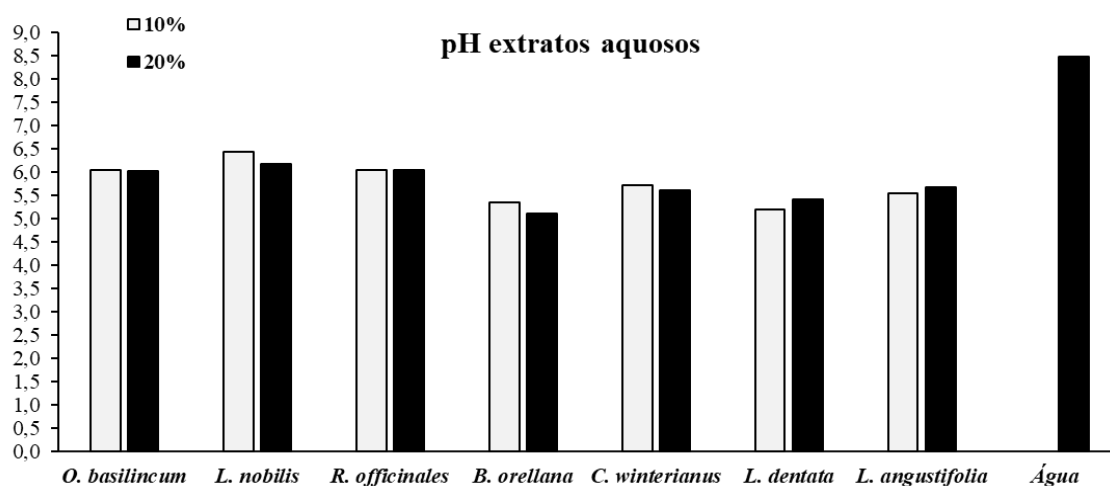


Figura 8- pH de extratos aquosos de partes aéreas de sete espécies botânicas, medido em duas concentrações de: *Bixa orellana*; *Rosmarinus officinalis*; *Laurus nobilis*; *Cymbopogon winterianus*; *Ocimum basilicum*; *Lavandula dentata* e *Lavandula angustifolia*.

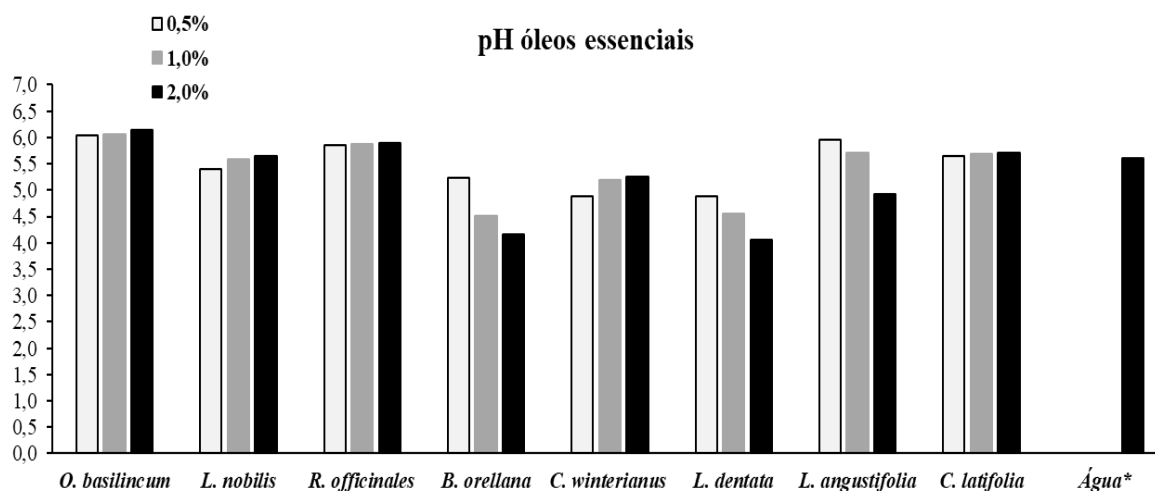


Figura 9- pH de óleos essenciais obtidos de partes aéreas de oito espécies botânicas de: *Bixa orellana*; *Rosmarinus officinalis*; *Laurus nobilis*; *Cymbopogon winterianus*; *Ocimum basilicum*; *Lavandula dentata* e *Lavandula angustifolia*. *Água mais espalhante adesivo (0,1 %) marca AGRAL®

Os constituintes dos óleos essenciais estão listados na Tabela 3. O composto químico 1-8 Cineol foi o mais abundante entre as amostras de OE usadas no presente trabalho, sendo o composto majoritário em *L. dentata* (57,93%), *L. angustifolia* (35,43%) e *L. nobilis* (46,44%). Cânfora foi o composto majoritário nas amostras de *R. officinalis* (28,72%) e Citronelal no OE de *C. winterianus* (43,96%). Os óleos essenciais de lavanda e citronela apresentaram monoterpenos oxigenados como componentes majoritários.

O Linalol esteve presente nos óleos de *L. dentata* e *L. nobilis*, mas foi o composto majoritário somente na amostra de *O. basilicum* (33,36%). Limoneno foi dominante no OE de Limão Tahiti (54,53%) e α -pineno foi o composto majoritário (17,31%) de *B. orellana* (Tabela 3).

Teores de limoneno e α -pineno foram encontrados como sendo neurotóxicos e repelente a insetos (GARCÍA et al., 2005). Estes dois compostos e β -pinene foram encontrados em *C. latifolia*, *L. dentata* e *B. orellana* em relevantes proporções e possivelmente estão ligados às altas respostas registradas durante nossos ensaios. O limoneno é tóxico para as larvas de *C. capitata* (PAPACHRISTOS et al., 2009), mas também é um componente do feromônio sexual masculino de *A. fraterculus* e *C. capitata* (LIMA et al., 2001; GONÇALVES et al., 2006), e atraente para machos e fêmeas de *C. capitata* (HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ et al., 2001).

Papanastasiou et al. (2017) avaliaram diferentes respostas de machos e fêmeas de *C. capitata*, quando expostos a limoneno, linalol e α -Pinene. Os três compostos induziram alta toxicidade, provocando mortalidades nas maiores doses utilizadas, as fêmeas quando expostas a LD₂₀ de limoneno indicaram uma resposta diferenciada da fecundidade à exposição ao limoneno. A exposição sub-letal ao limoneno o constituinte predominante dos óleos essenciais dos citros, resultou em respostas estimulantes a longevidade prolongada tanto machos quanto fêmeas de *C. capitata*, em comparação com moscas controle, e essa resposta é mais pronunciada em um ambiente nutricionalmente pobre (PAPANASTASIOU et al., 2017). Com esses resultados, os autores estabeleceram pela primeira vez uma resposta semelhante à “hormética” (fenômeno dose-resposta caracterizado por uma reversão da resposta entre doses baixas e altas de um estressor (GUEDES et al., 2014)), induzida pelo limoneno. Do mesmo modo, a exposição ao aroma de α -pineno aumenta a longevidade do macho de *B. oleae* apenas em condições de restrição da dieta (GEROFOTIS et al., 2016).

Tabela 3- Análise por CG-EM dos constituintes químicos do óleo essencial das partes aéreas das plantas usadas nos experimentos.

Compostos químicos	<i>Cymbopogon</i>	<i>Lavanda</i>	<i>Lavanda</i>	<i>Laurus</i>	<i>Citrus latifolia</i>	<i>Rosamrinus</i>	<i>Ocimum</i>	<i>Bixa orellana</i>
	<i>winterinus</i>	<i>angustifolia</i>	<i>dentata</i>	<i>nobilis</i>		<i>officinalis</i>	<i>basilicum</i>	
	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.
alfa-Pineno	-	-	4,00	-	-	12,22	-	17,31
Canfeno	-	-	-	-	-	4,23	-	-
Sabinene	-	-	-	6,11	-	-	-	-
beta-Pineno	-	-	4,88	-	10,69	-	-	11,39
beta-Mirceno	-	-	-	-	-	10,12	-	-
Limoneno	-	-	-	-	54,53	-	-	-
1,8-Cineol	-	35,93	57,6	46,44	-	13,44	17,66	-
gama-Terpineno	-	-	-	-	16,20	-	-	-
Fenchona	-	14,12	-	-	-	-	-	-
Linalol	-	-	4,88	5,81	-	-	33,36	-
exo-Fenchol	-	4,08	-	-	-	-	-	-
Canfora	-	20,78	12,61	-	-	28,72	10,62	-
Citronelal	43,96	-	-	-	-	-	-	-
Verbenona	-	-	-	-	-	4,79	-	-
beta-Citronelol	12,91	-	-	-	-	-	-	-
trans-Geraniol	18,51	-	-	-	-	-	-	-
acetato de alfa-Terpineol	-	-	-	20,35	-	-	-	-

Continua...

Tabela 3- Continuação

Compostos químicos	<i>Cymbopogon</i>	<i>Lavanda</i>	<i>Lavanda</i>	<i>Laurus</i>	<i>Citrus latifolia</i>	<i>Rosamrinus</i>	<i>Ocimum</i>	<i>Bixa orellana</i>
	<i>winterinus</i>	<i>angustifolia</i>	<i>dentata</i>	<i>nobilis</i>		<i>officinalis</i>	<i>basilicum</i>	
	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.	% rel.
Cariofileno	-	-	-	-	-	5,87	-	-
deidro-Aromadendrano	-	-	-	-	-	-	-	5,97
Germacreno D	-	-	-	10,1	-	-	6,14	-
Espatuleno	-	-	-	-	-	-	-	8,70
MM 220*	-	-	-	-	-	-	-	13,80
MM 272*	-	-	-	-	-	-	-	4,52
Hexadeca-2,6,10,14-tetraen-1- ol,3,7,11,16-tetrametil-, (E,E,E)-	-	-	-	-	-	-	-	5,62

*Não identificado

Hernández-Sánchez et al. (2001) avaliaram os efeitos dos voláteis de manga (*Mangifera indica* L.) para *C. capitatae* observaram que os machos foram mais receptivos aos atrativos em relação às fêmeas. No entanto, apenas o limoneno atraiu mais fêmeas que os machos.

Benelli et al. (2012) e Canale et al. (2013) listaram os principais componentes dos extratos naturais de *R. officinalis* e *L. angustifolia*. Para *R. officinalis* 1,8-cineol (34,3%), α -pineno (11,9%) e borneol (10,0%). Enquanto que o linalol (36,5%), acetato de linalol (14,4%), cânfora (8,5%) e 1,8-cineol (7,9%) foram os principais em *L. angustifolia*. Monoterpenos oxigenados foram as principais classes químicas de *R. officinalis* e *L. angustifolia* (65,9% e 87,8%, respectivamente). O linalol foi o componente majoritário encontrado em *L. angustifolia*.

Semelhante aos nossos resultados do teor de linalol foi encontrado por Masetto et al. (2011) que avaliaram os teores e a composição do óleo essencial de inflorescências e folhas de *L. dentata* em diferentes estádios de desenvolvimento, o óleo essencial das folhas de ramos com botões e flores senescentes apresentou teor superior de linalol (4,7%) em relação ao óleo essencial das inflorescências. Resultados contrários foram relatados por Bousmaha et al. (2005) onde avaliaram a composição do óleo essencial das inflorescências e da parte aérea sem flores de *L. dentata*, sendo os teores de 1,8-cineol (21,5%), α -pineno (2,1%), β -pineno (6,0%), limoneno (2,5%) e linalol (1,5%).

O efeito inseticida do óleo essencial de citronela também foi observado sobre outras espécies de insetos, como também o efeito de repelência, que provavelmente estão associados ao citronelal, geraniol e citronelol, que são os seus compostos majoritários (ANDRADE et al., 2013; GUSMÃO et al., 2013; SILVEIRA et al., 2012; BLANK et al., 2007; LABINAS; CROCOMO, 2002; TAWATSIN et al., 2001).

Silva et al. (2005), verificaram que não há influência da época e período de coleta do óleo essencial de manjeriço (*O. basilicum*), que apresentou como compostos majoritários o eugenol e o linalol. Porém, os autores observaram redução do teor de linalol no corte efetuado em janeiro (21,24%) quando comparado ao corte de agosto (25,03%).

Essas alterações nos valores dos compostos majoritários dos óleos essenciais, seja por fatores genéticos, técnicos (coleta, estabilização e armazenamento), podem ser explicadas pela interação entre as variações de clima, disponibilidade de água e nutrientes, estágio de desenvolvimento e atividade metabólica das plantas, entre outros fatores (MORAIS, 2009; BEZERRA et al., 2008; GUIMARÃES et al., 2008; CARVALHO FILHO et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2006; BLANK et al., 2005; CASTRO, 2001). Por isso a importância da realização da análise química dos óleos essenciais estudados, para evitar uma interpretação

errônea dos resultados de bioatividade, pois o perfil químico varia com os fatores já mencionados.

5.2 Testes de atratividade em olfatômetro

O experimento para avaliar o comportamento de moscas-das-frutas com óleo essencial de diferentes famílias botânicas, utilizando olfatômetro, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos 0,5%, 1% e 2% ($F_{21,292}=2.76$; $P<0.001$) para as espécies em conjunto, entre *A. fraterculus* e *C. capitata* ($F_{1,292}=5.88$; $P=0.016$) e interação entre tratamentos, tempo e espécies (Tabela 4).

Tabela 4- Resultados da ANOVA para medidas repetidas para comparação do número de insetos capturados entre os 3 fatores (espécies, tratamentos e tempos de avaliação).

Comparações/Efeitos*	Estatística F; Valor P
Comparação entre Tratamentos	$F_{(21,292)}=2.76$; $P<0.001$
Comparação entre Espécies	$F_{(1,292)}=5.88$; $P=0.016$
Interação Tratamentos X Espécies	$F_{(21,292)}=0.92$; $P=0.571$
Comparação entre Tempos	$F_{(3,876)}=276.61$; $P<0.001$
Interação Tempos X Tratamentos	$F_{(63,876)}=1.79$; $P<0.001$
Interação Tempos X Espécies	$F_{(3,876)}=4.94$; $P=0.002$
Interação Tempos X Tratamentos X Espécies	$F_{(63,876)}=1.58$; $P=0.004$

* Variável transformada em postos (*ranks*) para os testes devido à ausência de distribuição Normal. Diferenças significativas entre tratamentos (teste de Tukey, $P<0.05$).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para fêmeas de *C. capitata* (Tabela 5). Para *A. fraterculus*, um efeito significativo foi observado para os óleos essenciais (tratamentos) aferido 2 horas após exposição, com maiores valores de atração para óleo de lima ácida Tahiti 2% em comparação com *R. officinalis* 2% e *L. angustifolia* 1% e 2%. Após 6 horas após exposição, *O. basilicum* 2% foi semelhante a *L. nobilis* 0.5% e atraiu mais fêmeas de *A. fraterculus* que óleo de lima ácida Tahiti 1% e *L. angustifolia* 1% (Tabela 6).

Ceratitis capitata mostrou uma resposta mais rápida para os OE que *A. fraterculus* (Fig. 12). Em relação aos tempos, embora exista uma variável em relação à espécie botânica, de modo geral, os maiores valores acumulados de captura foram obtidos às 6, 12 e 24 horas após exposição (Tabelas 7), demonstrando que o tempo de 2 horas após a exposição não é suficiente para discriminar respostas de moscas-das-frutas em olfatômetro. O tempo de 12 horas é

suficiente para permitir testes de múltipla escolha para alguns extratos botânicos, mas para *L. angustifolia* e *B. orellana* existe um incremento de atratividade, medida 24 horas após exposição (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5- Número médio de adultos de *Ceratitis capitata* capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld); *Lavandula angustifolia* (La) e Óleo de essencial Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.

Tratamentos	Tempos			
	2h	6h	12h	24h
Cw 0,5%	4,67 aB	6,67 aAB	8,67 aA	9,83 aA
Cw 1%	5,50 aC	8,33 aB	9,17 aB	11,17 aA
Cw 2%	5,83 aC	8,50 aB	10,17 aB	12,33 aA
Bo 0,5%	3,10 aC	5,02 aB	6,33 aB	9,53 aA
Bo 1%	3,97 aC	5,50 aB	7,93 aB	7,99 aA
Bo 2%	4,67 aC	5,93 aB	7,99 aB	8,30 aA
Ln 0,5%	4,00 aC	7,00 aB	11,17 aA	11,17 aA
Ln 1%	7,17 aB	8,50 aAB	11,00 aA	12,50 aA
Ln 2%	8,00 aB	9,17 aA	9,83 aA	10,00 aA
La 0,5%	4,00 aB	9,33 aAB	11,67 aA	13,00 aA
La 1%	4,00 aC	5,67 aB	6,67 aA	7,50 aA
La 2%	1,33 aC	7,33 aB	9,17 aB	14,17 aA
Ld 0,5%	3,00 aC	5,00 aB	9,33 aAB	11,83 aA
Ld 1%	3,67 aB	5,00 aB	9,33 aA	9,33 aA
Ld 2%	3,83 aB	6,50 aAB	7,33 aA	8,00 aA
Ro 0,5%	4,67 aB	7,33 aAB	8,17 aA	8,50 aA
Ro 1%	3,33 aC	7,33 aB	9,33 aA	9,73 aA
Ro 2%	4,67 aC	11,83 aB	13,00 aA	14,17 aA
Ob 0,5%	4,33 aB	9,00 aAB	9,50 aA	9,83 aA
Ob 1%	2,00 aB	5,83 aA	6,67 aA	7,33 aA
Ob 2%	6,33 aB	10,33 aAB	10,67 aAB	13,00 aA
OL 0,5%	6,67 aB	10,00 aB	10,00 aAB	13,67 aA
OL 1%	9,33 aA	10,17 aA	10,17 aA	10,83 aA
OL 2%	3,00 aB	6,83 aAB	8,50 aB	13,00 aA
Água	5,31 aC	10,14 aAB	13,19 aA	14,88 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 6- Número médio de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld); *Lavandula angustifolia* (La) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.

Tratamentos	Tempos			
	2h	6h	12h	24h
Cw 0,5%	2,17 abB	3,67 abcB	8,00 aA	8,83 aA
Cw 1%	2,50 abC	4,67 abcB	7,00 aA	8,00 aA
Cw 2%	3,00 abC	5,50 abcB	7,67 aAB	11,83 aA
Bo 0,5%	2,00 abC	3,17 abcB	7,87 aB	8,13 aA
Bo 1%	4,53 abC	4,99 abcB	7,33 aB	8,02 aA
Bo 2%	4,03 abC	4,17 abcB	6,33 aB	9,01 aA
Ln 0,5%	5,17 abB	9,50 abA	11,17 aA	11,17 aA
Ln 1%	6,00 abB	7,67 abcB	10,00 aA	11,17 aA
Ln 2%	4,33 abC	7,67 abcB	10,67 aA	11,83 aA
La 0,5%	2,00 abC	6,33 abcA	6,33 aA	7,67 aA
La 1%	0,33 bC	2,17 bcB	5,33 aB	7,33 aA
La 2%	0,50 bC	6,50 abcB	9,17 aB	14,33 aA
Ld 0,5%	2,67 abC	8,00 abcB	10,83 aA	13,33 aA
Ld 1%	2,33 abB	8,00 abcAB	10,83 aA	10,83 aA
Ld 2%	4,33 abB	3,50 abcA	6,67 aA	6,87 aA
Ro 0,5%	2,33 abC	6,00 abcB	10,33 aA	11,17 aA
Ro 1%	1,33 bB	5,50 abcA	6,83 aA	7,50 aA
Ro 2%	2,00 abB	7,00 abcA	10,17 aA	11,83 aA
Ob 0,5%	2,33 abC	5,83 abcB	8,50 aA	8,83 aA
Ob 1%	1,83 abC	6,67 abcAB	8,67 aA	10,00 aA
Ob 2%	4,83 abC	11,17 aAB	14,67 aA	16,17 aA
OL 0,5%	4,17 abB	5,17 abcB	14,17aAB	14,17 aA
OL 1%	1,83 abB	1,83 cB	7,50 aA	8,67 aA
OL 2%	8,00 aB	8,00 abcB	9,33 aA	9,33 aA
Água	4,02 abB	8,52 abcA	11,00 aA	13,52 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A utilização do olfatômetro não possibilitou qualificarmos as melhores concentrações dos óleos essenciais a partir do número de moscas atraídas. Embora a maioria dos OE testados apresentou atratividade para as fêmeas de ambas as espécies de moscas-das-frutas, a condução dos testes com todas as concentrações ao mesmo tempo, impossibilitou a recomendação da melhor concentração de cada OE.

Ceratitis capitata foi mais capturada que *A. fraterculus* por Óleo essencial de limão Tahiti a 1,0 e 2,0% (2 horas), a 1% (6 horas) e a 2,0% (24 horas). Ainda a mosca-do-mediterrâneo foi mais capturada por *L. angustifolia* 1% (2 e 6 horas). *Anastrepha fraterculus* foi mais capturada por Óleo essencial de Limão Tahiti 0.5% (2 horas) (Tabela 7).

A família Rutaceae contém hospedeiros preferenciais de *C. capitata* no Brasil, sendo essa família exótica (MALAVASI, 2009; SOUZA FILHO, 1999). Os óleos essenciais de citros são atrativos também para outras espécies de insetos (MANTHEY, 2018; MANN, 2012 NORONHA Jr., 2010; PATT; SÉTAMOU, 2010; WENNINGER; et al., 2009).

Anastrepha fraterculus foi mais atraída pela concentração de óleo essencial de limão a 2%, sendo uma espécie altamente polífaga. Embora espécies do gênero *Citrus* não sejam seus hospedeiros primários, pois tem preferência por espécies nativas (RAGA et al., 2011), as frutas cítricas são muito atacadas por *A. fraterculus* no estado de São Paulo (RAGA et al., 2004). Provavelmente outros fatores bióticos estejam envolvidos na atratividade de *A. fraterculus* a plantas de citros.

SIMAS et al. (2017) verificaram que limoneno (35,4%); γ -terpineno (12,1%); β -bisabolene e α -terpineol (6,5%); β -pineno (5,1%) e gerania (3,6%) são os principais componentes voláteis do óleo essencial de *C. latifolia*. Hernandez-Sanchez et al. (2001) após avaliarem voláteis da cultivar de manga Tommy Atkins e testá-los quanto a atratividade para *C. capitata*, identificaram β -pineno e limoneno como os potenciais atrativos tanto para machos quanto para fêmeas. Possivelmente esse composto está envolvido na melhor resposta de *C. capitata* a óleo de lima ácida Tahiti.

Os óleos essenciais também podem atuar como repelentes para fêmeas que buscam oportunidades de oviposição (HIDAYAT et al., 2013; MALHEIRO et al., 2015), como atrativos para um ou ambos os sexos (DIONGUE et al., 2013), estimular a atividade de postura (IOANNOU et al., 2012) ou até mesmo aumentar o sucesso de acasalamento masculino (SHELLY et al., 2004). Óleos essenciais afetam negativamente os insetos por ingestão, contato e/ou fumigação (BENELLI et al., 2013).

Tabela 7- Adultos de *Ceratitis capitata* (Cc) e *Anastrepha fraterculus*(Af) capturados em olfatômetro de quatro saídas contendo diferentes concentrações de óleos essenciais de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld); *Lavandula angustifolia* (La) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL) em diferentes intervalos de tempo.

Tratamentos	Espécies/Tempo							
	2h		6h		12h		24h	
	Cc	Af	Cc	Af	Cc	Af	Cc	Af
Cw 0,5%	4,67 aA	2,17abA	6,67aA	3,67abcA	8,67 aA	8,00aA	9,83 aA	8,83 aA
Cw 1%	5,50 aA	2,50abA	8,33 aA	4,67abcB	9,17 aA	7,00 aA	11,17aA	8,00 aA
Cw 2%	5,83 aA	3,00abA	8,50aA	5,50abcA	10,17 aA	7,67 aB	12,33 aA	11,83 aA
Bo 0,5%	3,10 aA	2,00abA	5,02 aA	3,17abcA	6,33 aA	6,87 aA	9,53 aA	8,13 aA
Bo 1%	3,97 aA	4,53abA	5,50 aA	2,99abcA	7,93 aA	4,33 aA	7,99 aA	8,02 aA
Bo 2%	4,67 aA	4,03abA	5,93 aA	4,17abcA	7,99 aA	6,33 aA	8,30 aA	9,01 aA
Ln 0,5%	4,00 aA	5,17abA	7,00 aA	9,50abA	11,17 aA	11,17 aA	11,17 aA	11,17 aA
Ln 1%	7,17 aA	6,00abA	8,50aA	7,6 abcA	11,00 aA	10,00 aA	12,50 aA	11,17 aA
Ln 2%	8,00 aA	4,33abA	9,17 aA	7,67 abcA	9,83 aA	10,67 aA	10,00 aA	11,83 aA
La 0,5%	4,00 aA	2,00 abA	9,33 aA	6,33 abcA	11,67 aA	6,33 aA	13,00 aA	7,67 aB
La 1%	4,00 aA	0,33 bB	5,67 aA	2,17 bcB	6,67 aA	5,33 aA	7,50 aA	7,33 aA
La 2%	1,33 aA	0,50 bA	7,33 aA	6,50 abcA	9,17 aA	9,17 aA	14,17 aA	14,33 aA
Ld 0,5%	3,00aA	2,67abA	5,00 aA	8,00 abcA	9,33 aA	10,83 aA	11,83aA	13,33 aA
Ld 1%	3,67 aA	2,33 abA	5,00 aA	8,00 abcA	9,33 aA	10,83 aA	9,33 aA	10,83 aA
Ld 2%	3,83 aA	4,33 abA	6,50 aA	3,50 abcA	7,33 aA	6,67 8 aA	8,00 aA	6,87 aA
Ro 0,5%	4,67aA	2,3abA	7,33 aA	6,00abcA	8,17 aA	10,33aA	8,50 aA	11,17 aA
Ro 1%	3,33aA	1,33 bA	7,33 aA	5,50 abcA	9,33 aA	6,83 aA	9,73 aA	7,50 aA

Continua...

Tabela 7- Continuação

Tratamentos	Espécies/Tempo							
	2h		6h		12h		24h	
	Cc	Af	Cc	Af	Cc	Af	Cc	Af
Ro 2%	4,67 aA	2,00 abA	11,83aA	7,00 abcB	13,00 aA	10,17 aA	14,17 aA	11,83 aA
Ob 0,5%	4,33 aA	2,33 abA	9,00aA	5,83 abcA	9,50 aA	8,50 aA	9,83 aA	8,83 aA
Ob 1%	2,00aA	1,83 abA	5,83aA	6,67 abcA	6,67 aA	8,67 aA	7,33 aA	10,00 aA
Ob 2%	6,33aA	4,83 abA	10,33aA	11,17 aA	10,67 aA	14,67 aA	13,00 aA	16,17 aA
OL 0,5%	6,67aA	4,17 abA	10,00 aA	5,17 abcB	10,00 aB	14,17a aA	13,67 aA	14,17 aA
OL 1%	9,33aA	1,83 abB	10,17 aA	1,83 cB	10,17 aA	7,50 aA	10,83aA	8,67 aA
OL 2%	3,00aB	8,00 aA	6,83 aA	8,00 abcA	8,50 aA	9,33 aA	13,00 aA	9,33 aB
Água	5,31 aA	4,02 abA	10,14 aA	8,52 abcA	13,19 aA	11,00 aA	14,88 aA	13,52 aA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas dentro do transecto e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em alguns casos, um único óleo essencial pode simultaneamente produzir vários efeitos (BARUD et al., 2014) e propriedades combinadas de tais compostos podem ser exploradas na concepção de ferramentas eficientes de gestão do manejo de pragas.

Dentre os estímulos químicos dos insetos, o olfato é considerado o principal sentido na localização de parceiros para a cópula e na localização de plantas hospedeiras. Tefritídeos adultos podem detectar compostos voláteis de frutos a vários metros de distância e esses estímulos são utilizados para orientação em direção à planta hospedeira (LIMA-MENDONÇA et al., 2014). É de fundamental importância novas informações que favoreçam a utilização de substâncias voláteis, presentes nos frutos hospedeiros, que são promissoras no controle desse grupo de pragas (LANDOLT et al., 1992). Pouco se conhece sobre voláteis de citros atrativos para *Anastrepha* spp. Os dados obtidos no presente estudo corroboram com estas informações e podem servir para o desenvolvimento de atrativos que sejam efetivos na atração de moscas-das-frutas para futuras aplicações em campo.

A testemunha (água + espalhante adesivo) obteve uma porcentagem maior de capturas entre as concentrações de OE testados, em pelo menos uma das espécies de moscas estudadas (figura 12). Demonstrando um provável efeito de repelência. Sanden et al. (2018) avaliaram a interação de plantas de alecrim (*R. officinalis*) e *Bemisia tabaci* Genn (Hemiptera: Aleyrodidae). Por meio de análise dos seus componentes, verificaram como compostos majoritários o α -pineno (21%), 1,8-cineol (18%), cânfora (10%), limoneno (4,2%) e linalol (2,5%). Verificaram que as plantas de alecrim repeliram a mosca-branca, assim os autores realizaram um bioensaio adicionais "in vitro" para testar quais componentes presentes no alecrim provocaram essa repelência. E curiosamente, em todos os casos, os componentes majoritários do alecrim provocam essa "não preferência", com um direcionamento dos insetos para o grupo testemunha (água).

Além disso, a literatura fornece evidências de que constituintes voláteis majoritários e minoritários dos óleos essenciais interagem para criar complexidade bioativa de insetos que poderiam explicar ainda mais a possível existência de repelências identificadas aqui (ZHANG et al., 2004; PAVELA, 2008; NERIO et al., 2010; DOLAN; PANELLA, 2011; SAINZ et al., 2012).

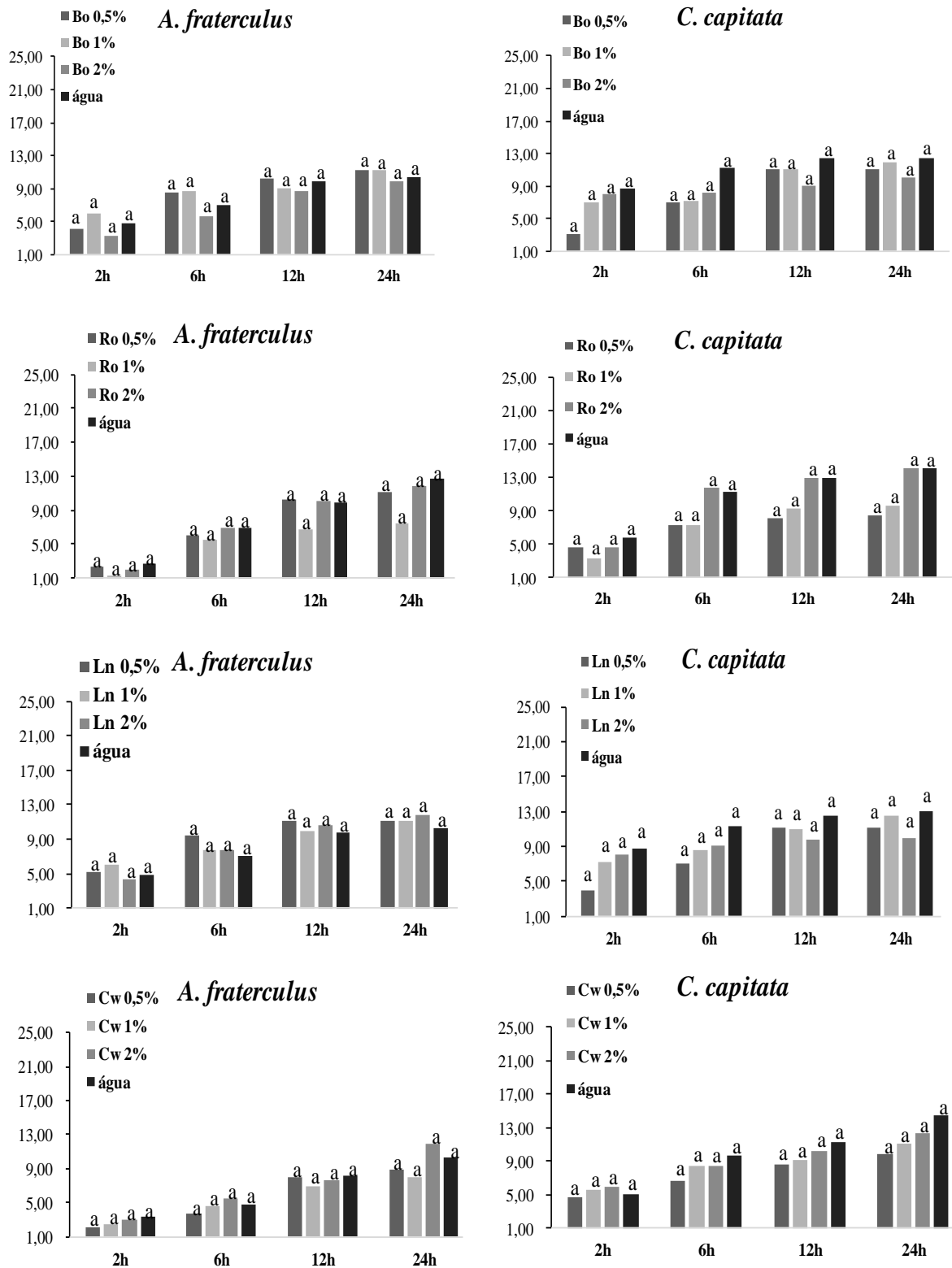


Figura 10- Número de capturas de *Anastrepha fraterculus* *Ceratitís capitata* por *Bixa orellana* (Bo 0,5%; Bo 1% e Bo 2%); *Rosmarinus officinalis* (Ro 0,5%; Ro 1% e Ro 2%); *Laurus nobilis* (Ln 0,5%; Ln 1% e Ln 2%); *Cymbopogon winterianus* (Cw 0,5%; Cw 1% e Cw 2%); *Ocimum basilicum* (Ob 0,5%; Ob 1% e Ob 2%); *Lavandula dentata* (Ld 0,5%; Ld 1% e Ld 2%); *Lavandula angustifolia* (La 0,5%; La 1% e La 2%) e Óleo essencial de Limão Tahiti (OL 1%; OL 2%; OL 5%) em intervalo de 24 horas.

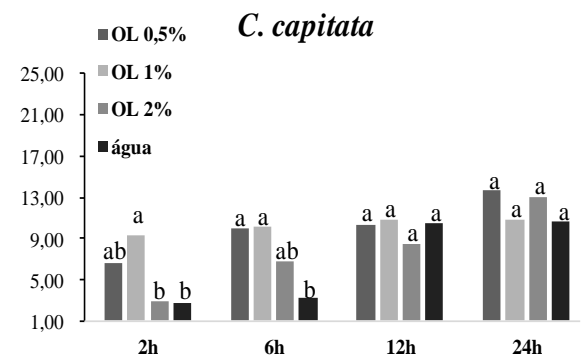
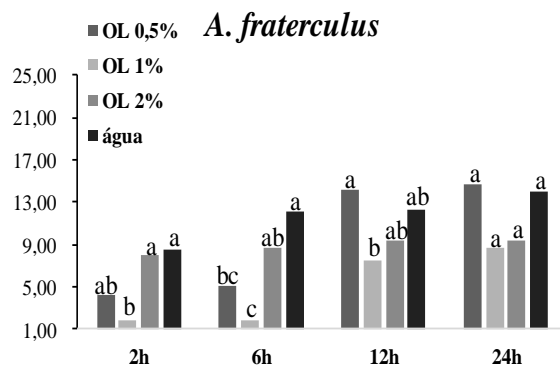
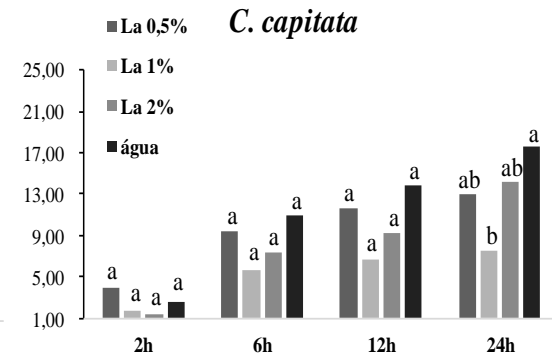
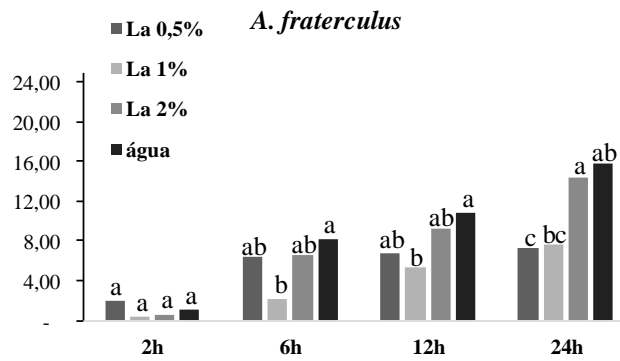
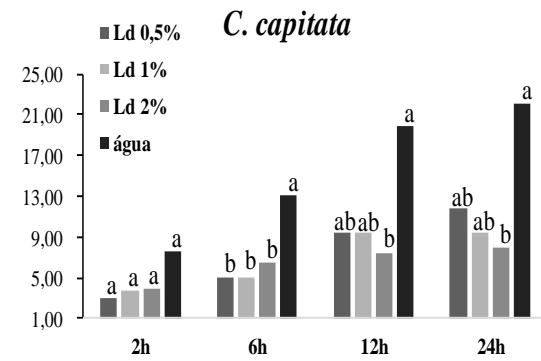
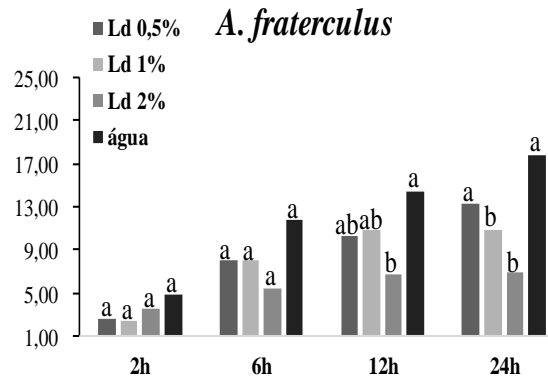
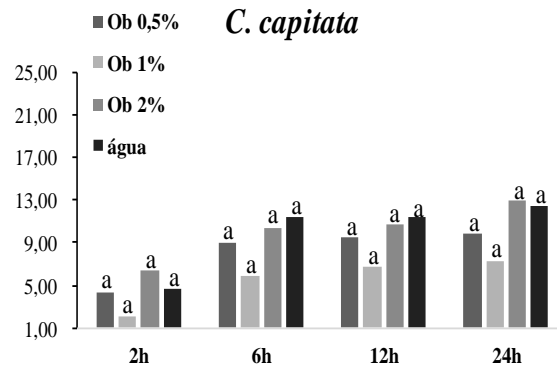
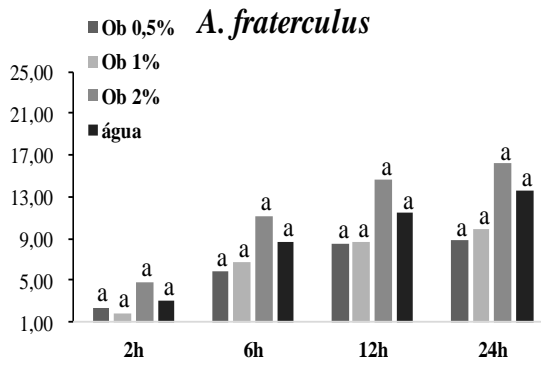


Figura 12- Continuação.

5.3 Efeito inseticida por contato em adultos de moscas-das-frutas

Verificou-se um efeito significativo ($F_{14,540} = 29.99$; $P < 0.001$) entre os tratamentos avaliados, com maiores valores de mortalidade para *C. winterianus* 20%, *B. orellana* 20%, *B. orellana* 10%, *L. nobilis* 10%, *L. angustifolia* 20% e *L. dentata* 20% (tabela 8). Entre as espécies, os maiores valores de mortalidade foram de *A. fraterculus* ($F_{1,540} = 22.89$; $P < 0.001$) (Tabela 8).

Considerando o critério proposto por Silva et al. (2003), que apontam como promissores apenas aqueles tratamentos com uma mortalidade superior a 40%, pode-se indicar que dos 14 tratamentos vegetais avaliados apenas *O. basilicum* (20%) para *C. capitata* e *C. winterianus* (10%) para *A. fraterculus* não atingiram o limite definido. É possível que *C. capitata*, como espécie polífaga, possa ter mecanismos de desintoxicação mais eficientes e diferenças significativas na classificação da toxicidade entre as espécies. Também poderiam ser atribuídas a diferentes taxas de penetração e excreção (STARK; SHERMAN, 1989).

Tabela 8- Resultados da análise de variância para medidas repetidas ANOVA para comparação do número de insetos mortos entre os 4 fatores (espécies, sexos, tratamentos e tempos de avaliação).

Comparações/Efeitos*	Estatística F; Valor P
Comparação entre Tratamentos	$F_{(14.540)} = 29,99$; $P < 0,001$
Comparação entre Espécies	$F_{(1.540)} = 22,89$; $P < 0,001$
Interação Tratamentos X Espécies	$F_{(14.540)} = 25,15$; $P < 0,001$
Interação Tratamentos X Sexos	$F_{(14.540)} = 3,29$; $P < 0,001$
Comparação entre os Tempos	$F_{(3.1620)} = 1060,65$; $P < 0,001$
Interação Tempos X Tratamentos	$F_{(42.1620)} = 13,20$; $P < 0,001$
Interação Tempos X Espécies	$F_{(3.1620)} = 7,82$; $P < 0,001$
Interação Tempos X Espécies X Sexos	$F_{(3.1620)} = 2,73$; $P = 0,046$

* Variáveis transformada em postos (*ranks*) para os testes devido à ausência de distribuição Normal. Diferenças significativas entre tratamentos (teste de Tukey, $P < 0.05$).

A diferença de mortalidade entre os sexos de *C. capitata* foi significativa ($F_{14,540} = 3.29$; $P < 0.001$), sendo os machos mais afetados por esses tratamentos (Tabela 8 e 9). Os fatores tratamentos, sexo e tempo foram estatisticamente significativos (Tukey $P < 0.05$).

Tabela 9- Mortalidade de adultos de *Ceratitis capitata* (Cc) e *Anastrepha fraterculus* (Af) expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld) e *Lavandula angustifolia* (La).

Tratamentos	Espécie/ Sexo			
	Cc F	Cc M	Af F	Af M
Cw10%	2,50 dA	2,40 eA	0,80 eA	1,00 fA
Cw20%	5,00 aA	3,30 deB	4,10 bcA	3,30 eA
Bo10%	4,80 abA	4,60 aA	3,90 cA	4,10 cdA
Bo20%	3,90 bcB	4,40 abA	3,80 cB	4,30 cA
Ln10%	4,10 abcA	4,30 bA	3,30 dA	3,10 eA
Ln20%	4,70 abA	3,50 cB	2,90 dA	2,90 efA
La 10%	3,30 cdB	4,40 abA	4,20 bcA	4,40 bcA
La 20%	4,50 abA	4,60 aA	4,40 bA	4,70 bA
Ld 10%	1,80 deB	3,40 cA	4,10 bcA	4,50 bcA
Ld 20%	3,60 bcA	3,90 bcA	4,70 aA	5,00 aA
Ro 10%	2,40 dB	3,80 bcA	3,80 cA	4,00 dA
Ro 20%	1,90 deB	3,50 cA	4,60 bA	4,00 dA
Ob10%	2,00 deB	2,80 dA	3,90 cA	4,10 cdA
Ob20%	1,00 eA	1,50 fA	4,20 bcA	4,00 dA
Água	0,00 fB	0,50 gA	0,90 efA	0,60 fgA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas no transecto e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em ensaios de laboratório, Siskos et al. (2008) observaram que machos de *C. capitata* foram mais suscetíveis que fêmeas da mesma espécie a extratos de *Citrus aurantium* L., e que houve uma tolerância superior das fêmeas em comparação com machos de *C. capitata* em todos os bioensaios, indicando uma maior capacidade de metabolizar os produtos químicos inseticidas. Os autores sugeriram que pode haver mais enzimas de desintoxicação presentes nas fêmeas do que nos machos da mosca-do-mediterrâneo. A LC₅₀ para os machos e fêmeas de *C. capitata* a 72 e 96 h depois do tratamento foi de 73,6 e 70,6 μ g/cm²; 149,0 e 147,1 μ g/cm² respectivamente. A análise probit revelou que os valores calculados de LC₅₀ para as fêmeas eram duas vezes maiores que os dos machos (SISKOS et al., 2009).

Machos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) eram mais suscetíveis que as fêmeas quando expostos a papéis de filtro tratados com extratos florais, foliares e radicais de *Tagetes minuta* L.

(WEAVER et al., 1994). No entanto, esses autores atribuíram a diferença observada ao menor tamanho dos machos, e não a uma diferença inerente ao modo de suscetibilidade.

No presente trabalho, os tratamentos que obtiveram mortalidade de machos estatisticamente superior àquela de fêmeas foram *B. orellana* 20%, *L. angustifolia* 10%, *L. dentata* 10%, *R. officinalis* 10% e 20% e *O. basilicum* 10%. O inverso ocorreu em *C. winterianus* 20% e *L. nobilis* 20%. Em *B. orellana* 20% também houve maior mortalidade de machos de *A. fraterculus*. Nos demais tratamentos não houve diferença de mortalidade entre os sexos (Tabela 9).

5.3.1 *Ceratitis capitata*

Todos os extratos e suas concentrações causaram algum nível de mortalidade de *C. capitata* até 24 horas após a aplicação. *Cymbopogon winterianus*, na concentração de 20%, causou mortalidade de 100% dos adultos após 24 horas da aplicação, sendo que após três horas após a aplicação já foi possível observar mortalidade de 92% de fêmeas e mais de 50% de machos (Tabela 10).

Ghabbari et al. (2018) em bioensaios de toxicidade, avaliaram os efeitos de extratos alcoólicos de quatro espécies botânicas. Os autores mostraram que a exposição de adultos de *C. capitata* a extrato com diferentes concentrações de *Ruta graveolens* L. resultaram em 100% de mortalidade em avaliação de 24h. Oviedo et al. (2017) juntaram os extratos alcóolicos das folhas de *Solanum granuloso-leprosum* Dun. e *Ricinus communis* L. na concentração de 10 e 7%, que aplicado sobre *C. capitata* causou mortalidade de 100%. Os mesmos autores, utilizaram óleos essenciais de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia* DC.) e pinheiro (*Pinus elliottii* Engelm.), para avaliar a viabilidade pupal de *C. capitata* e observaram inviabilidade de 100% das pupas.

O óleo essencial de *C. winterianus* apresenta-se como uma alternativa para o controle de vetores das parasitoses fasciolose e esquistosomose, no qual provocaram mortalidade superior a 50%, em doses de 60 ppm, para os moluscos *Lymnaea columella* (Say) e *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny) (COSTA et al., 2015).

O tratamento que causou mortalidade para machos e de *C. capitata* foram os *B. orellana* 10% e *L. angustifolia* 20%, com 92% de mortalidade. Ambos tratamentos apresentaram mortalidade de 60% após duas horas de avaliação (Tabela 10).

Tabela 10 - Mortalidade de adultos de *Ceratitis capitata* expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld) e *Lavandula angustifolia* (La) em diferentes intervalos de tempo.

Tratamentos	Tempos			
	30 min	60min	180 min	24h
Cw10%	4,20 abA	4,20 abcdA	4,30 bcA	4,90 efA
Cw20%	6,40 aB	6,40 aB	7,20 abAB	8,30 abcA
Bo10%	4,60 aB	4,70 abcB	8,20 aAB	9,40 aA
Bo20%	4,60 aC	4,90 abC	7,20 abB	8,30 abcA
Ln10%	1,90 bcC	3,80 bcdB	8,20 aA	8,40 abcA
Ln20%	1,20cC	2,10cdeB	7,60 aA	8,20 abcA
La 10%	0,20 cC	1,70 edC	3,20 cB	7,70 abcdA
La 20%	0,20 cD	2,90 bcdC	7,10 abB	9,10 abA
Ld 10%	0,20 cC	0,20 eB	0,30 dB	5,20 defA
Ld 20%	1,00 cC	1,80 deB	3,50 cB	7,50 abcdeA
Ro 10%	0,20 cB	0,20eB	0,20 dB	6,20 bcdeA
Ro 20%	0,20 cB	0,20 eB	0,20 dB	5,40 cdeA
Ob10%	0,20 cC	0,20 eC	2,00 cdB	4,80 efA
Ob20%	0,20 cC	0,20 eC	1,30 cdB	2,50 fA
Água	0,20cB	0,20 eAB	0,40 dAB	0,80 gA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Vários extratos naturais e óleos essenciais de diversas famílias de plantas foram tidos como causadores de efeitos negativos a pragas como os tefritídeos, e isso pode ser explorado estrategicamente para o manejo desses organismos. Os extratos naturais e os OE foram considerados tóxicos para adultos, pupas, larvas e ovos de várias espécies de moscas-da-frutas (CANALE et al., 2013; BENELLI et al., 2013; VERA et al., 2013; BUENTELLO-WONG et al., 2016) e entre essas espécies botânicas, algumas estão incluídas nesse trabalho.

Os tratamentos que obtiveram resultados semelhantes de mortalidade para fêmeas e machos, respectivamente, após 24 horas de exposição foram: *B. orellana* 10% (96% e 92%), *B. orellana* 20% (78% e 88%), *L. nobilis* 10% (82% e 86%) e *L. angustifolia* 20% (90% e 92%). *Cymbopogon winterianus* 20% provocou mortalidade de 80% de *C. capitata*, logo após 15 minutos da aplicação, que foi mantida até 24 horas da pulverização.

Dentre as Lamiaceae, os extratos que mais se destacaram foram as lavandas (Figura 13), *L. dentata* 20% e *L. angustifolia* 10% e 20%, com mortalidade máxima de 78%, 88% e 92% respectivamente. A mesma eficiência sobre a mortalidade de *C. capitata* não pode ser observada no tratamento com as outras Lamiaceae, *R. officinalis* (alecrim) 10% e 20% e *Ocimum basilicum* (manjeriço) 10% e 20%, que apresentaram os efeitos de mortalidade mais demorados, em média seis horas após a exposição aos tratamentos, com resultados de mortalidade de 76%, 70%, 56% e 30% respectivamente no final das avaliações. São resultados promissores quando comparados com o controle (16%).

As avaliações conduzidas as 21 e 24 horas apresentaram os maiores níveis de mortalidade de *C. capitata*, provavelmente devido ao maior tempo de exposição aos princípios ativos tóxicos. Adultos de *C. capitata* apresentaram níveis crescentes de mortalidade por extratos de *L. angustifolia* e *L. dentata* a partir dos 45 minutos após o tratamento. Os tratamentos *L. dentata* 20% e *L. angustifolia* 10% apresentaram níveis semelhantes de mortalidade durante toda a execução do experimento, com maiores valores entre 45 e 90 minutos. *Rosmarinus officinalis* a 20% e 10% alcançaram mortalidade significativas após 21h do tratamento (Figuras 13).

Extratos de *L. angustifolia* apresentam efeito inseticida por ingestão e contato para aproximadamente 90% dos adultos de *C. capitata*, sendo considerado o mais eficiente em comparação com outras espécies de *Lamiaceae*. (BENELLI et al., 2012). Zappata et al. (2006) verificaram que o extrato aquoso de *Cestrum parqui* L'Hérit (Solanaceae), uma planta venenosa nativa da América do Sul, reduziu a oviposição em aproximadamente 85% em relação a testemunha e causou mortalidade em torno de 70% em adultos de *C. capitata* após cinco dias de exposição.

Foi comprovada a ação inseticida do extrato da casca de limão *C. limonia*, quando incorporado 250 µg/g na dieta de larvas e adultos de *C. capitata*, afetando inclusive o período de oviposição (SALVATORE et al., 2004). A incorporação de compostos tóxicos presentes nos extratos naturais são alternativas viáveis ao manejo de moscas-das-frutas.

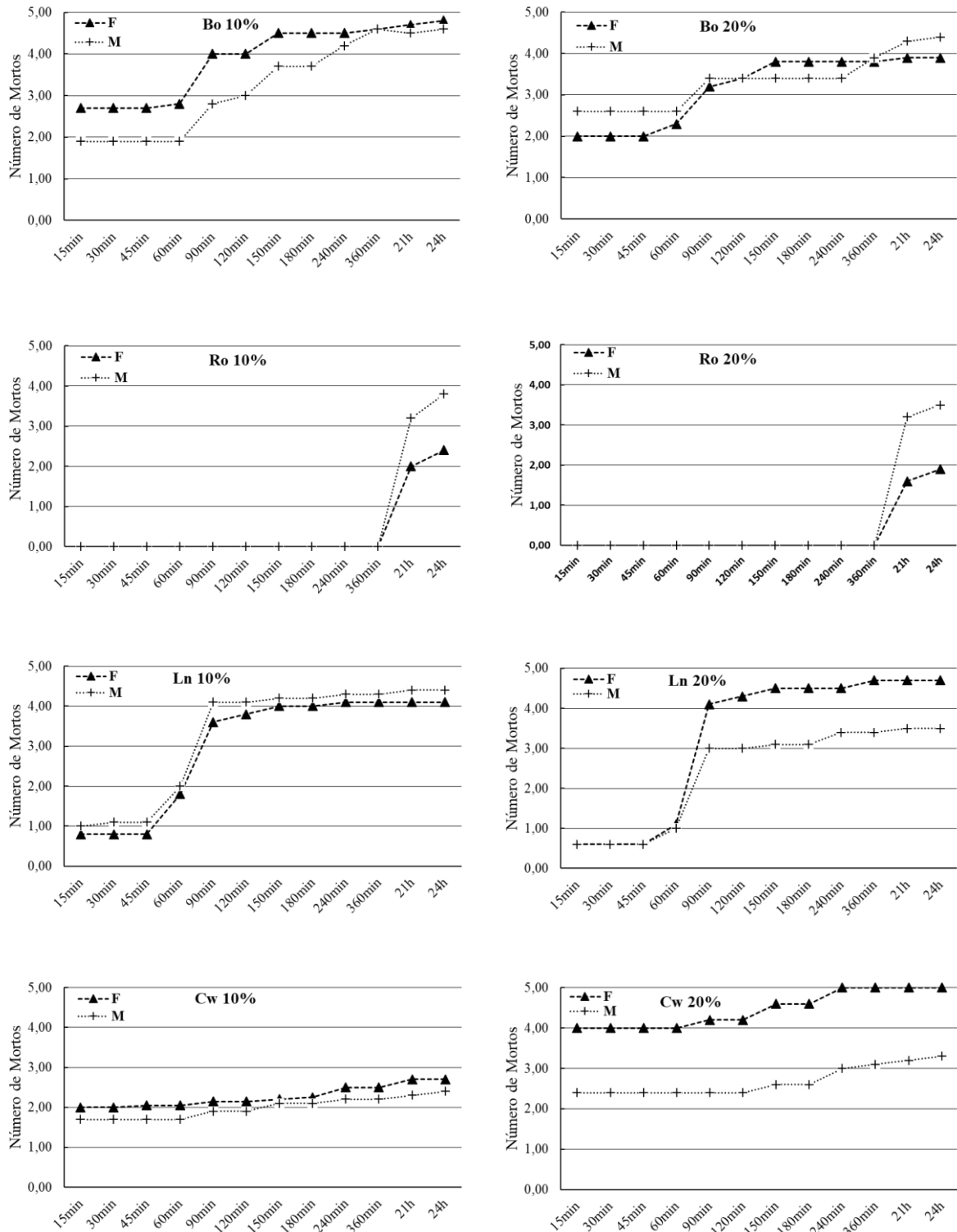


Figura 11- Número acumulado de *Ceratitis capitata* mortas após exposição aos tratamentos de *Bixa orellana* (Bo 10% e Bo 20%); *Rosmarinus officinalis* (Ro 10% e Ro 20%); *Laurus nobilis* (Ln 10% e Ln 20%); *Cymbopogon winterianus* (Cw 10% e Cw 20%); *Ocimum basilicum* (Ob 10% e Ob 20%); *Lavandula dentata* (Ld 10% e Ld 20%); *Lavandula angustifolia* (La 10% e La 20%) e Água em diferentes intervalos de tempo.

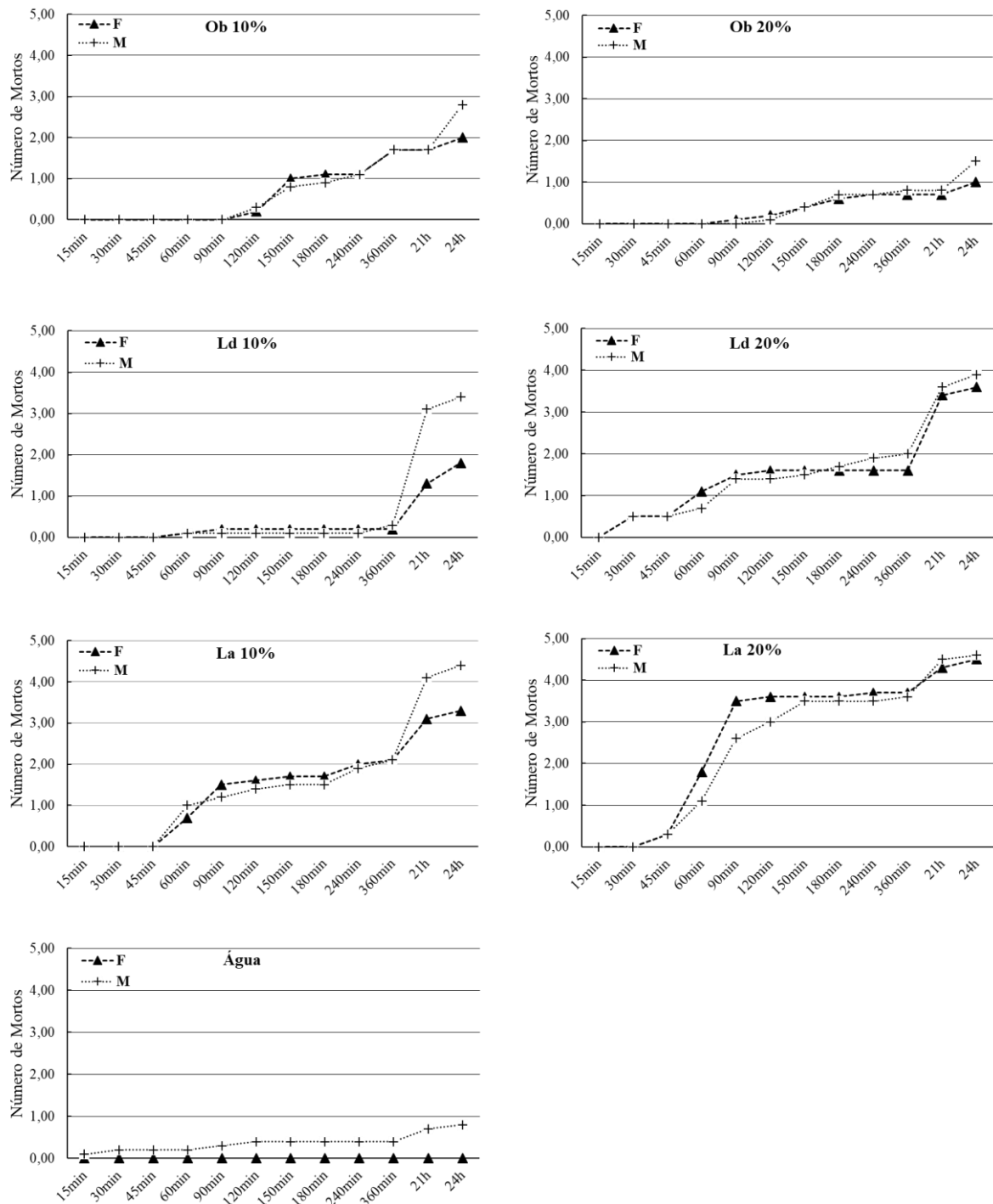


Figura 13- Continuação

Benelli et al. (2013) demonstraram que o óleo de *Melaleuca alternifolia* Cheel exerceu toxicidade de contato, ingestão e fumigação sobre *C. capitata*, com taxas de mortalidade superiores a 50% em baixas doses (0,25%). Também houve aumento na quantidade de adultos deformados quando larvas de *C. capitata* foram tratadas com o extrato de arruda (*Ruta*

graveolens L.) a 20% a fresco e a seco, causando mortalidade superior a 30% ainda na fase larval (ROHDE et al., 2013).

5.3.2 *Anastrepha fraterculus*

A atividade tóxica dos extratos aquosos de plantas aromáticas sobre adultos de *A. fraterculus* foram estatisticamente significativos ($F_{14,540} = 25.15$; $P < 0.001$) no período de 24h. Os níveis de mortalidade foram maiores sobre os insetos pulverizados com os extratos de *L. dentata* a 20% nas avaliações de 60, 180 min e 24 horas (Tabela 11). *Lavandula angustifolia* na concentração de 20% alcançou números de mortalidade expressivos nos diferentes tempos de avaliação.

Com exceção de *B. orellana* 20% e *L. dentata* 20%, os demais extratos aquosos apresentaram na avaliação de 24 horas, mortalidades acima das avaliações anteriores analisadas (Tabela 11). Nesse tempo de avaliação, os extratos aquosos de *B. orellana* 10% e 20%, *L. dentata* 10 e 20%, *L. angustifolia* 10% e 20% *R. officinalis* 10% e 20% e *O. basilicum* a 10% e 20% causaram mortalidades superiores aos demais tratamentos e semelhantes entre si (Tabela 11). *Cymbopogon winterianus* 10% teve efeito semelhante ao controle (água) sobre *A. fraterculus*.

Atividades inseticidas dos componentes de manjeriço *O. basilicum* foram estudadas por Chang et al. (2009). A eficácia de diferentes concentrações de *trans*-anethol, estragol e linalol foram avaliadas para três espécies de moscas-das-frutas: *B. cucurbitae*; *Bactrocera dorsalis* (Hendel) e *C. capitata*. A CL_{50} foi de 1-2,5% para as três espécies e para o tempo de exposição de 2 horas (CHANG et al., 2009).

O extrato aquoso das folhas de citronela *C. winterianus* a 10% provocou apenas 20% de mortalidade dos tefritídeos após 24 horas e houve um pequeno incremento da ação ao longo do tempo. No entanto, esse tratamento não diferiu estatisticamente da testemunha. Bomfim (2017) obteve resultado semelhante, com 25% de mortalidade de adultos de *A. fraterculus*, pulverizados com extratos etanólicos de folhas de *C. winterianus*.

Tabela 11- Mortalidade de adultos de *Anastrepha fraterculus* expostos a diferentes concentrações de extratos aquosos de *Bixa orellana* (Bo); *Rosmarinus officinalis* (Ro); *Laurus nobilis* (Ln); *Cymbopogon winterianus* (Cw); *Ocimum basilicum* (Ob); *Lavandula dentata* (Ld) e *Lavandula angustifolia* (La) em diferentes intervalos de tempo.

Tratamentos	Tempos			
	30 min	60min	180 min	24h
Cw10%	0,30dB	0,30 cdB	0,40 dB	1,80 eA
Cw20%	1,00 bcdD	2,50 abcC	4,80 abB	7,40 bcdA
Bo10%	1,70 abcdC	2,40 abcdC	4,60 bcB	8,00 abcdA
Bo20%	1,50 abcdC	4,30 aB	7,20 abA	8,10 abcA
Ln10%	0,40 dD	3,30 abC	5,00 bcB	6,40 cdA
Ln20%	0,50 cdC	0,90 bcdC	3,30 cB	5,80 dA
La 10%	1,80 abcdC	2,50 abC	4,70 bcB	8,60 abA
La 20%	1,40 abcdC	2,50 abC	6,00 abB	9,10 abA
Ld 10%	3,20 abC	3,90 aC	6,70 abB	8,60 abcA
Ld 20%	2,80 abB	3,50 aB	8,40 aA	9,70 aA
Ro 10%	3,60 aC	3,60 abC	5,20 bcB	7,80 abcdA
Ro 20%	1,40 abcdC	2,50 abcdC	5,00 bcB	8,60 abcA
Ob10%	2,60 abcC	2,90 abC	5,20 bcB	8,00 abcdA
Ob20%	1,90 abcdC	2,70 abcdC	5,90 abB	8,20 abcA
Água	0,00 dB	0,00 dB	0,00 dB	1,50 eA

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os tratamentos aplicados sobre adultos de *A. fraterculus* provocaram níveis de mortalidade que variaram de 16,0% a 100% (Figura 14). Dentre os extratos aquosos testados verificou-se que o extrato de *L. dentata* 20% se destacou dos demais ao final das avaliações, provocando uma mortalidade de 100% na avaliação de 24h.

Os demais extratos que atingiram valores semelhantes foram os de *L. angustifolia* 20% e *R. officinalis* 20%, causando 94% e 92% de mortalidade respectivamente. Valores elevados de mortalidade foram obtidos em outros estudos realizados por Marchota Junior et al. (2013) e Santos et al. (2012), que observaram mortalidade de 100% de adultos de *A. fraterculus*, oito horas após a pulverização dos inseticidas à base de azadiractina Neemseto e Rot-Nim[®], e por meio da aplicação dos produtos Fortnim (95,0%) e Azamax[®] (77,5%). Oviedo et al. (2017)

juntaram extratos alcóolicos das folhas de *granuloso-leprosum* e *R. communis* na concentração de 10 e 7%, causando uma mortalidade de 100% em *A. fraterculus*.

Lavandula angustifolia exibiu boa toxicidade de contato e fumigante contra adultos de *Sitophilus granarius* (L.), com mortalidade de 91,7 e 100% dos indivíduos 24 e 48h depois da aplicação, em uma concentração de 0,449 mg/adulto. Os autores consideraram esse extrato uma alternativa natural aos inseticidas sintéticos para o controle de pragas de produtos armazenados. Além disso, uma forte atividade repelente foi observada, capaz de interromper a orientação do gorgulho para um substrato atraente (GERMINARA et al., 2017).

As maiores mortalidades foram obtidas para *C. winterianus* 20%, (82%) e *L. nobilis* a 10% (66%), com o aumento do tempo de exposição aos extratos. Os tratamentos *O. basilicum* 10% e 20%, *B. orellana* 10% e 20% foram similares (Figura 14), com mortalidade mínima de 76% e máxima de 86%.

Verifica-se ainda que a mortalidade de *A. fraterculus* provocada pela aplicação dos extratos aquosos não foram incrementadas em função do aumento da concentração dos extratos, a exemplo *L. dentata* 10%, *L. angustifolia* 10% e *R. officinalis* 10% com valores de mortalidade 90%, 88% e 80%. Os resultados do presente experimento foram semelhantes aos obtidos com a pulverização do extrato aquoso do pedúnculo e do botão floral do craveiro-da-índia *Syzygium aromaticum* (L.) (10%) sobre espécies de *Anastrepha* spp., que causou mortalidade média de 66,6% (SANTOS, 2009).

Diversas plantas da família Lamiaceae apresentaram resultados promissores em função da sua bioatividade como inseticidas, acaricidas e fungicidas (PAVELA, 2008; ARSLAN; DERVIS, 2010; KOC et al., 2013; ERLAND et al., 2015), com efeitos larvicida para mosquitos (CONTI et al., 2010), adulticida de pragas de grãos armazenados (POPOVIC et al., 2006) e *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae) (CHANG et al., 2009; MIGUEL et al., 2010). Conti et al. (2012) comprovaram a atividade larvicida de *L. angustifolia* e *R. officinalis* contra *Aedes albopictus* Skuse (Diptera, Culicidae) e adulticida em *M. domestica* (PAVELA, 2008).

Silveira et al. (2012) avaliaram o potencial bactericida de *C. winterianus*, *Eucalyptus paniculata* Sm. (eucalipto) e *L. angustifolia*. Os três OE avaliados apresentaram atividade antimicrobiana, contra diferentes espécies de bactérias e em diferentes intensidades na faixa de 0,600 a 0,800 mg/mL.

Canale et al. (2013) em experimentos de laboratório relataram mortalidade de adultos de *B. oleaea* iscas tóxicas preparadas com três espécies pertencentes a família Lamiaceae, sendo que os resultados mais expressivos foram obtidos em *L. angustifolia* e *R. officinalis* (60% e

42,6%, respectivamente). Dorla et al. (2017) calcularam a CL_{50} e CLC_{90} de *Peperomia borbonensis* MIQ. para *B. cucurbitae* em 0,23 e 0,34 mg/cm² nessa ordem para cada concentração. Salles; Rech (1999) observaram que o extrato etanólico de cinamomo (*Melia azedarach* L.) causou um acréscimo no número de pupas e adultos deformados de *A. fraterculus*.

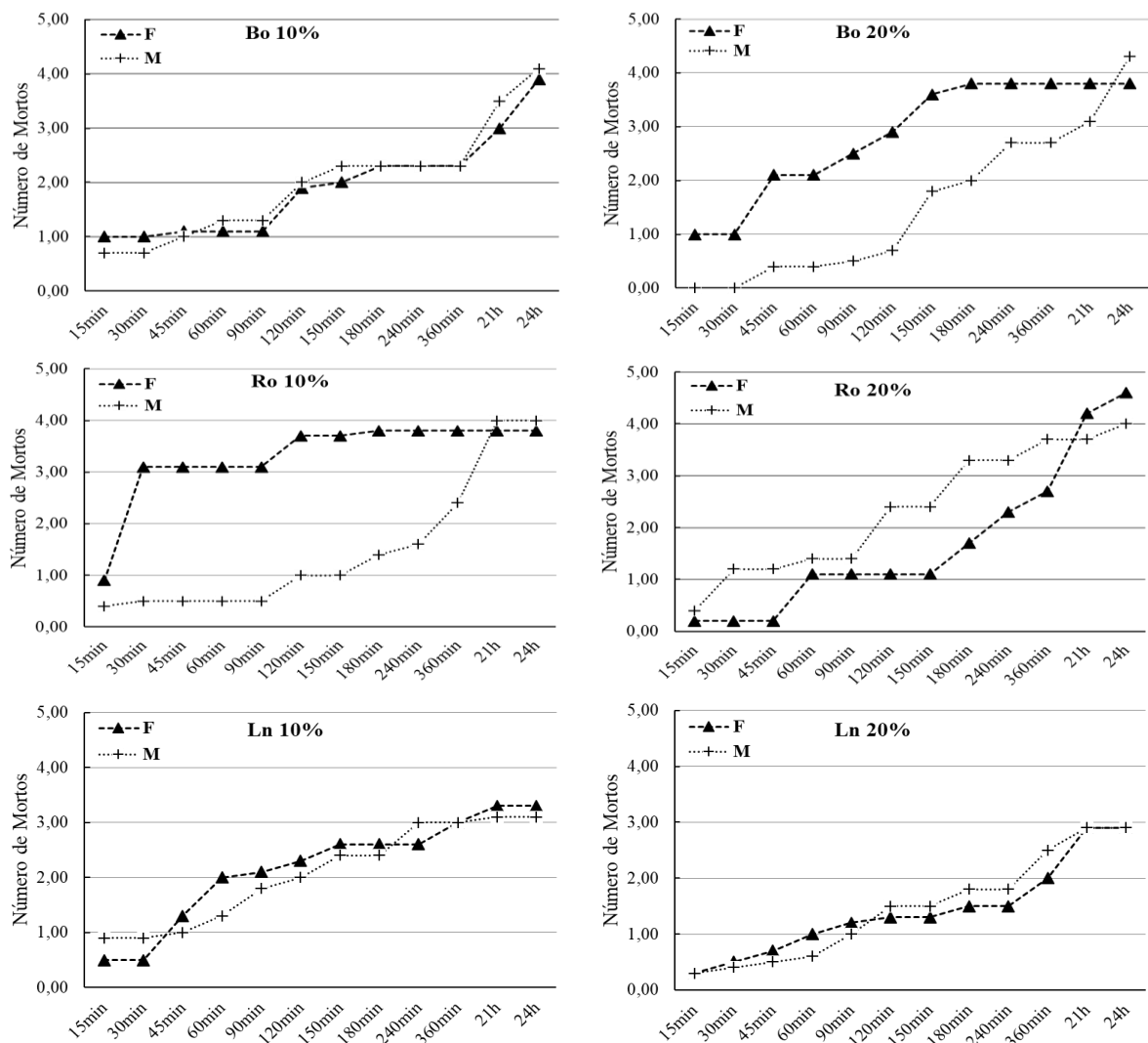


Figura 12- Número acumulado de *Anastrepha fraterculus* mortas após exposição aos tratamentos de *Bixa orellana* (Bo 10% e Bo 20%); *Rosmarinus officinalis* (Ro 10% e Ro 20%); *Laurus nobilis* (Ln 10% e Ln 20%); *Cymbopogon winterianus* (Cw 10% e Cw 20%); *Ocimum basilicum* (Ob 10% e Ob 0%); *Lavandula dentata* (Ld 10% e Ld 20%); *Lavandula angustifolia* (La 10% e La 20%) e Água em diferentes intervalos de tempo.

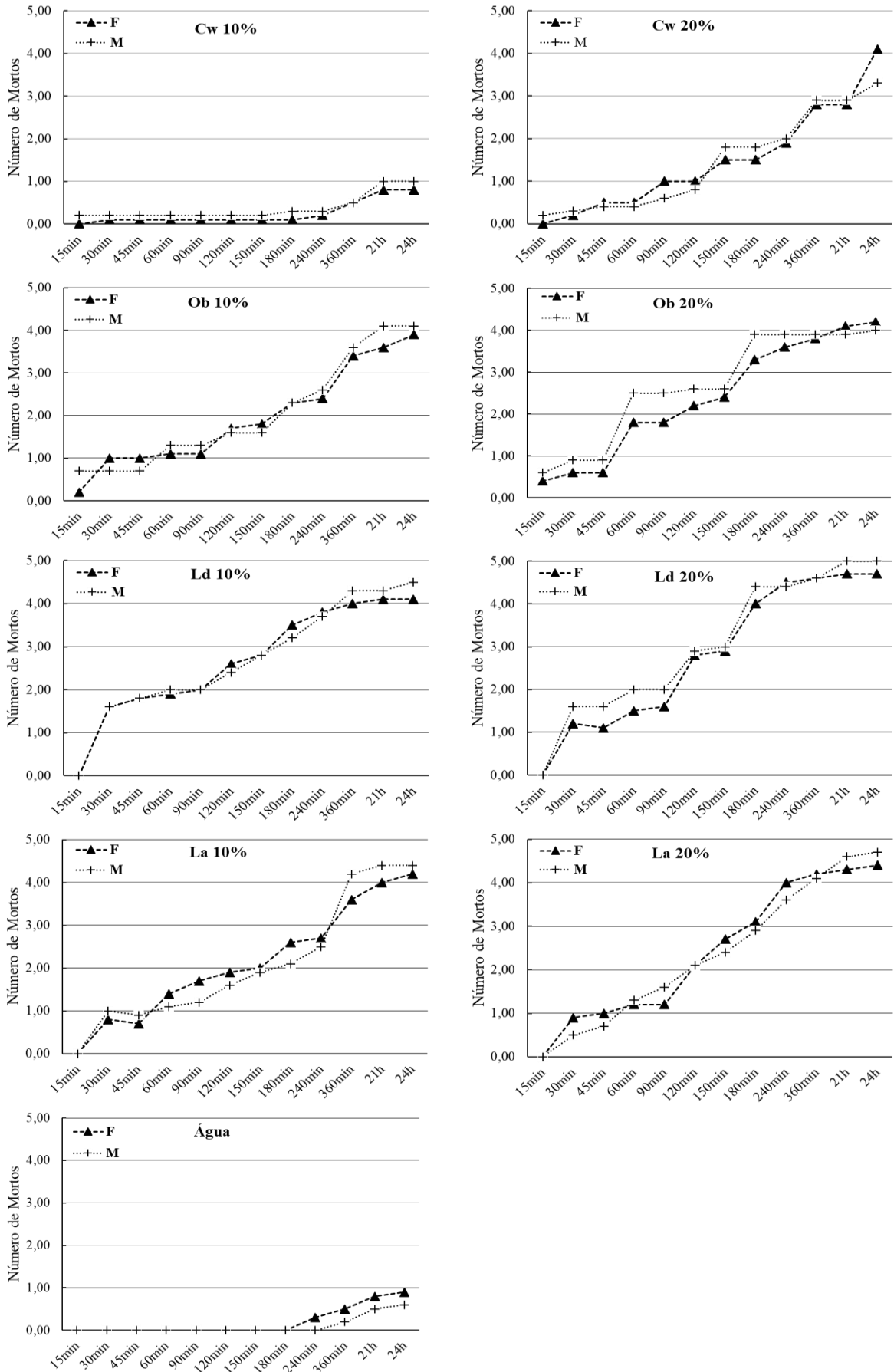


Figura 14- Continuação.

6 CONCLUSÕES

- 1,8-Cineol, Canfora, Linalol e Limoneno são compostos majoritários nos óleos essenciais testados.
- Os óleos essenciais de *Laurus nobilis* (1% e 2%), *Ocimum basilicum* 2%, *Rosmarinus officinalis* 2% e *Lavandula angustifolia* 2% demonstraram melhores efeitos na atratividade de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* e podem contribuir para o aprimoramento de sistemas de atratividade para monitoramento e controle de moscas-das-frutas no Brasil.
- Todos os extratos aquosos testados e respectivas concentrações afetam a sobrevivência de adultos de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus*;
- Os extratos aquosos de *Bixa orellana* a 10% e *Lavandula angustifolia* a 20% foram os mais eficientes para a mortalidade de fêmeas e machos de *Ceratitis capitata*. *Lavandula dentata* 20% mostrou um potencial inseticida tanto para fêmeas quanto para machos de *Anastrepha fraterculus*.

7 REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass spectroscopy. Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995.
- ADAIME, R. et al. New host of *Anastrepha parishi* Stone (Diptera: Tephritidae) reported in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 1, p. 227, 2013.
- ALMEIDA, J. C; SGROTT, T. L; SOUSA, M. A. O Prejuízo Causados pelos Agrotóxicos para a Efetivação da Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. v.6, n. 1, p. 99-112, 2015. Disponível em: www.univali.br/ricc. Acesso em: 18 de maio 2018.
- ALVARENGA, C. D. et al. Toxicity of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to larvae of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v.95, n.1, p.57-62, 2012.
- ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v.53, p.473-502, 2008.
- ALUJA, M. Bionomics and Management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v.39, n.1, p.155-178, 1994.
- ANDRADE, L. H. et al. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n.3, p.628-634, 2013.
- ARSLAN, M.; DERVIS, S. Antifungal activity of essential oils against three vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.26, n.10, p.1813–1821, 2010.
- BARUD, F.J et al. Attractant, sexual competitiveness enhancing and toxic activities of the essential oils from *Baccharis spartioides* and *Schinus polygamaon Ceratitis capitata* Wiedemann. **Industrial Crops and Products**, v.62, n.3, p.299– 304, 2014
- BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.17, p.493-518, 1972.
- BENELLI, G. et al. Biototoxicity of Melaleuca alternifolia (Myrtaceae) essential oil against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). **Industrial Crops and Products** v.50, p.596– 603, 2013.
- BENELLI, G. et al. Toxicity of some essential oil formulations against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wieman) (Diptera Tephritidae), *Crop Protection*, v.42, p.223-229, 2012.

BLANK, A. F. et al. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.4, p.557-564, 2007.

BLANK A. F. et al. Produção de mudas, altura e intervalo de corte em melissa. **Horticultura Brasileira**, v.3, n.1, p.780-784, 2005.

BEZERRA, A.M.E; MEDEIROS-FILHO, S.; OLIVEIRA, L.D.M.; SILVEIRA, E.R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p.26-29, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Brasília: Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 15 fev. 2019

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira / Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Anvisa, 2011. 126p.

BRAGA-SOBRINHO, R. et al. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 29 p. (Circular Técnica 09).

BRITO, C. H. **Controle térmico de mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*) (wied.) em frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.)**. 2007. 134 f. Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, 2007.

BONALDO, S. M. et al. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum Lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.128-134, 2004.

BOMFIM, J. P. A. **atividade de extratos etanólicos e produtos comerciais de origem vegetal sobre *anastrepha* (Diptera: tephritidae) e *dysmicoccus brevipes* (hemiptera: pseudococcidae)**. 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2009.

BUENTELLO-WONG, S. GALÁN-WONG, L. ARÉVALO-NIÑO K. ALMAGUER-CANTÚ, V.; ROJAS-VERDE, G. Toxicity of some essential oil formulations against the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). **Industrial Crops and Products**, EUA, v.85, n.1, p.58–62, 2016.

CANALE, A. et al. Ingestion toxicity of three Lamiaceae essential oils incorporated in protein baits against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera Tephritidae). **Natural Product Research**, v. 27, n. 22, p. 2091–2099, 2013.

CARVALHO, J.; AGUIAR, A. **Pragas dos Citrinos na Ilha da Madeira**. Secretaria Regional de Agricultura, Florestas e Pescas, Funchal, Madeira, Portugal. 1997. 411 p.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de mosca-das-frutas (Tephritidae). In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 165-179.

CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. Controle Biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Hollos, 2000. p.113-117.

CARVALHO-FILHO, J.L.S. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.2, p.24-30. 2006.

CASTRO, D.M. **Efeito da variação sazonal, colheita selecionada e temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br ex Britt. & Wilson (Verbenaceae)**. 2001. 132 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2001.

CHANG, L.C.; CHO, I.K.; LI, Q.X. Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera cucurbitae*. **Journal Economic Entomology**. v.102, n.1, 203-209,2009.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 337-343, 2004.

CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M. Captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) com atrativo alimentar associado com inseticida e corante. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.235-246, 2000.

CHRISTENSON, L. D.; FOOTE, R. H. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v.5, p. 171-192, 1960.

CONTI, B. et al. Repellent effect of *Salvia dorisi*ana, *S. longifolia* and *S. sclarea* (Lamiaceae) essential oils against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research**, v.111, n.1, p.291–299, 2012.

CONTI, B. et al. Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Parasitology Research** v.107, p.1455-1462, 2010.

CORRÊA, P.G. et al. Herbivoria e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. **Ciência Cultura**, v.60, n.3, p.54-57, 2008.

COLPO, J. F.; JAHNKE, S. M.; FÜLLER, T. Potencial inseticida de óleos de origem vegetal sobre *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 182-188, 2014.

COSIMI, S. et al. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against storedproduct pests: evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v.45, n.1, p.125–132, 2009.

COSTA, A.V. et al. Efeito moluscicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) sobre *Lymnaea columella* (Say, 1817) e *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835), **Revista Brasileira Plantas Medicas**, v.17, n.4, supl. I, p.707-712, 2015.

DANTAS, I.M. Toxicidade de isoflavonóides de sementes de *Pachyrrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng (Leguminosae) var. Preta, sobre adultos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.1, p. 69-75, 1993.

DEMANT, L.L.; BALDO, F.B.; SATO, M.E.; RAGA, A.; PARANHOS, B.A.J. Deltamethrin resistance in *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae): selections, monitoring and effect of synergist. **Crop Protection**, v. 121, p. 39-44, 2019.

DIAZ-SANTIZ, E. et al. Olfactory response of *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) to guava and sweet Orange volatiles. **Insect Science**, Tucson, v. 23, p. 720-727, 2016.

DIONGUE, A.; YEN, T.B.; LAI, P.Y. Bioassay studies on the effect of essential oils on the female Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). **Pest Management Horticultural Ecosystems**, v.16, n.2, p.91– 102, 2013.

DORLA, M. C. et al. Insecticidal Activity of the Leaf Essential Oil of *Peperomia borbonensis* MIQ. (Piperaceae) and Its Major Components against the Melon Fly *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). **Chem. Biodiversity**, Switzerland, v. 14, p. 2-9, 2017.

ENAN, E. Insecticidal activity of essential oils: Octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.130, p.325- 337, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/s1532-0456\(01\)00255-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1532-0456(01)00255-1).

ERLAND, L.A.E.; RHEAULT, M.R.; MAHMOUD, S.S. Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils and their constituents against the invasive pest *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae). **Crop Protection**, v.78, p.20–26, 2015.

DOLAN, M. C.; PANELLA, N. A. A review of arthropod repellents. pp. 1–19. In G. E. Paluch, J. R. Coats (eds.), **Recent developments in invertebrate repellents**. ACS Symposium Series, Washington DC. 2011.

FERRACINI, V.L. et al. Apresentação. In: WORKSHOP Sobre Produtos Naturais no Controle de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas, 1., Anais. 1990, Jaguariúna, SP: **EMBRAPA/CNPDA**. p.11-12, 1990.

- FOLLETT, P. A.; NEVEN, L. G. Current trends in quarantine entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 359-85, 2006.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.
- GARCÍA, M. et al. Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*. **Pest Management Science**, v.61, n.2, p.612–618, 2005.
- GERMINARA, G. Bioactivities of *Lavandula angustifolia* essential oil against the stored grain pest *Sitophilus granarius*. **Bulletin of Insectology**. v.70, n.2, p.129-138, 2017.
- GEROFOTIS, C.D.; IOANNOU, C.S.; NAKAS, C.T.; PAPADOPOULOS, N.T. The odor of a plant metabolite affects life history traits in dietary restricted adult olive flies. **Scientific Reports**. v.6, n.1, p.1-8, 2016.
- GEHARDT, A.; PUTZKE, M.T.L.; LOVATTO, P.B. Atividade inseticida de extratos botânicos de três espécies silvestres do Rio Grande do Sul, Brasil, sobre *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) e *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Caderno de Pesquisa - série Biologia**, v.24, n.2, p.55-64, 2012.
- GHABBARI, M.; et al. Behavior-modifying and insecticidal effects of plant extracts on adults of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). **Journal of Pest Science**, v. 91, n.1, p.907–917, 2018.
- GONÇALVES, G.B. et al. Comparison of the volatile components released by calling males of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) with those extractable from the salivary glands. **Florida Entomologist**, v.89, n.1, p.375–379, 2006.
- GOVIL, J.N.; SANJIB, B. Neem Oil: biological activities and usage. “Recent Progress in Medicinal Plants” (RPMP)” Fixed Oils and Fats of Pharmaceutical Importance. **Studium Press**, v.33, n.1, p. 1-10, 2012.
- GUEDES, R. N. C.; CUTLER, G.C. Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest Management Scientific**. v.70, n.5, p.690–700, 2014.
- GUIMARÃES, L.G.L. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF). **Química Nova**, v.31, n.1, p.1476-1480, 2008.
- GUSMÃO, N. M. S. et al. Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). **Journal of Stored Products Research**, v.54, n.3, p.41-47, 2013.
- HERNANDEZ-SANCHEZ, G. et al. Attractiveness for *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Dipt., Tephritidae) of mango (*Mangifera indica*, cv. Tommy Atkins) airborne terpenes. **Journal Applied Entomology**, v. 125, n. 4, p. 189-192, 2001.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V; GUILLÉN-AGUILAR, J; LÓPEZ, L. Taxonomía e Identificación de Moscas de La Fruta de Importancia Económica em América. In: MONTOYA, P. TOLEDO, J. HERNÁNDEZ, E. **Moscas de La Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo**. S y G editores, México, D. F. 2010. p. 49-80.

HIDAYAT, Y.; HEATHER, N.; HASSAN, E. Repellency and oviposition deterrence effects of plant essential and vegetable oils against female Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). *Austral Entomology*, v.52, 379– 386, 2013.

HOSSAIN, S.; KHALEQUZZAMAN, M. Repellent and oviposition deterrent activity of leaf extracts of *Azadirachta indica* A. Juss., *Persicaria hydropiper* (L.) Spach. and *Vitex negundo* Linn. against the melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.6, n.2, p.2291-2292, 2018.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Development of Improved Attractants and Their Integration into Fruit Fly SIT Management Programmes. In: PROCEEDINGS OF A FINAL RESEARCH COORDINATION MEETING ORGANIZED BY THE JOINT FAO/IAEA PROGRAMME OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE AND HELD IN VIENNA, 2007.

IHERING, I. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**. V. 70. P. 179-191. 1901.

ILYAS, A.; KHAN, H.A.A.; QADIR, A. Effect of Essential Oils of some Indigenous Plants on Settling and Oviposition Responses of Peach Fruit Fly, *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae). **Pakistan Journal Zoology**, v. 49, n.5, p.1547-1553, 2017.

ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v.51, n.1, p.45–66, 2006.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, n.1, p. 603 – 608, 2000.

IOANNOU, C.S. et al. Essential oils of citrus fruit stimulate oviposition in the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Physiol Entomol**, v.37, n.4, p.330–339 2012.

JANG, E.B; NISHIJIMA, K.A. Identification and attractancy of bacteria associated with *Dacus dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*, v. 19, n.6, p. 1726-1731, 1990.

KARUNAMOORTHY, K. A Major Source of Green Pesticides/Risk- Reduced Pesticides. *Medicinal and Aromatic Plants*, v.1, n.8, p. 182-188, 2012.

KHAN, S.; AHMAD, R.; SHAH, M.M.; HAQ, I. The insecticidal potential of botanical extracts for management of Peach fruit fly, *Bactrocera zonata* Saunders, 1842 (Diptera: Tephritidae). **Türkiye entomology dergisi**, v.40, n.4, p.445-453, 2016.

KOC, S., et al. Acaricidal activity of *Origanum bilgeri* P.H. Davis (Lamiaceae) essential oil and its major component, carvacrol against adults *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v.193, p.316–319, 2013.

KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G.S. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. **Biopestic International**, v.4, p.63-84, 2008.

LANDOLT, P. J., HEATH, R. R. & CHAMBERS, D. L. 1992. Oriented flight responses of female Mediterranean fruit flies to calling males, odor of calling males, and a synthetic pheromone blend, **Entomology Experimental Applied**, 65: 259-266.

LABINAS, A. M.; CROCOMO, W. B. Effect of Java grass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p.1401-1405, 2002

LIEDO, P.; OROPEZA, A.; CARREY, J.R. Demografía y sus Implicaciones en los Programas de Control. In.: Montoya, P.; Toledo, J.; Hernández, E. (eds.), **Moscas de la fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo**. S y G editores, México, D.F. 2010. p. 81-90.

LIMA-MENDONÇA et al. Semioquímicos de moscas das frutas do gênero *Anastrepha*. **Química Nova**, v. 37, n.2, p.293-301, 2014.

LIQUIDO, N. J.; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. **Miscellaneous Publication Entomological Society of America**, v.77. p. 1-52, 1991.

LORENZI, H. MATOS, F. J.A. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. **Instituto Plantarum**, Nova Odessa, v.1, 2002.

MACIEL, M. A. M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v.25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MAIA, M. F.; MOORE, A. Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. **Malaria Journal**, vol. 10, n. 2, p. 1-15, 2011.

MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In. MALAVASI, A., ZUCCHI R.A (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 10, p.93-98.

MALAVASI, A. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In: CURSO INTERNACIONAL DE CAPACITAÇÃO EM MOSCAS-DAS-FRUTAS, 5., 2009, Vale do São Francisco, Brasil. **Biologia, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**. Juazeiro: Biofábrica Moscamed Brasil, 2009, p. 1-5.

MALHEIRO, R. et al. Electrophysiological response of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) adults to olive leaves essential oils from different cultivars and olive tree volatiles. **Industrial Crops and Products**, v.77, n.4, p.81– 88, 2015

MANN, R.S, et al. Induced release of a plant-defense volatile 'deceptively' attracts insected vectors to plants infected with a bacterial pathogen. *PlosPathogens*, San Francisco, v.8, n.3, p.1-13, 2012.

MANTHEY, J.A. Differences in secondary metabolites in leaves from trees affected with the greening (HLD) disease. In: Orlando. Proceedings. USDA, ARS, 2008. P. 182.

MARCHOTA JUNIOR, R. et al. Efeito de inseticidas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em uva de mesa 'Itália' sob cultivo protegido. **Investigação Agrária**, v.15, n.2, p.113-120, 2013.

MARTINS, D.S. et al. Avaliação de atrativos alimentares na captura de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). In: **Simpósio de Controle Biológico**, 8., São Pedro, SP. Resumos. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ/USP, 2003, pp.166.

MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Hortisul**, v.1, n.3, p.27-32, 1990.

MENEZES-AGUIAR, E.L. Inseticidas Botânicos: Seus Princípios Ativos, Modo De Ação e Uso Agrícola. (Documentos, 205). Seropedica: **Embrapa Agrobiologia**, vol. 10, n. 2, p. 58, 2005.

MIGUEL, M.G. et al. Toxic effects of three essential oils on *Ceratitis capitata*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v.13, p.191-199, 2010.

MIGUEL, M. S. Desenvolvimento de fitoterápicos. São Paulo: Robe, p. 98 1999.

MONTES, S.M.N.M. Moscas-das-frutas: Importante praga da fruticultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v.3, n.2, 2006.

MORAIS, L. A. S. et al. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.4050-4063, 2009.

MOREIRA, M. D. et al. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: VENZON, M. et al. (coord.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM: UFV, p. 89-120. 2006.

MORETTI, M. D. L. et al. Antifeedant effects of some essential oils on *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae). **Journal of Essential Oil Research**, v.10, p.405-412, 1998.

MORGANTE, J. S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae): Características Biológicas, Detecção e Controle**. Boletim técnico de recomendações para os perímetros irrigados do Vale do São Francisco. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1991, n.2, 19p.

MORGANTE, J. S., D. et al. Evolutionary patterns in specialist and generalista species of *Anastrepha*. In: M. Aluja and P. Liedo [eds.], *Fruit flies: biology and management*. Springer, New York.1993 p. 133-147.

NASCIMENTO, I.B.; et al. Influência do horário de corte na produção de óleo essencial de capim santo (*Andropogum* sp.). **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.123-127, 2006.

NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A.; MORGANTE, J.S.; MALAVASI, A. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Dip., Tephritidae) no recôncavo baiano. II. Flutuação populacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.7, p.969-980, 1988.

NAVA, D. E. BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculuse Ceratitis capitata* em pessegueiro. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 29, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 315).

NERIO, L. S. J.; OLIVERO-VERBEL, J; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresource Technology**, v.101, n.1, p.372–378, 2010.

NEDOROSTOVA, L.; KLOUCEK, P.; KOKOSKA, L.; STOLCOVA, M.; PULKRABEK, J.; Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. **Food Control** v.20, n.2, p.157–160,2009.

NEWMAN, D.J.; CRAGG, G.M. Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010. **Journal of Natural Products**, v.75, n.3, p.311-335, 2012.

NORRBOM, A. L.; ZUCCHI, R. A.; HERNADEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. In: ALUJA, M; NORRBOM, A.L. (Ed.) **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Washington: CRC Press, 2000. cap.12, p. 299-342.

NORRBOM, A. L.; McALPINE, J. F. A revision of the neotropical species of *Dasiops* Rondani (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (Passifloraceae). **Memoirs of the Entomological Society of Washington**, v. 18, p. 189-211, 1996.

NORONHA JR., N. C. Efeito dos **coespecíficos e voláteis das plantas *Murraya paniculata* (L) Jack, *Psidium guajava* L. e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck sobre o comportamento de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae)**. 2010. 72p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

NÚÑEZ-BUENO, L. La mosca del mediterráneo. Separata de Revista ICA, v.21, n.1, p.1-8, 1987.

OVIEDO, A.; et al. Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Australian Entomology**, v.7, n.1, p.1-9, 2017.

PAPACHRISTOS, D.P.; KIMBARIS, A.C.; PAPADOPOULOS, N.T.; POLISSIOU, M.G. Toxicity of citrus essential oils against *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) larvae. **Annals Applied Biology**, v.155, n.3, p.381–389, 2009.

PAPACHRISTOS, D.P.; PAPADOPOULOS, N.T. Are citrus species favorable hosts for the Mediterranean fruit fly? A demographic perspective. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht. v.132, p. 1–12, 2009.

PAPANASTASIOU, S. A. et al. Toxic and hormetic-like effects of three components of citrus essential oils on adult Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*). **Plos One**, v.16, p.1-12, 2017.

PAULIQUEVIS, C. F.; CONTE, C. O.; FAVERO, S. Atividade insetistática do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. Sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1, p.39-45, 2013.

PAVELA, R. STEPANYCHEVA, E. SHCHENIKOVA, A. et al. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. **Industrial Crops and Products**, v.94, n.1, p.755-761, 2016.

PAVELA, R., Insecticidal properties of several essential oils on the house fly (*Musca domestica* L.). **Phytotherapy Research**, v. 22, n.2, 274-278, 2008.

PAVELA, R. Acute and synergistic effects of some monoterpenoid essential oil compounds on the house fly (*Musca domestica* L.). **Jornal de Plantas de Rolamento de Óleo Essencial**, v.11, n.5, p.451-459, 2008.

PATT, J.M.; SETAMOU, M. Responses of the Asian citrus psyllid to volatiles emitted by the flushing shoots of its rutaceous host plants. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, n. 2, p. 618- 624, 2010.

POPOVIC, Z. et al. Bioactivities of essential oils from basil and sage to *Sitophilus oryzae* L. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v.20, n.1, p.36-40. 2006.

PROKOPY, R.J.; POWERS, P. J. Influence of neem seed extract on oviposition and mortality of *Conotrachelus nenuphar* (Col., Curculionidae) and *Rhagoletis pomonella* (Dip., Tephritidae) adults. **Journal Applied Entomology**, v.119, n.1, p.63-65, 1995.

PUZZI, D.; RIGITANO, O.; ORLANDO, A. Combate às "moscas das frutas" em caqui com pulverização de Lebaycid. **O Biológico**, v. 29, p. 189-190, 1963.

RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v. 26, n. 2, p. 307-322, 2005.

RAGA, A. **Uso da radiação gama na desinfestação de mangas destinadas à exportação em relação à *Ceratitis capitata* (Wied., 1824), *Anastrepha fraterculus* (Wied, 1830) e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae)**. 1990. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1990.

RAGA, A. et al. Eficácia de atrativos alimentares na captura de mosca-das-frutas em pomar de citrus. **Bragantia**, v.65, n.2, p. 337-345, 2006.

RAGA, A. et al. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) infestation in citrus in the state of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.33, n.1, p.85-89, 2004.

RAGA et al. Host Ranges and Infestation Indices of Fruit Flies (Tephritidae) and Lance Flies (Lonchaeidae) in São Paulo State, Brazil, **Florida Entomologist**, v.94, n.4, 787-794, 2011.

RAGA, A.; SATO, M. E. Controle químico de moscas-das-frutas. Documento Técnico 20. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios- **Instituto Biológico**. p. 1-14. 2016. Acessado em: 16/07/2018. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/docs/dt/moscas_das_frutas.pdf

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J.T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Review of Entomology**, v.57, n.1, p.405–424, 2012.

REGNAULT-ROGER, C. The potential of botanical essential oils for insect pest control. **Integrated Pest Management Reviews**, v.2, n.1, p.25-34, 1997.

RODRIGUES, V. G. et al. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus molle* L. sobre *Tenebrio molitor* L., 1785 (Coleoptera: Tenebrionidae). **Magistra**, v. 23, n.4, p. 161-167, 2011.

ROHDE, C. et al. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wieman) (Diptera: Tephritidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.80, n.4, p. 407-415, 2013.

SADEH, DGANIT. et al. Rosemary–whitefly interaction: a continuum of Repellency and volatile combinations. **Journal of Economic Entomology**, v.112, n.2, p.616-624, 2018.

SAINZ, P. et al. Essential oils for the control of reduviid insects. **Phytochemistry Reviews**, v.11, n.4, p.361–369, 2012.

SALLES, L.A.B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus*. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 81-86.

SALLES, L.A.; RECH, N.L. Efeito de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 3, p. 225-227, 1999.

SALVATORE, A.; BORKOSKY, S.; WILLINK, E.; BARDÓN, A. Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. **Journal of Chemical Ecology**, v.30, n.2, p 323–333, 2004.

SANGHA, J. S.; ASTATKIE, T.; CUTLER, G. C. Ovicidal, larvicidal, and behavioral effects of some plant essential oils on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Canadian Entomologist**, v.149, n.5, p.639-648, 2017.

SANTOS, J. M. **Levantamento populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus parasitoides e hospedeiros em cultivo orgânico convencional em Maceió, AL**. 2012. 77 f. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, 2012.

SANTOS, O. O. et al. Atividade inseticida de produtos de origem vegetal sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e broca-rajada (Coleoptera: Curculionidae). **Magistra**, v. 24, número especial, p. 26-31, 2012.

SANTOS, O. O. **Efeitos de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e avaliação de espécies botânicas em *Anastrepha* spp.** 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2009.

SAXENA, R. C. Insecticides from neem. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R. MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, p. 110 – 135. 1989.

SCOZ, P. L.; BOTTON, M.; GARCIA, M. S. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1689-1694, 2004.

SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 87-91.

SHELLY, T.E.; DANG, C.; KENNELLY, S. Exposure to orange (*Citrus sinensis* L.) trees, fruit, and oil enhances mating success of male Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata* Wiedemann). **Journal Insect Behavior**, n.17, v.2, p.303– 315, 2004.

SHIN-FOON, C.; YU-TONG, Q. Experiments on the application of botanical insecticides for the control of diamondback moth in South China. **Journal Applied Entomology**, Hamburg, v. 116, p. 479-486, 1993.

SHIVANANDAPPA, T. RAJASHEKAR, Y. Mode of Action of Plant-Derived Natural Insecticides. In: D. Singh (ed.), **Advances in Plant Biopesticides**, DOI 10.1007/978-81-322-2006-0_16, India, p.323-345, 2014.

SILVA, S.B.; RAGA, A. Uso de extratos naturais no controle de insetos, com ênfase em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Biológico**, São Paulo, v.81, n. 1, p.1-30, 2019.

SILVA, G.; LAGUNES, A.; RODRÍGUEZ, J.C. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.30, p.153-160, 2003.

SILVA, F. et al. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.323-328, 2005.

SILVEIRA, S. M. et al. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* (citronela), *Eucalyptus paniculata* (eucalipto) e *Lavandula angustifolia* (lavanda). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.3, p.471-480, 2012.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ª. ed. v.1, Porto Alegre: Editora da UFSC/ Editora da UFRGS, 2003, p.903-918.

SISKOS, E. P.; KONSTANTOPOULOU, M. A.; MAZOMENOS, B. E. Insecticidal activity of Citrus aurantium peel extract against *Bactrocera oleae* and *Ceratitidis capitata* adults (Diptera: Tephritidae). **Journal Applied Entomology**, v.133, n.1, p.108–116, 2008.

SOUSA, E.M.; RAGA, A. Relação hospedeira e status hospedeiro em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), **Biológico**, São Paulo, v.80, n.1, p.1-11, 2018.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas no Estado de São Paulo: ocorrência e danos. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p. 45-69, 2003.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas: a importância relativa das espécies em citros no Estado de São Paulo. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v.2, n. 10, p. 12, 1999.

STARK, J. D.; SHERMAN, M. Toxicidade, penetração e metabolismo do acetato em três espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Journal Economic Entomology**, v.82, n.1, p.1609 – 1615, 1989.

STRIKIS, P. C. **Relação tritrófica envolvendo lonqueídeos, tefritídeos (Diptera: Tephritoidea) seus hospedeiros e seus parasitoides eucoilíneos (Hymenoptera: Figitidae) e braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) em Monte Alegre do Sul/SP e Campinas/SP.** 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. 138p.

STECK, G. J. et al. Distribution of mitochondrial DNA haplotypes among *Ceratitidis capitata* populations worldwide. In: MCPHERON, B. A.; STECK, G. J. (Ed.). **Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management.** Delray Beach, FL: St. Lucie Press, 1996. p. 291-296.

SUGAYAMA, R. L; MALAVASI, A. Ecologia comportamental. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 12, p. 103-108.

SUGAYAMA, R. L. et al. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a Demographic Analysis. **Environmental Entomology**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 642–648, 1998.

TAWATSIN, A. et al. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. **Journal of Vector Ecology**, v.26, n.1, p.76-82, 2001.

THAKUR, M.; GUPTA, D. Plant extracts as oviposition deterrents against fruit flies, *Bactrocera* spp. infesting vegetable crops. **Pesticide Research Journal**, v. 25, n.1, p.24-28, 2013.

TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S.; BHUIAN, M.; BHATTACHARYA, P. R. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v.1, n.1, p.52-63, 2009.

TOMOVA, B.S, WATERHOUSE, J. S. DOBERSKI, J. The effect of fractionated Tagetes oil volatiles on Aphid reproduction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.115, n.1, p.153-9, 2005.

URAMOTO, K. **Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de papaya e em áreas remanescentes da Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo**. 2007. 105p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2007.

URAMOTO, K.; WALDER, J.M.M.; ZUCCHI, R.A. Flutuação populacional de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) no *Campus* “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n.4, p. 459-465, 2003.

VIEGAS-JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa no controle de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

WEAVER, D. K.; et al. Insecticidal activity of floral, foliar and root extracts of *Tagetes minuta* (Asterales: Asteraceae) against adult Mexican bean weevils (Coleoptera: Bruchidae). **Journal Economic Entomology**, v.87, n.1, p.1718– 1725, 1994.

WENNINGER, E.J. Relationships between adult abdominal color and reproductive potential in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v.102, n.3, p. 476-483, 2009.

WHITE, I. M; ELSON-HARRIS, M.M. **Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics**. CAB INTERNATIONAL. Austrália, 1992. 601p.

YASMIN, N. et al. Effects of a neem sample on protein patterns of *Bactrocera cucurbitae*. **Turkish Journal of Zoology**, v.32, p.415-419, 2008.

YUVAL, B.; HENDRICHS, J. Behavior of flies in the genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratidini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p.429-457.

ZAPPATA, N.; BUDIA, F.; VINUELA, E.; MEDINA, P. Insecticidal effects of various concentrations of selected extractions of *Cestrum parqui* on adult and immature *Ceratitis capitata*. **Journal of Economic Entomology**, v.99, n.2 p.359-365, 2006.

ZHANG, M. X.; et al. Repellent and oviposition deterrent activities of the essential oil from *Mikania micrantha* and its compounds on *Plutella xylostella*. **Insect Science**, v.11, n.1, p.37– 45, 2004.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species, their host plants and parasitoids**. 2008. Disponível em: <<http://www.leaf.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 27 de março de 2019.

ZUCCHI, R. A. 2012. Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratits/updatedonJune22,2016>. Acesso em: 8 de setembro de 2018.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. (Eds.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado, Ribeirão Preto: Holos, p.13-24, 2000.