



**Avaliação de Óleos Essenciais de Citros e Atraentes Sintéticos visando Inovação
no Manejo de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil**

Leonardo Tambones Galdino

**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

**Avaliação de Óleos Essenciais de Citros e Atraentes Sintéticos visando Inovação no Manejo de
Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil**

Leonardo Tambones Galdino

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para qualificação de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

São Paulo

2018

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

Galdino, Leonardo Tambones.

Avaliação de óleos essenciais de citros e atraentes sintéticos visando inovação no manejo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil. / Leonardo Tambones Galdino. - São Paulo, 2018.

150 p.

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: Evaluation of essential citrus and synthetic essential oils aiming innovation in the management of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) in Brazil.

1. Tephritidae 2. Atrativos 3. Óleos essenciais 4. Monitoramento
5. Controle I. Galdino, Leonardo Tambones II. Raga, Adalton III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibi./2018/005

Leonardo Tambones Galdino

Avaliação de Óleos Essenciais de Citros e Atraentes Sintéticos visando Inovação no Manejo de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para qualificação 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

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Leonardo Tambones Galdino

Título: Avaliação de Óleos Essenciais de Citros e Atraentes Sintéticos visando Inovação no Manejo de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil

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 de qualificação de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Dr. Adalton Raga

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr. Crhistiann Davis Tosta

Instituição: Instituto Federal de São Paulo

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr. Mario Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

*À Sabedoria Divina,
que tudo criou e tudo conhece,
se manifestando como luz e harmonia
nas questões humanas.*

*Aos meus amados pais, Feliciano e Aparecida Conceição,
Todo meu esforço tem vocês como combustível!*

*À toda minha família, que acompanha, torce e ora
por mim, desde sempre.*

Ao meu orientador Adalton Raga,

*pela dedicação integral,
por não ter medido esforços na execução deste trabalho
assim como na formação de todos seus orientados.*

Ofereço com muita alegria, a cada um de vocês!

AGRADECIMENTOS

À Sabedoria Divina, por estar manifestada em tudo que existe, trazendo sementes da verdade e esclarecimentos para todas as nossas questões e sendo fonte eterna de vida e felicidade para quem a deseja com o coração.

Ao Instituto Biológico e a sessão de Pós-Graduação pelo esforço em proporcionar toda a estrutura que me permitiu concluir esse curso de mestrado. Agradeço também à CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Adalton Raga, pelo cuidado e preocupação constantes com todas as questões envolvidas direta e indiretamente com o planejamento e execução deste trabalho, que não foram poucas e nem simples! Também pelo privilégio de poder acompanhar seus raciocínios técnicos, cujos aprendizados são tão ou mais valiosos (acredito mais nesse último) do que a bagagem que um curso de mestrado pode oferecer. Agradeço ainda, pelas inúmeras broncas assim como pela atenção e cuidado ao perceber quando o desânimo batia e buscar alguma forma de estímulo, hoje vejo que tudo isso fez toda a diferença. Agradeço também, por ter acolhido, incentivado e enriquecido meu sonho do empreendedorismo. Muitas ilusões ficaram para trás e recebi ensinamentos, que sozinho, levaria anos para adquirir. O que antes era uma utopia, durante esses dois anos ganhou realismo e hoje é um projeto concreto. Também sou grato pelas conversas sobre aspectos misteriosos da vida, como o poder da entrega ao Espírito Santo e as maravilhas vindas desta confiança. *Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.* Isaac Newton.

Aos meus pais Feliciano e Aparecida Conceição pelo amor, e por dividirem com compreensão o fardo e as angustias do caminho, mas principalmente por participarem ativamente na construção dos sonhos e dos momentos de alegria e conquistas. Obrigado por me entregarem o maior tesouro do mundo, que é a busca ativa pela Consciência Divina. Todo meu amor e gratidão a vocês!

À todos da minha família, em especial às tias Angela, Eva Dirce e Rosa, que acompanham cada passo e cada conquista com muita alegria, torcendo e orando!

Aos colegas do Laboratório de Entomologia Econômica do Centro Avançado de Pesquisas em Proteção de Plantas e Saúde Animal. Em especial ao Dr. Miguel Francisco de Souza Filho pelos ensinamentos, principalmente na identificação de Tephritidae. À Dra. Stella Maria Januária pela amizade e pelos esclarecimentos técnicos sempre que precisei. Ao Dr. Fernando Berton Baldo pela amizade e pelos esclarecimentos técnicos, assim como pela ajuda com as adaptações necessárias no laboratório para a condução dos experimentos, instalação e mapeamento dos experimentos em campo além da elaboração das imagens ilustrativas das áreas experimentais. À Renata Imperato pela amizade e pelas indicações de áreas para realização dos experimentos.

À “Galera do Alojamento”: Elaine, Bruna, Ester, Lizandra, Sara e Leo pelos momentos de descontração, churrascos, brincadeiras e lazer, que trouxeram incontáveis momentos de alegria, tornando possível conduzir o mestrado até sua conclusão! Ao Leo Rodrigo por dividir suas experiências e vivências e pelas incontáveis ajudas recebidas em todos os aspectos. Bruna, pela companhia e conversas únicas, divertidas e especialmente agradáveis desde a época das voltas das aulas de São Paulo para Campinas, no começo de tudo. Elaine, pelos deliciosos pratos preparados na época de São Paulo e também pelas horas de músicas que cantou comigo. Ester, pelas ajudas (eu sei, 10 reais...) em tudo que precisei e que não foram poucas, por muitas vezes escutar e participar de ideias mirabolantes sobre invenções e também pelos deliciosos bolos! Sara pelos momentos de descontração e risadas que foram tão importantes quando o estresse estava alto! À Nuria, por ter acompanhado esse projeto de mestrado nascer, pela companhia e incentivo sempre constantes e preciosos. Cada um de vocês é muito especial da sua forma para mim.

Aos produtores de citros Jose Rossari Da Fazenda Nossa Senhora de Guadalupe e Roberto Luis Bridi do Sítio Santa Maria, ambos em Mogi Mirim por conceder a área necessária para realização dos experimentos. Ao Luis Kumagai do Sítio Kumagai pela concessão da área de goiaba para os experimentos e pela ótima recepção e troca de informações valiosas.

À CITROSUCO pelo fornecimento dos óleos essenciais de laranja utilizados no presente trabalho e ao Waldemir Rodrigues Filho, encarregado do Laboratório de Óleos e Essências na

unidade de Matão, pelas informações fornecidas e pela ótima recepção e apresentação do laboratório.

EPÍGRAFE

"Portanto eu digo: Não se preocupem com sua própria vida, quanto ao que comer ou beber; nem com seu próprio corpo, quanto ao que vestir. Não é a vida mais importante que a comida, e o corpo mais importante que a roupa?"

Observem as aves do céu: não semeiam nem colhem nem armazenam em celeiros; contudo, o Pai celestial as alimenta. Não têm vocês muito mais valor do que elas?

Quem de vocês, por mais que se preocupe, pode acrescentar uma hora que seja à sua vida?

"Por que vocês se preocupam com roupas? Vejam como crescem os lírios do campo. Eles não trabalham nem tecem.

Contudo, eu digo que nem Salomão, em todo o seu esplendor, vestiu-se como um deles.

Se Deus veste assim a erva do campo, que hoje existe e amanhã é lançada ao fogo, não vestirá muito mais a vocês, homens de pequena fé?

...

Busquem, pois, em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça, e todas essas coisas serão acrescentadas a vocês.

....

Pois, onde estiver o seu tesouro, ali também estará o seu coração.

...

"Não tenham medo, pequeno rebanho, pois foi do agrado do Pai dar o Reino a vocês.

Lucas 12: 22-34

RESUMO

GALDINO, Leonardo Tambones. **Avaliação de Óleos Essenciais de Citros e Compostos Sintéticos**

Visando Inovação no Manejo de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritoidea) no Brasil. 2018. 155 f. 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, 2018.

Moscas-das-frutas estão entre as principais pragas da agricultura mundial. O sucesso no manejo destas pragas é dependente de bons atrativos, tanto para sistemas de detecção, monitoramento ou controle. Com o objetivo de melhorar a eficiência de captura de adultos de moscas das frutas em nossas condições foram avaliadas as atratividades de compostos químicos naturais ou sintéticos, para as espécies de importância econômica *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e *Ceratitis capitata* (Wied.) em laboratório e campo. Foram realizados três experimentos multifatoriais em laboratório, ambos em dois dispositivos: olfatômetro e gaiolão com armadilhas McPhail. Em gaiolão avaliou-se a reposta de machos e fêmeas, e em olfatômetro a resposta de fêmeas. Os experimentos seguiram delineamento inteiramente casualizado e os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$). No primeiro experimento foram

testados três óleos essenciais de laranja doce com composições químicas distintas: Óleo Destilado de Laranja, Óleo Essencial de Laranja e Terpeno Cítrico, diluídos a 5%, 10% e 20% (v/v) em Acetona 99,5% (v/v). Como testemunha foi utilizada Acetona 99,5%. No segundo experimento foram avaliadas as proteínas hidrolisadas BioAnastrepha: 1,5g/ 1mL H₂O destilada, Ceratrap e os compostos químicos sintéticos Fosfato de Amônio Dibásico 66% (m/v) em água destilada e Hidrocloreto de Trimetilamina 3,33 % (m/v) em água destilada. No terceiro experimento em laboratório foram avaliadas as combinações dos melhores atrativos dos experimentos I e II: Ceratrap, Ceratrap + Acetona, Ceratrap + Fosfato de amônio dibásico, Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja. Os melhores atrativos avaliados em laboratório foram testados em campo quando ao potencial de captura de Tephritoidea e seletividade a organismos não alvo, em dois pomares de laranja doce (*Citrus sinensis*) (cv. Hamlin e Pera) e pomar de goiaba (*Psidium guajava*) cv Thaiandesa. Os três experimentos seguiram delineamento em blocos casualizados com 7 tratamentos e 5 repetições em laranja doce e 3 repetições em goiaba. No experimento I em laboratório Óleo Destilado de Laranja capturou o maior número de insetos no gaiolão, independente da concentração. Óleo Essencial de Laranja, Terpeno Cítrico e Acetona não diferiram entre si. As quatro substâncias testadas foram mais atrativas para *Ceratitidis capitata* do que para *A. fraterculus*. Os óleos essenciais foram mais atrativos para machos das duas espécies. Óleo Destilado de Laranja foi a substância mais atrativa para fêmeas de *A. fraterculus*. Acetona atraiu mais fêmeas do que machos. Em olfatómetro os compostos não difeririam na captura de fêmeas de ambas as espécies. No experimento II não houve diferença de capturas entre machos e fêmeas em gaiolão. Fosfato de Amônio Dibásico e Ceratrap capturaram o maior número de insetos. BioAnastrepha e Trimetilamina 3,33% (v/v) não diferiram entre si. Em olfatómetro, não houve diferença de captura entre as espécies e Bioanastrepha foi o tratamento mais eficiente. Nos experimentos em campo os tratamentos diferiram apenas em pomar de goiaba, Ceratrap + Fosfato de Amônio Dibásico aumentou as capturas de *Anastrepha* spp. em relação ao Ceratrap. Conclui-se que os óleos essenciais, a Acetona e os atrativos alimentares testados são atrativos para as espécies estudadas. Acetona, Óleo Destilado de Laranja, Fosfato de Amônio Dibásico e Ceratrap se destacaram entre os compostos testados e podem contribuir para o aprimoramento de sistemas de atratividade de moscas-das-frutas no Brasil.

Palavras-chave: *Tephritidae*. Atrativos. Óleos essenciais. Monitoramento. Controle.

ABSTRACT

GALDINO, Leonardo Tambones. **Evaluation of Citrus Essential Oils and Synthetic Compounds for Innovation on Management of Fruit Flies in Brazil.** 2018. 155 f.

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, 2018.

Fruit flies are among the main pests of world agriculture. The success in the management these pests is dependent of good attractants, whether for detection, monitoring or control systems. In order to improve adult catching efficiency of fruit flies under our conditions, the attractiveness of natural or synthetic chemical compounds was evaluated for the economically important species *Anastrepha fraterculus* (Wied.) and *Ceratitis capitata* (Wied.) in laboratory and field. Three multifactorial experiments were carried out in the laboratory, both in two devices: olfactometer and cage with McPhail traps. Male and female responses were evaluated in laboratory cage, and in the olfactometer the response of females was evaluated. The experiments were completely randomized and the data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ($p < 0.05$). In the first experiment, three sweet orange oils with different chemical composition were tested: Orange Distillate Oil, Orange Essential Oil and Citrus Terpene, diluted to 5%, 10% and 20% (v / v) in Acetone 99.5% (v / v). As a control, 99.5% Acetone was used. In the second experiment the hydrolyzed proteins were evaluated: BioAnastrepha 1.5 g / 1 ml distilled H₂O, Ceratrap and the synthetic chemical compounds Dibasic Ammonium Phosphate 66% (m/v) in distilled water and Trimethylamine

Hydrochloride 3.33% (m / v) in distilled water. In the third experiment in the laboratory were evaluated the combinations of the best attractants of the experiments I and II: Ceratrap, Ceratrap + Acetone, Ceratrap + Dibasic Ammonium Phosphate, Ceratrap + Orange Distillate Oil. The best attractants evaluated in laboratory-tested traits were tested in the field about the potential capture of Tephritoidea and selectivity to non-target organisms in two sweet orange (*Citrus sinensis*) (cv. Hamlin and Pera) orchards and guava orchard (*Psidium guajava*) cv Thailandesa. The three experiments followed a randomized block design with 7 treatments and 5 replications in sweet orange and 3 replicates in guava. In the laboratory experiment I Orange Distillate Oil captured the largest number of insects in the laboratory cage, regardless of the concentration. Orange Essential Oil, Citrus Terpene and Acetone did not differ from each other. The four substances tested were more attractive to *C. capitata* than to *A. fraterculus*. The essential oils

were more attractive to males of both species. Orange distilled oil was the most attractive substance for *A. fraterculus* females. Acetone attracted more females than males. In olfactometer the compounds did not differ in the capture of females of both species. In experiment II there was no difference in catches between males and females in cage. Dibasic Ammonium Phosphate and Ceratrap captured the highest number of insects. BioAnastrepha and Tetramethylamine 3.33% (v /v) did not differ from each other. In olfactometer, there was no difference in catch between species and Bioanastrepha was the most efficient treatment. In the field experiments the treatments differed only in guava orchard, Ceratrap + Dibasic Ammonium Phosphate and increased the captures of *Anastrepha* spp. compared with Ceratrap. It is concluded that the citros essential oils, Acetone and the food attractants tested were attractive for the species studied. Acetone, Orange Distilled Oil, Dibasic Ammonium Phosphate and Ceratrap stood out among the compounds tested and may contribute to the improvement of fruit flies attractiveness systems in Brazil.

Key words: *Tephritidae*. *Attractants*. *Essential oils*. *Monitoring*. *Control*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral:	14
2.2. Específicos:	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Família Tephritidae.....	15
3.1.1 <i>Anastrepha fraterculus</i>	18
3.1.2 <i>Ceratitis capitata</i>	19
3.2 Família Lonchaeidae	20
3.3.1 Danos causados na cultura da goiaba	24
3.3.2 Danos causados por moscas-das-frutas na cultura dos citros.....	25
3.4 Manejo de moscas-das-frutas	28
3.5 Importância do atrativo no sucesso econômico da empresa rural frutícola	30
3.6 Tópicos sobre o desenvolvimento de atrativos para captura moscas-das-frutas.....	32
3.6.1. Fatores que afetam a atratividade de moscas-das-frutas	32
3.6.2 Semioquímicos	33
3.6.3 Feromônios e Aleloquímicos.....	34
3.6.3.1 Óleos essenciais de laranja	35
3.6.4 Paraferomônios.....	37
3.6.5 Semioquímicos de função alimentar	38
3.6.6 Métodos para estudar atratividade de compostos para moscas-das-frutas	40
3.7 Métodos de controle de moscas-das-frutas baseados em semioquímicos	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	44
4.1 Experimentos em laboratório	44
4.1.1 Colônia de Insetos	44
4.1.2 Dispositivos e condições de teste	44
4.1.3 Experimentos.....	46
4.1.3.1 Experimento I- Atratividade de três óleos essências de laranja	46
4.1.3.2 Experimento II- Atrativos alimentares orgânicos ou sintéticos	48
4.1.3.3 Experimento III- Combinação dos melhores atrativos de acordo com os experimentos	48

e II	48
4.1.4 Análise estatística	48
4.2. Experimentos em campo	49
4.2.1. Experimento Campo I	49
4.2.2. Experimento Campo II	52
4.2.3. Experimento Campo III	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.1. Experimentos em laboratório	57
5.1.1 Experimento I	57
5.1.1.1 Óleos essenciais em gaiolão	57
5.1.1.2 Óleos essenciais em olfatômetro	72
5.1.2 Experimento II	73
5.1.2.1 Atrativos alimentares em gaiolão	73
5.1.2.2 Atrativos alimentares em olfatômetro	79
5.1.3. Experimento III	79
5.1.3.1 Associação dos melhores atrativos em gaiolão	79
5.1.3.2 Associação dos melhores atrativos em olfatômetro	81
5.2.1 Experimento Campo I	82
5.2.2 Experimento Campo II	88
5.2.3 Experimento Campo III	103
6 CONCLUSÃO	129
8 REFERÊNCIAS	131

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas são as principais pragas da fruticultura mundial, considerando-se os danos diretos que causam à produção e os custos relativos aos serviços de monitoramento, controle ou erradicação. Seu controle em grandes áreas, com base em programas de áreas livres ou de baixa prevalência, exige complexa logística, mas que viabiliza o estabelecimento de áreas de exportação de frutas e o acesso a mercados exigentes em termos fitossanitários (RAGA, 2005).

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e é líder na produção de frutas tropicais (FAO, 2013). O setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional. Os índices de produtividade e os resultados comerciais demonstram não apenas a vitalidade como também o potencial desse segmento produtivo (BRASIL, 2007).

Em 2016, o valor da produção de frutíferas chegou a R\$ 33,3 bilhões, 26% superior ao ano anterior e o maior da série histórica até então, iniciada em 1974. Os seis principais produtos concentram 73,2% do valor da produção nacional: laranja (25,1%), banana (25,0%), uva (6,4%), maçã (5,0%) e mamão (4,4%) (IBGE, 2017a). O país exporta hoje U\$S 836 milhões de frutas por ano e a meta do setor é chegar a U\$S 1 bilhão até 2020. Estima-se um aumento de 5% no volume das exportações de frutas frescas em 2018 (CNA, 2017).

Atualmente, existem 30 grandes polos de produção de frutas, ativos durante todo o ano, espalhados por todo o País, sendo os principais nos estados do Amapá, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul. A estimativa atual é que o Brasil tenha 2,5 milhões de hectares cultivados com frutas (CNA, 2017).

Grande parte dos danos econômicos causados por insetos, na fruticultura brasileira, é devido ao ataque das espécies de moscas-das-frutas Diptera (Tephritidae) (LOPES et al., 2008). A ocorrência de moscas-das-frutas nas áreas comerciais constitui uma ameaça à atividade com impactos negativos para o agronegócio (BARRETO et al., 2011), tanto pelos prejuízos quantitativos causados pelo seu ataque quanto pelas restrições decorrentes de sua ocorrência durante o comércio internacional de vegetais (RAGA et al., 2004).

A rapidez na detecção e um maior nível de precisão na estimativa das populações de moscas-das-frutas é um requisito fundamental para registrar movimentos migratórios, mortalidade ou reprodução (ROS et al., 2002), prover informações para o Manejo Integrado de

Pragas (MIP) (CHAMBERS, 1977) e evitar danos à produção frutícola (GALDINO; RAGA, 2016).

Embora seja considerada a opção mais eficiente atualmente disponível, o uso de atrativos em forma de solução proteica para captura de mosca-das-frutas deixa a desejar (IAEA, 2007; LASA, 2014) pois tem baixa eficiência, não são específicos, atraindo espécies de Tephritidae, mas também uma gama de famílias de insetos não alvos (MALO; ZAPIEN, 1994; SOUZA FILHO; RAGA, 2012). Essas desvantagens podem levar a subestimativa populacional de moscas-das-frutas, possibilitando esses insetos causarem danos significativos à produção, o que muitas vezes, tem obrigado o produtor a utilizar, para o controle de moscas-das-frutas, pulverizações de inseticidas em cobertura total, ao invés de iscas tóxicas, que são preconizadas pelo MIP (RAGA et al., 2006).

Atrativos alimentares sintéticos para detecção e delimitação de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. foram testados em campo nos Estados Unidos com o objetivo de fornecer aos programas de erradicação e prevenção de pragas, um dispositivo de uso prático, contendo atrativos sintéticos com maior tempo de eficiência, custos menores e eficiência igual ou superior ao disponível no mercado (IAEA, 2007). Esses atrativos foram utilizados em programas americanos de pesquisa pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (HEATH et al., 1997, THOMAS et al, 2001). Atualmente, o produto comercial Biolure® é utilizado em larga escala nos programas de monitoramento e controle de *C. capitata* (IAEA, 2007; USDA, 2015). Em países da América do Sul, esse atrativo além do alto custo não é eficiente para as espécies nativas de *Anastrepha*, especialmente em zonas tropicais e subtropicais úmidas (EPSKY et al., 2003; PINGEL et al., 2006; THOMAS et al., 2008).

Aperfeiçoamentos nas composições e formulações de atrativos alimentares para moscas das frutas devem reduzir os custos com programas de controle e erradicação de moscas-das-frutas e aumentar a capacidade de garantir que essas pragas não se estabeleçam (JANG et al., 2007) ou causem danos econômicos. Esforços têm sido feitos para aprimorar os atrativos para tefritídeos, com ênfase no aumento da vida útil do atrativo, sua seletividade e praticidade de manipulação (BIRKE et al., 2013; LASA et al., 2014).

No ano de 2015 foi lançado no Brasil o Projeto Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015). Até 2018 o programa prevê R\$ 128 milhões em investimentos diretos do MAPA, direcionados à implementação de sistemas de mitigação de risco, certificação e programas de erradicação de moscas-das-frutas de importância econômica. Dentre as ações adotadas por esse projeto está listada a vigilância fitossanitária por meio de levantamento e monitoramento de pragas como

base para a tomada de decisões. O Programa se apoia na crescente inserção de tecnologias sustentáveis de prevenção e controle como a Técnica do Inseto Estéril, o monitoramento com armadilhas, a educação sanitária, o controle biológico e o manejo integrado de pragas. A expectativa é de que a erradicação ou estabelecimento de áreas de baixa prevalência abram novos horizontes comerciais para o Brasil (MAPA, 2015).

Além da necessidade de aprimoramento dos sistemas de monitoramento e detecção, demandas por tecnologias para o manejo de pragas que sejam ambientalmente seguras estão aumentando de modo generalizado em todo o mundo. Este fato tem sido guiado por três fatores: regulação, resíduos e resistência à agrotóxicos (JONES, 2014).

Ainda existem muitas questões que precisam ser esclarecidas através de pesquisa e desenvolvimento com moscas-das-frutas. Essas questões têm sido claramente definidas para orientar futuras pesquisas, e incluem entre outras medidas: otimizar o uso de atrativos alimentares, mímicos de hospedeiro ou feromônios sexual sintéticos secos, em relação a diferentes condições climáticas, continuação das avaliações de sistemas de detecção para novas espécies exóticas invasoras de moscas-das-frutas, estudos sobre a dinâmica espacial e temporal de populações para o desenvolvimento de tecnologias de captura massal e iscas tóxicas (IAEA, 2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral:

Avaliar em laboratório e campo, novos compostos para os sistemas de monitoramento de moscas-das-frutas, que possuam potencial para utilização por produtores e programas oficiais de monitoramento e controle de moscas-das-frutas em grandes áreas (Wide-area management) ou a campo.

2.2. Específicos:

- Avaliar em laboratório e campo, a atratividade de três tipos de óleos essenciais de laranja e dois compostos químicos sintéticos para adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata*;
- Comparar a resposta atrativa de três tipos de óleos essenciais de laranja e dois compostos químicos sintéticos assim como as combinações dos melhores atrativos por sexo;
- Avaliar o potencial de atratividade de adultos de *A. fraterculus* e *C. capitata* em dois dispositivos: olfatômetro e gaiolão de laboratório;
- Avaliar o potencial de atratividade de adultos de *Anastrepha* spp., *C. capitata*, e Lonchaeidae em pomares comerciais de laranja e goiaba;
- Avaliar a seletividade dos melhores atrativos testados em laboratório para organismos não alvo em pomares de laranja e goiaba.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Família Tephritidae

A família Tephritidae abrange aproximadamente 4000 espécies, agrupadas em 500 gêneros (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992). As espécies de Tephritidae estão distribuídas em áreas de clima temperado, subtropical e tropical. Indivíduos adultos têm comprimento corporal variando de 1 a mais de 20 mm. As asas da maioria das espécies apresentam manchas amareladas, marrons, faixas ou pontos pretos ou uma combinação de ambos, em posições características ou com pontos claros ou hialinos em um espaço escurecido (CHRISTENSON; FOOTE, 1960).

As moscas-das-frutas completam seu desenvolvimento através de quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto. O ciclo de vida e a biologia dos tefritídeos dependem de fatores bióticos e abióticos do meio onde vivem, entre eles clima, temperatura, humidade, fotoperíodo, substrato de oviposição e a disponibilidade de alimento (SALLES, 2000). Segundo Bateman (1972), a família Tephritidae está dividida em dois grandes grupos: espécies que ocorrem em regiões de clima temperado, em geral univoltinas (uma geração por ano) e apresentam diapausa, e o grupo de espécies de regiões tropicais e subtropicais, multivoltinas (mais de uma geração por ano) que não apresentam diapausa.

A presença de oócitos maduros no ovário é considerado caráter definitivo para maturidade sexual de fêmeas (ALUJA et al., 2001). Baseando-se em análises ovarianas, fêmeas de *Anastrepha suspensa* (Loew) não foram consideradas sexualmente maduras até o 8º dia, iniciando o processo de maturação entre o 6º e 8º dia. A separação entre fêmeas maduras e imaturas fica mais precisa, considerando-se imaturos indivíduos entre 3 e 6 dias e maduros a partir do décimo dia, pois fase entre o 7º e 9º dia é um período de transição (KENDRA et al., 2005). Machos de *A. fraterculus* iniciaram o comportamento sexual com cinco dias e fêmeas com cerca 11 dias (LIMA; HOWSE, 1997).

A cópula pode ocorrer próximo do local de oviposição ou fora dele, dependendo da estratégia adotada pela espécie, sendo possível a formação de leques, onde machos se reúnem em determinado local, e atraem fêmeas com emissão de sinais acústicos e químicos. Outra forma de comportamento de cópula é machos se posicionarem individualmente em plantas com frutos suscetíveis à infestação e copularem com as fêmeas que pousarem para realizar a oviposição (SUGAYAMA; MALAVASI, 2000).

Após o acasalamento, a fêmea permanece alguns dias em processo de maturação dos ovos denominado período de pré-oviposição, no qual se alimentam de proteínas e carboidratos e sua duração é de aproximadamente 11 dias. Após esse período, a fêmea procura frutos próximos à maturação para ovipositar (GALLO, 2002).

Estímulos visuais e olfativos são essenciais para a localização da planta hospedeira a longas distâncias. Compostos voláteis de plantas hospedeiras podem desencadear nas fêmeas um voo direcionado a sítios de oviposição (SUGAYAMA; MALAVASI, 2000). Esses insetos conseguem detectar hospedeiros durante o voo, e também selecionam hospedeiro na ausência de repelência (REDDY; GUERRERO, 2004).

Sugayama et al. (1998) observaram que diferentes espécies de hospedeiros proporcionaram condições mais ou menos favoráveis de viabilidade de ovos, larvas, pupas e desempenho reprodutivo de adultos, sendo a escolha do hospedeiro uma tarefa importante para o sucesso adaptativo da sua prole.

As espécies de moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil pertencem aos gêneros *Anastrepha* (Schiner), *Bactrocera* Macquart, *Ceratitidis* (Wiedemann) e *Rhagoletis* Loew (ZUCCHI, 2000). As espécies de ampla distribuição geográfica no Brasil pertencem aos gêneros *Anastrepha* e *Ceratitidis* (MONTES; RAGA, 2006). Aluja (1994) cita sete espécies de *Anastrepha* de importância econômica, que estão restritas ao continente americano: *A. fraterculus*, *A. grandis* (Macquart), *A. ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina*, *A. striata* Schinner e *A. suspensa* (Loew). Destas, cinco ocorrem no Brasil: *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striata* e *A. grandis* (SUGAYAMA; MALAVASI, 2000). *Ceratitidis capitata* é a única espécie do gênero registrada nas Américas (ZUCCHI, 2015).

A mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* e diversas espécies de *Anastrepha* causam danos à fruticultura (SOUZA FILHO et al., 2000). Atualmente são identificadas 52 espécies de plantas hospedeiras destas espécies (22 nativas e 30 introduzidas), sendo que praticamente todas as plantas listadas são infestadas por espécies de *Anastrepha*, com exceção do café robusta (*Coffea canephora* Pierre). *Ceratitidis capitata* infesta pouco mais da metade das espécies de plantas hospedeiras. *Anastrepha fraterculus* e *C. capitata* ocorrem em ampla gama de hospedeiros, pertencentes principalmente às famílias Anacardiaceae, Myrtaceae, Oxiladaceae e Rosaceae, de ampla distribuição no território paulista. Já foi verificada adaptação de *C. capitata* a muitas frutas nativas e de espécies de *Anastrepha* em espécies hospedeiras introduzidas (SOUZA FILHO et al., 2000; RAGA et al., 2011).



Imagem: L. T. Galdino

Figura 1- Fêmea de *Anastrepha fraterculus* obtida da colônia mantida no Centro Avançado de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal do Instituto Biológico de São Paulo em Campinas, SP.



Imagem: L. T. Galdino

Figura 2- Fêmea de *Ceratitis capitata* obtida da colônia mantida no Centro Avançado de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal do Instituto Biológico de São Paulo em Campinas-SP



Imagem: L. T. Galdino

Figura 3- Espécimes de Lonchaeidae capturados em armadilhas McPhail em pomares de laranja doce e goiaba nos municípios de Mogi-Mirim e Campinas entre janeiro e março de 2018. Fotos tiradas em microscópio-esteroscópico.

3.1.1 *Anastrepha fraterculus*

Anastrepha fraterculus (Figura 1) também conhecida como mosca-das-frutas-sulamericana é a mais polífaga do gênero, desenvolvendo-se em 114 espécies de hospedeiros no Brasil. Com exceção de *C. capitata* é a mais importante espécie de moscas-das-frutas da América do Sul. Há relatos de sua presença em 24 Estados brasileiros e 114 hospedeiros (ZUCCHI, 2008) sendo que a família botânica preferida é Myrtaceae (MALAVASI et al., 2000). Possui grande importância para o Estado de São Paulo, onde é nítida a diversidade de exploração agrícola, estando relacionada a 13 famílias de hospedeiros, que abrangem as espécies cultivadas de maior importância econômica (RAGA et al., 2011).

Embora *A. fraterculus* tenha a mais ampla distribuição no Brasil, sua importância relativa para agricultura varia significativamente entre as regiões. Na Argentina, Uruguai, estados do sul e sudeste do Brasil é uma praga primária da maior importância para a fruticultura e onde se concentram as medidas de controle por causa das maiores perdas (MALAVASI et al., 2000).

Adultos da mosca-das-frutas-sul-americana apresentam cerca de 12 mm de comprimento. As fêmeas possuem ovipositor robusto e um pouco mais curto do que o abdômen. As asas expandidas possuem 25 mm. O corpo apresenta coloração amarela-ferrugem ou amarela-escura com três faixas amarelas de tom amarelado no tórax. As asas têm um padrão variável de faixas amarelas e marrons sob uma base transparente (USDA, 2015).

O ciclo de vida dessa espécie varia consideravelmente com a estação do ano e com a região. Mais de 50 ovos de diferentes fêmeas podem ser depositados em um único fruto. O estágio de ovo dura cerca de 3 dias no verão e 6 dias no inverno. O desenvolvimento larval é completado em 15-20 dias no verão e pode levar mais de 25 dias no inverno (USDA, 2015). O início da maturidade sexual é de cerca de 16 dias após a emergência dos adultos para fêmeas e 8-9 dias para machos. Não foram observadas fêmeas com menos de 11 dias apresentando comportamento de cópula. A oviposição geralmente se inicia um dia após a cópula, mas fêmeas que já copularam podem ovipositar no dia da ocorrência de uma cópula. O pico de oviposição ocorre entre 25 e 30 dias após emergência, continua em um alto nível durante os próximos 45 dias e então diminui drasticamente após 100 dias de vida (LIMA et al., 1994).

O sucesso dessa espécie como praga se deve principalmente a três fatores: 1) a existência de vários hospedeiros; 2) ampla distribuição na região neotropical, desde o México até a Argentina; e 3) os danos diretos causados nos frutos (NAVA; BOTTON, 2010). Uramoto et al. (2003) observaram dois picos populacionais de *A. fraterculus* durante o ano na região de

Piracicaba, sendo um entre os meses de fevereiro e março e outro mais expressivo entre agosto e novembro, com uma explosão populacional no mês de setembro em área de cultivo de hospedeiros primários diversos, entre eles uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.).

3.1.2 *Ceratitis capitata*

A mosca-do-mediterrâneo (*C. capitata*) (Figura 2) é uma das pragas de frutíferas mais destrutivas do mundo. Devido a sua extensa distribuição por todo o mundo e sua ampla gama de hospedeiros, é classificada como a principal espécie entre as moscas-das-frutas de importância econômica (MALAVASI et al., 2000; THOMAS et al. 2001). Sua larva se alimenta e se desenvolve em frutos tropicais e subtropicais. Embora seja praga primária em citros, frequentemente causa danos mais sérios em alguns frutos decíduos como pera, pêssigo e maçã (THOMAS et al., 2001; RAGA et al., 2017). Possui alta capacidade de dispersão e em pouco mais de meio século, invadiu 23 estados brasileiros desenvolvendo-se em cerca de 93 hospedeiros (ZUCCHI, 2008).

O adulto mede de 4 a 5 mm de comprimento por 10 a 12 de envergadura, apresentando coloração predominantemente amarela. Os olhos são castanhos-violáceos. Preto na face superior, o tórax apresenta desenhos simétricos brancos. O abdome é amarelo com duas listas transversais acinzentadas. As asas são de transparência rosada, com listras amarelas, sombreadas (GALLO, 2002).

As fêmeas da mosca-do-mediterrâneo furam a casca do fruto hospedeiro com seu ovipositor e depositam entre 1 a 10 ovos por punctura. Sob condições normais, uma fêmea pode ovipositar mais de 300 ovos durante seu período de vida. A eclosão das larvas ocorre entre 2 a 3 dias em temperaturas próximas a 25 °C. As larvas se alimentam da polpa dos frutos durante 6 a 10 dias nessa mesma faixa de temperatura. Os frutos podem cair ao solo durante ou após o desenvolvimento larval. Normalmente larvas de terceiro instar abandonam os frutos e empupam no solo, entretanto não é necessária a penetração no solo para o empupamento. Adultos emergem entre 6 e 15 dias após o empupamento. As fêmeas recém emergidas, não sendo sexualmente maduras, devem se alimentar de substâncias proteicas para alcançar a maturidade sexual. O período de pré-oviposição é extremamente variável dependendo das condições ambientais, sendo o tempo mínimo de dois dias. A alimentação proteica continua

durante o período da oviposição. O período de tempo para uma geração sob condições favoráveis é de 21 a 33 dias (USDA, 2015).

Pomares próximos aos cafezais são mais suscetíveis ao ataque da mosca-domediterrâneo, que migra após a safra do café para os pomares vizinhos (ZUCCHI et al., 2004; RAGA et al., 2004). Existem armadilhas com atrativos alimentares ou feromonais disponíveis, mas seu controle é realizado preventivamente com o uso de isca tóxica composta por atrativo alimentar (proteína ou melaço de cana) e inseticida (RAGA; SATO, 2006). Pulverizações de inseticidas são utilizadas desde a mudança de coloração da fruta até a colheita (ZUCCHI, 2015).

3.2 Família Lonchaeidae

A família Lonchaeidae (Figura 3) compreende atualmente nove gêneros onde estão contidas 578 espécies. Os gêneros com maior número de espécies são: *Lonchaea* Fallén (224), *Dasiops* Rondani (128), *Silba* (120) e *Neosilba* McAlpine (40) (EDIT, 2013). Destes, apenas o gênero *Silba* não ocorre no Brasil.

São registrados próximos as maiores áreas florestais do mundo, exceto da Nova Zelândia. Os estágios imaturos da maioria das espécies são invasores secundários em tecidos de plantas doentes ou com injúrias. Muitos gêneros, particularmente de *Dasiops* e *Lonchea*, vivem sob a casca de árvores mortas ou em frutos e vegetais com tecidos danificados, super maduros ou frutos em decomposição. Um grande número de espécies do gênero *Neosilba* Macquart vive em associação com a família Tephritidae. Poucas espécies são invasoras primárias de alguns frutos e vegetais (PITKIN, 1996; STRIKIS, 2005; RAGA et al., 2015). Os mais importantes do ponto de vista econômico são *Neosilba* e *Dasiops* pois incluem a maioria das espécies frugívoras (UCHÔA-FERNANDES, 1999; STRIKIS et al., 2011). Algumas das espécies consideradas invasoras primárias são: *N. zadolicha* McAlpine; Steyskal (LOPES et al., 2007) *N. pendula* (Bezzi) (ARAUJO; ZUCCHI, 2002) e *N. bela* Strikis; Prado (STRIKIS; LERENA, 2009).

Algumas espécies de *Dasiops* possuem importância econômica pois atacam flores e frutos de Passifloraceae cultivados ou de ocorrência natural (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003). *Dasiops inedulis* Steyskal é considerada uma importante praga de botões florais de Passifloraceae pois as larvas se alimentam dos ovários das flores causando queda da flor e a perda da produção pode alcançar 100% em pomares comerciais (STRIKIS et al., 2011).

Raga et al. (2015) encontraram no Estado de São Paulo 14 espécies de Lonchaeidae recuperados de 77 espécies vegetais/híbridos, estando presente em 68,1% das espécies de plantas coletadas. *Neosilba* correspondeu a 99,78% dos 26.906 adultos recuperados. *Neosilba zadolicha* foi predominante e abundante, representando 54,72% dos machos adultos deste gênero recuperados, seguido por *N. pendula* (16,34%) e *N. parva* (9,97%).

Com excessão de *Neosilba paramerolatus* Strikis, que foi recuperado apenas de *Poteria torta* (Martens) Radlkofer (Sapotaceae), as demais espécies de *Neosilba* ocorreram entre 2 e 19 hospedeiros. *N. zadolicha*, *N. certa*, *N. glaberrima* e *N. pendula* foram obtidos de 17, 13, 13 e 12 famílias botânicas, e em 51, 40, 33 e 25 espécies de hospedeiros, respectivamente. As famílias Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae e Solanaceae foram hospedeiras de 11, 10, 9 e 8 espécies de Lonchaeidae, respetivamente (RAGA et al., 2015).

Uchôa-Fernandes (1999) recuperou 292 indivíduos de *Neosilba* spp. de frutos de goiaba e 3.360 espécimes de frutos de laranja coletados em diferentes municípios do Mato Grosso do Sul. *Neosilba zadolicha* (McAlpine e Steyskal) e *Neosilba glaberrima* (Wiedemann) infestam frutos de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) sendo que *N. zadolicha* é a espécie mais abundante, dominante e com uma alta taxa de sobrevivência, sendo considerada uma praga primária de tangerina nas condições de Matinhas- PB (LOPES et al., 2008).

A família Myrtaceae foi a que apresentou maior diversidade de lonqueídeos (9 espécies) entre as famílias botânicas estudadas: *N. zadolicha*, *N. pendula*, *N. certa*, *N. glaberrima*, *N. bifida*, *N. cornuphallus*, *N. inesperata*, *N. bela* e *N. dimidiata*, sendo que todas as espécies estavam presente em frutos de goiaba. Algumas espécies de Myrtaceae tem vários períodos de frutificação durante o ano, ou então apenas um com longo período de frutificação, o que possivelmente facilita a exploração por lonqueídeos (RAGA et al., 2015).

No Brasil, frutos de ingá *Inga laurina* (Sw.) são atacados por *Anastrepha distincta* Greene e espécies de *Neosilba* (UCHÔA-FERNANDES, 1999). Raga et al. (2015) observaram que frutos de *Inga* spp. (Fabaceae) forneceram o maior número de espécimes recuperados entre as espécies vegetais coletadas e a segunda maior diversidade de espécies de lonqueídeos, num total de 8, sendo elas: *N. zadolicha*, *N. certa*, *N. glaberrima*, *N. pendula*, *N. laura*, *N. bifida*, *N. inesperata* e *N. cornophallus*.

Raga et al. (2015) recuperaram seis espécies de Lonchaeidae de frutos de laranja doce, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck: *N. zadolicha*, *N. glaberrima*, *N. certa*, *N. pendula*, *N. inesperata* e *N. bifida*. Com excessão de *Citrus mitis* (Blanco), *N. zadolicha* foi a espécie predominante tanto em *C. sinensis* quanto nas outras espécies cítricas estudadas. Dentre as espécies de citros

coletadas, *C. sinensis* apresentou o segundo maior número de indivíduos recuperados (518), atrás apenas da espécie *C. mitis* (701).

Em pomares de laranja, o maior número de indivíduos coletados nas armadilhas pertencia às espécies de *Neosilba*. Entretanto, quanto a ocorrência, as espécies de *Anastrepha* e de *Lonchaea* foram quase tão frequentes quanto as de *Neosilba*. Dos tefritoídeos que foram associados a frutos, as espécies de *Neosilba* foram coletadas em maior número (5.966 exemplares) em armadilhas McPhail, representando mais de 74% do total (UCHÔAFERNANDES, 1999).

Em pomares de laranja e tangerina do Mato Grosso do Sul, Uchôa-Fernandes et al. (2003) observaram capturas de tres gêneros de lonqueídeos em armadilhas McPhail abastecidas com proteína de milho (5%): *Dasiops*, *Lonchaea*, *Neosilba*. O gênero *Neosilba* foi o mais abundante (5.966 espécimes) representando 74% do total de capturas, seguido por *Lonchaea* spp. (803 espécimes) e *Dasiops* (63 espécimes). Entretanto, levando em consideração a frequência de capturas, espécies de *Anastrepha* e *Lonchaea* foram quase tão frequentes quanto as espécies de *Neosilba*.

Souza et al (2008) utilizando armadilhas McPhail abastecida com proteína hidrolisada a 5% em pomares cítricos determinaram que em Araruama, RJ, das 2.453 moscas-das-frutas capturadas em armadilha, 52,4% pertenciam a família Tephritidae e 47,6% pertenciam a família Lonchaeidae. Com base no número de machos, *Neosilba pendula* ocorreu em maior número nos pomares de Bahia, Lima, Dancy, Poncã e Folha Murcha. No pomar de laranja cv. Seleta, o morfotipo *Neosilba* sp.4 foi mais abundante.

A característica de polifagia foi evidenciada na maioria das espécies registradas no Estado de São Paulo. Das espécies vegetais estudadas, 26 são hospedeiras concomitantemente de *N. zadolicha* e *N. pendula*, enquanto 15 espécies vegetais foram hospedeiras de *N. glaberrima* e *N. pendula* (RAGA et al., 2015).

A diversidade de espécies de lonqueídeos e espécies vegetais atacadas por esses insetos demonstram a importância da família Lonchaeidae dentro do contexto da Superfamília Tephritoidea e sua capacidade de explorar diferentes espécies de plantas e famílias sob condições tropicais. Esforços são necessários para conduzir estudos taxonômicos e bioecológicos sobre Lonchaeidae para determinar a importância deste grupo na diversidade total de Tephritoidea, e seus possíveis prejuízos econômicos na hortifruticultura (RAGA et al., 2015).

3.3 Perdas econômicas causadas por moscas-das-frutas

Moscas-das-frutas são o maior problema da fruticultura mundial e o principal fator que impede o livre comércio de frutas em todo o mundo (ZUCCHI et al., 2004). As moscas frugívoras de importância econômica pertencem às famílias Tephritidae e Lonchaeidae (Tephritoidea). A família Tephritidae é mais conhecida pois contém um número maior de espécies associadas com frutos de importância econômica (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003).

Os danos diretos são causados pela deposição de ovos em tecidos vegetais saudáveis e pela alimentação das larvas em partes florais ou de sementes, polpa de frutos, folhas, brotações ou ramos, podendo formar galhas ou serem minadoras (CHRISTENSON; FOOTE, 1960). A alimentação das larvas também possibilita a penetração de microrganismos, tornando os frutos impróprios para o consumo *in natura* e para a industrialização (ARAÚJO; ZUCCHI, 2003). Quando a fêmea introduz o acúleo no fruto para colocar os ovos, pode haver também a penetração de bactérias que iniciam o processo de podridão, ainda que não haja eclosão de larvas (ZUCCHI, et al., 2004).

Em regiões tropicais, a abundância de moscas-das-frutas é influenciada, de modo geral, pela oferta de frutos hospedeiros, e, em algumas situações, pelas variáveis climáticas como precipitação pluvial, umidade relativa e temperatura (PAPADOPOULOS et al., 2001). Nas monoculturas, ocorre um pico populacional, imediatamente depois do período de amadurecimento dos frutos, e uma diminuição quando não há frutos disponíveis. Em se tratando dos pomares diversificados, as flutuações diminuem, possivelmente por causa da presença de plantas hospedeiras alternativas (ALUJA, 1994).

A existência de grande número de espécies hospedeiras de moscas-das-frutas, amadurecendo seus frutos em diferentes estações do ano, proporciona excelentes condições para a dispersão e exploração com êxito de diferentes nichos, acarretando um aumento na agressividade do ataque de tefritídeos. Esse fenômeno, conhecido como sucessão hospedeira, constitui-se na principal estratégia das populações de moscas-das-frutas no estado de São Paulo (PUZZI; ORLANDO, 1965; ORLANDO; SAMPAIO, 1973).

No estado de São Paulo, muitos frutos como pêssigo, goiaba, uvaia, etc., se não forem protegidos contra o ataque de moscas-das-frutas, sofrem danos que podem comprometer a totalidade da produção (ORLANDO; SAMPAIO, 1973).

3.3.1 Danos causados na cultura da goiaba

Goiaba (*P. guajava*) é a espécie de maior importância econômica na família Myrtaceae (BROW; WILLS, 1983). No ano de 2016, o Brasil produziu 414,7 mil toneladas desta fruta, apresentando uma redução de 2,2% em relação ao ano anterior. Os principais municípios produtores e suas respectivas participações na produção nacional são: Petrolina (PE) (18%) e Santa Maria da Boa Vista (PE) (11,3%). Os municípios paulistas: Taquaritinga, Itápolis e Valinhos são 3º, 4º e 5º colocados no ranking nacional de produção de goiaba e respondem por 6%, 4,1% e 3,8% da produção, respectivamente (IBGE, 2018).

Segundo dados do MIDIC (2018), no ano de 2017, foram exportadas 179,74 mil toneladas de goiaba, representando uma quantia de US\$ 205,46 milhões e os principais destinos foram Países Baixos (Holanda) (46%), Espanha (27%) e Portugal (18%).

No estado de São Paulo, as goiabas produzidas são destinadas aos mercados de fruta fresca e à industrialização. A produção de goiabas para mesa é concentrada nas regiões próximas à capital. Valinhos é um grande produtor de frutas e tem facilidade para o escoamento daquelas, altamente perecíveis, pois está localizado perto de rodovias e aeroportos. Os principais destinos são a Ceasa (Central de Abastecimento S.A. de Campinas) e a CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo), de onde são distribuídas para feiras, supermercados e frutarias (TORRES et al., 2013)

Quinze espécies de *Anastrepha* além de *C. capitata* utilizam a goiaba como hospedeiro no Brasil (RAGA et al., 2006; ZUCCHI, 2008; SOUZA FILHO et al., 2009). O alto desempenho da goiaba como hospedeiro primário para moscas-das-frutas foi observado por Raga et al. (2005) tendo obtido algumas amostras com infestações superiores a 21,21 pupários/fruto e 298,2 pupários/kg de fruto.

Araújo; Zucchi (2003) correlacionaram o nível de infestação com as perdas e níveis de infestação com a flutuação populacional em pomar de goiaba em Mossoró/RN. Para avaliação de dano, goiaba com um único pupário foi considerada perda total. Em período de alta infestação, os níveis de infestação variaram entre 35 e 118 pupários/kg de goiaba e as percentagens de perdas entre 78 e 100%. Os níveis de infestação acima de 35 pupários/kg corresponderam a perda de mais de 70% dos frutos. Esses autores observaram que aproximadamente cinco semanas após o pico populacional de moscas-das-frutas (10 M/A/D em 3 de maio), houve um aumento considerável no nível de infestação. O menor pico

populacional foi de 1 M/A/D e a menor infestação foi de 35 pupários/kg, sendo que este nível de infestação foi suficiente para causar perda de aproximadamente 70% dos frutos.

Raga et al. (2006) observaram que todos os 11 genótipos de goiaba avaliados sob condições naturais de infestação em Monte Alegre do Sul-SP estavam infestados por *Anastrepha* spp., ocorrendo dominância de *A. fraterculus* (86,5%) entre os meses de março e abril. Os genótipos mais infestados foram L2P4 Vermelha, Ogawa x Kumagai e Torrão de ouro (159,7; 152,0 e 150,5 pupários/kg de fruto, respectivamente).

O predomínio de *A. fraterculus* em pomares de goiaba no Estado de São Paulo também foi observado por Lemos (2015) que registrou 90% da abundância dependendo da época do ano.

Souza Filho et al. (2009) observaram a incidência de *C. capitata* em pomar de goiaba utilizando armadilhas com atrativos, porém, em frutos não recuperaram indivíduos adultos da mosca-do-mediterrâneo. São João et al. (2014) observaram fato semelhante, sendo que, embora tenha sido a espécie mais abundante nas capturas com armadilhas, obtiveram apenas dois indivíduos de *C. capitata* recuperados de frutos. Segundo Raga et al. (2004) ocorre alta abundância de *C. capitata* quando há proximidade de pomares com a cultura do café, hospedeiro primário dessa (RAGA et al., 2004).

Araújo; Zucchi (2003) comentam que pomares de goiaba de uma mesma região podem apresentar níveis de infestação e épocas de picos populacionais distintos, e devido a isso a estimativa da relação entre os níveis de infestação e as perdas deve ser desenvolvida para cada propriedade considerando-se os fatores locais (variedade plantada, proximidade de outros pomares etc.) não sendo prudente extrapolar a estimativa de determinada região para outra.

3.3.2 Danos causados por moscas-das-frutas na cultura dos citros

Principal produtor e exportador de laranja no mundo, em 2017, o Brasil produziu 17,3 milhões de toneladas da fruta, seguido pela China (7,3 milhões de toneladas) e União Europeia (6,3 milhões de toneladas) (USDA, 2018). O estado de São Paulo foi o principal produtor nacional de frutas no ano de 2016, somando R\$ 10,3 bilhões ao valor total, sendo que a cultura da laranja correspondeu a 59,2% desse valor. O município de Casa Branca/SP é o principal produtor de laranja do estado e o terceiro maior produtor de frutas do País, atrás apenas dos municípios de Petrolina/PE e São Joaquim/SC (IBGE, 2017b).

Entre as várias frutíferas produzidas do estado de São Paulo, a laranja assume a liderança em produção e área plantada, respondendo por mais de 80% da produção nacional. A produção

de laranjas frescas para exportação, entretanto, apresenta três problemas limitantes: cancro cítrico, pinta-preta e moscas-das-frutas, destinando-se assim, a maior parte da produção paulista à indústria de suco concentrado (SOUZA FILHO et al., 2003).



Figura 4- Queda de frutos de laranja doce cv. Hamlin devido ao ataque de moscas-das-frutas no município de Mogi-Mirim-SP. Abril, 2017.

Estima-se que a redução no volume de produção de citros em razão do ataque de moscas-das-frutas possa ser de 30% a 50% (Figura 4). A importância relativa das moscas-das-frutas varia de acordo com o ano agrícola, a região produtora e a cultivar. Os prejuízos causados são mais severos nas regiões Centro-Leste e Sudoeste paulistas, onde a situação se tem mostrado grave (ZUCCHI et al., 2004; RAGA, 2005).

É importante salientar que os frutos cítricos não são hospedeiros preferenciais de tefritídeos, entretanto, mesmo em baixos níveis de infestação, são muito afetados pelo seu ataque, apresentando sintomas de amarelecimento precoce e queda (Figura 4) (RAGA; SOUZA FILHO, 2012; RAGA; GALDINO, 2017).

Raga et al. (2004) observaram que frutos coletados em 25 municípios do estado de São Paulo estavam predominantemente infestados por *A. fraterculus* (77%) seguido de *C. capitata* (1%) sendo o restante correspondente a lonqueídeos. Segundo esses autores entre laranjas doces, as cultivares Pêra, Hamlin, Natal e Bahia apresentaram os maiores índices médios de infestação (0,8; 0,8; 0,9 e 1,0 pupário/ fruto, respectivamente).

Com base no número de fêmeas, no município de Araruama-RJ, *A. fraterculus* foi mais abundante nos pomares cítricos das cultivares Seleta, Lima, Dancy e Poncã. Nos pomares das cultivares Bahia e Folha Murcha, *Anastrepha sororcula* e *C. capitata* foram as mais numerosas, respectivamente (SOUZA et al., 2008).

Frutos de laranja da variedade Seleta parecem ser igualmente suscetíveis aos tefritídeos (*A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula*) e lonqueídeos (*N. glaberrima* e *N. zadolicha*). Laranja Lima foi apenas infestada por lonqueídeos. *C. capitata* foi a principal espécie infestante de Folha Murcha, porém o número de fêmeas de *Neosilba* foi superior. As tangerinas Dancy e Poncã também foram suscetíveis aos tefritídeos e lonqueídeos (SOUZA et al., 2008).

Em pomares cítricos no Mato Grosso do Sul, o número de moscas *Neosilba* recuperados (3.360) de frutos foi altamente superior ao número de *Anastrepha* (2) e de *C. capitata* (66) sugerindo ser impossível os tefritídeos terem produzido tantas puncturas em laranja para permitir a oviposição de lonqueídeos necessárias para um nível populacional tão elevado. Esses resultados são indicativos da importância econômica de *Neosilba* spp. em frutos de *Citrus* (UCHÔA-FERNANDES, 1999).

Uchôa-Fernandes et al. (2003) observaram também no Mato Grosso do Sul, a predominância de *Neosilba* e este gênero como o único que emergiu de frutos de laranja. Os autores afirmam que espécies deste gênero têm importância econômica como praga de citros neste Estado.

O Estado de São Paulo tem aproximadamente 600 mil hectares de laranja doce, com diferentes variedades frutificando durante todo o ano. Esse fato pode contribuir para a dominância e constância *N. zadolicha* entre os lonqueídeos (RAGA et al., 2015).

Uchôa-Fernandes (1999) não encontrou correlação entre o número de adultos de moscas frugívoras capturadas em armadilhas McPhail e o número de larvas e de adultos de tefritídeos criados de laranjas naturalmente infestadas.

Neosilba spp. foram recuperados de 38% das amostras de frutos de *C. sinensis*, *C. aurantium*, *C. reticulata*, tangor 'Murcot' (*Citrus reticulata* blanco x *Citrus sinensis*), *Fortunella* sp. e *C. limonia*. Kunquat teve o maior índice de infestação relativa de *Neosilba* spp. (62,3%) (RAGA et al. 2004)

Dentre os lonqueídeos coletados, as espécies de *Neosilba* tiveram uma predominância absoluta, principalmente em laranja e tangerina nos municípios de Terenos e Anastácio-MS (UCHÔA-FERNANDES, 1999).

Também no Matro Grosso do Sul, foram coletadas 26 espécies de moscas frugívoras em armadilhas McPhail abastecidas com proteína de milho (5%), sendo 25 de *Anastrepha* além de *C. capitata*. Esta espécie foi a mais abundante, frequente e dominante. As espécies *A. daciformis*, *A. obliqua*, *A. punctata*, *A. sororcula*, *A. dissimilis*, *A. striata* e *A. pickeli* foram consideradas muito abundantes e muito frequentes. Quando a composição das espécies de moscas-das-frutas coletadas nesta região é comparada com outras regiões do Brasil, observam-se diferenças consideravelmente contrastantes, devido provavelmente a característica climática e composição da flora, peculiar a cada bioma (UCHÔA-FERNANDES et al., 2003).

Frutos com grau avançado de ataque de moscas-das-frutas, que não tenham caído precocemente da planta, podem favorecer o aparecimento de insetos oportunistas em razão dos danos ocasionados, como os orifícios de saída da larva e a polpa em decomposição, pois essas condições proporcionam um ambiente adequado para o desenvolvimento de besouros da família Nitidulidae (pequenos besouros de cor castanha) e moscas da família Drosophilidae, cujas larvas muitas vezes podem ser confundidas com as de moscas-das-frutas (SOUZA FILHO et al., 2003).

3.4 Manejo de moscas-das-frutas

O fruticultor brasileiro gasta grande quantidade de inseticidas aplicados em cobertura para o controle de moscas-das-frutas, sem o conhecimento adequado das espécies infestantes, do grau de infestação, da distribuição das plantas hospedeiras, do controle biológico natural, do nível de resistência varietal e da eficácia das técnicas de controle químico (RAGA, 2005).

De acordo com NAVA; BOTTON (2010), um grande problema na produção de frutas é o ataque de moscas-das-frutas quando não há detecção por um sistema de monitoramento. O controle racional e eficiente das moscas-das-frutas tem como pré-requisito o conhecimento do momento adequado para iniciar as medidas de controle. O monitoramento populacional permite o acompanhamento da flutuação da praga em uma certa área ou a detecção de espécies exóticas. Assim o monitoramento permite caracterizar a população dos tefritídeos do ponto de vista quantitativo e qualitativo (NASCIMENTO et al., 2000).

Armadilhas McPhail têm sido amplamente utilizadas para monitoramento de moscas-das-frutas em várias partes do mundo, especialmente para espécies de *Anastrepha* e *Bactrocera*. Nessas armadilhas são utilizadas soluções atrativas à base de proteína hidrolisada (MCPHAIL 1939; HEAT et al., 1994; FLATH et al., 1989; ROS et al., 2002) por não existirem

feromônios sexuais produzidos em escala comercial para monitorar espécies de *Anastrepha* (VILELA; DELLA LUCIA, 2001). Armadilha do tipo Jackson emprega o paraferomônio trimedlure que atrai exclusivamente machos de *C. capitata* (IAEA, 2007) ou metil-eugenol para *B. carambolae* (NASCIMENTO et al., 2000).

A elevação do pH, com adição de bórax, melhora o poder atrativo da proteína hidrolisada Milhocina®. Misturas de Milhocina® e Bórax, além de BioAnastrepha atraem fêmeas e machos de *C. capitata* e *A. fraterculus*. A partir de sete dias de exposição a campo, soluções de proteína hidrolisada apresentam redução significativa na atratividade de tefritídeos (RAGA; VIEIRA, 2015).

O uso de atrativos em forma de solução protéica disponíveis no mercado internacional para armadilhas McPhail, como Nu-Lure e Torula®, é reduzido em países da América Latina (PIÑERO et al., 2003), devido ao alto custo destes produtos e à falta de disponibilidade no mercado de suprimento para monitoramento de pragas (RAGA; VIEIRA, 2015). No Brasil, melaço de cana-de-açúcar e sucos de frutas são atrativos empregados em muitas áreas frutícolas em detrimento de proteínas hidrolisadas, tanto para monitoramento como para o preparo de iscas tóxicas (MONTES; RAGA, 2006) o que em muitos casos, tem comprometido os resultados do monitoramento, devido à falta de padrão de qualidade e consequente baixa eficácia de captura desses insetos (RAGA et al., 2006).

Apesar de não existirem estudos específicos determinando o nível de controle para moscas-das-frutas, recomenda-se que esse parâmetro seria de um adulto de *Anastrepha* por armadilha por dia e dois machos por armadilha por dia para *C. capitata* ou *B. carambolae* em armadilhas Jackson (NASCIMENTO et al., 2000).

Ainda não há parâmetros confiáveis em relação ao nível de controle para culturas cítricas. O índice aplicado nas condições do Estado de São Paulo ainda é baseado em experiências pessoais e na literatura internacional, variando na faixa entre 0,1 e 1 adulto/armadilha/dia (MAD). Levando-se em consideração as diferenças das zonas de produção, plantas hospedeiras, condições climáticas locais e variedades cítricas em produção, a faixa aceita para MAD nas condições deste Estado ainda é rigorosa, mas assume a necessidade de controle quando a população no pomar ainda é baixa, evitando-se que as fêmeas iniciem a oviposição no talhão (RAGA; SOUZA FILHO, 2012).

Em levantamentos com armadilhas abastecidas com atrativo alimentar, UchôaFernandes (1999) obteve quase o triplo de espécies do que em amostragens de frutos, ainda que o tempo de amostragem de frutos tenha sido maior do que a exposição de armadilhas

em campo. Esses resultados servem para indicar a importância do uso de armadilhas com semioquímicos em estudos sobre a diversidade de espécies desses tefritoídeos.

Em alguns países como EUA e da comunidade europeia, a disponibilidade de sistemas de monitoramento baseados no uso de semioquímicos confiáveis e de baixo custo tem sido uma ferramenta valiosa para os agricultores. O uso destes sistemas de monitoramento tem proporcionado o uso mais racional e eficiente dos inseticidas nos últimos 25 anos. *Ceratitis capitata*, *B. carambolae* e *Bactrocera oleae* Gmelin estão entre as espécies mais frequentemente monitoradas com o uso de semioquímicos (Tabela 1) (JONES, 2014).

O uso de mapeamento com GPS e sensoriamento remoto tem avançado significativamente durante a última década. Informações espaciais mostrando a distribuição da praga em um pomar, advindas de armadilhas eletrônicas abastecidas com feromônios ou aleloquímicos ou atrativos alimentares sintéticos, podem fornecer ao produtor informações valiosas para as decisões do manejo de moscas-das-frutas, levando-o a obter vantagens econômicas em termos de uso racional da mão-de-obra, máquinas e produtos, como requer as boas práticas de MIP. Uma vantagem adicional é que essas armadilhas podem conter câmeras incorporadas em suas estruturas e enviar imagens das capturas obtidas em localidades remotas até os observatórios centrais, onde as decisões de manejo são tomadas e gerenciadas, sem a necessidade de visita de campo (JONES, 2014).

3.5 Importância do atrativo no sucesso econômico da empresa rural frutícola

A dificuldade de se estabelecer um programa de controle de espécies-praga de moscas-das-frutas é que sua eficácia é dependente entre outros fatores, da disponibilidade de bons atrativos e armadilhas (SALLES, 1999; NASCIMENTO et al., 2000), tanto para os sistemas de monitoramento como para o emprego de iscas tóxicas (ALUJA, 1994).

Andrade et al. (2012) afirmam que a especialização que vem ocorrendo na agricultura através do desenvolvimento de novas tecnologias de monitoramento e controle de pragas, mecanização, adubação entre outras, proporcionam melhorias na qualidade e na produtividade agrícola mas também deixam o custo de produção bastante elevado. Este fato, aliado à sazonalidade dos preços de comercialização, fazem com que haja riscos relativos à recuperação do capital investido, fazendo com que o produtor precise encarar sua propriedade como uma empresa rural. Para isso deve conhecer todos os fatores que afetam em maior ou menor grau o seu custo de produção.

De acordo com Andrade et al. (2012) a finalidade do levantamento de custos é atender duas importantes tarefas: a gestão da atividade e a tomada de decisão. Como ferramenta de tomada de decisão, sua missão é gerar informações relevantes, no que diz respeito às consequências de curto e longo prazo das alternativas de escolhas da empresa agrícola, tais como a escolha de variedades, método de plantio, irrigação, método de monitoramento e ações controle de pragas. Os autores ainda afirmam que atualmente, os produtores que não tiverem planejamento e controle de seus negócios enfrentarão dificuldades para se manter no mercado e só conseguirão isto com controle de custos e planejamentos eficientes, buscando avanço tecnológico e analisando aspectos peculiares da atividade.

Várias espécies de moscas-das-frutas podem ocorrer em pomares de laranja doce, tangerina e outras frutíferas, mas apenas algumas espécies infestam os frutos. Uma implicação prática desses resultados é que se pode superestimar a densidade da população de moscas-das-frutas em um pomar, quando baseada no número de moscas por armadilha, devido à captura de espécies que não infestam os frutos de interesse comercial (SOUZA et al., 2008).

Além disso, atrativos ineficientes e não seletivos proporcionam uma subestimação de populações de tefritídeos, pois segundo Lasa (2017), a proteína hidrolisada utilizada como atrativo, degrada rapidamente e geralmente requer sua substituição em intervalos de uma ou duas semanas, mudando rapidamente de cor, ficando com aspecto de putrefada, causando a captura de insetos não alvo e a desintegração das espécies de moscas alvo no líquido.

No manejo de moscas-das-frutas uma dessas peculiaridades é a confiabilidade e a qualidade da informação que o atrativo escolhido para o monitoramento populacional proporciona, já que esta informação vai determinar a tomada de decisão de controle ou não controle, diante de determinado nível populacional da praga em pomares comerciais, impactando diretamente no Custo Operacional Efetivo (COE), no Custo Operacional Total (COT) e finalmente no Lucro Operacional que é obtido pela diferença entre a Receita Bruta e o COT, de acordo com a metodologia de Matsunaga et al. (1976).

COE corresponde às despesas diretas com desembolso financeiro desde o preparo do solo até a colheita como as operações agrícolas, empreitas e material consumido. O COT é obtido pela somatória do COE acrescido de outros custos operacionais como depreciação de maquinários e implementos pelo método linear, outras despesas (estima-se 5% do COE) e juros de custeio. A Receita Bruta é o valor obtido pela Produtividade x Preço Unitário.

Dessa forma, entende-se que a decisão errônea de não controle, por causa de não atingir o nível e controle, embora não aumente momentaneamente os custos de produção,

prejudica a lucratividade, devido à posterior queda de frutos e redução da produtividade. Ao passo que a decisão errônea de controle (atrativo induziu super estimação do nível de infestação) gera custos com medidas de controle que na realidade não são necessárias, aumentando o custo de produção sem proporcionar o retorno do capital investido, já que não existe nível populacional que esteja prejudicando a produtividade.

3.6 Tópicos sobre o desenvolvimento de atrativos para captura moscas-das-frutas

3.6.1. Fatores que afetam a atratividade de moscas-das-frutas

O desenvolvimento de métodos efetivos de armadilhamento depende do conhecimento dos fatores que afetam a atividade temporal e espacial das espécies alvos. Esses fatores podem ser divididos em dois tipos de acordo com sua origem: exógenos e endógenos. Aqueles exógenos incluem as várias condições ambientais bióticas e abióticas, tais como temperatura, precipitação, umidade, risco de predação e disponibilidade de recursos (ex. fenologia do hospedeiro e sazonalidade (DÍAZ-FLEISCHER et al., 2014)). Estudos mostram que é importante considerar dados climatológicos e biológicos quando se monitora populações de moscas-das-frutas, pois as dinâmicas populacionais destes insetos são diretamente influenciadas pela temperatura, umidade relativa e mudanças na estrutura da vegetação (BIRKE et al., 2013).

Fatores endógenos são aqueles relacionados ao estado fisiológico do inseto que podem modificar o nível motivacional e levar a diferentes buscas ou forrageamento por determinados recursos. São eles: espécie, sexo, condição fisiológica, estado nutricional, status de cópula, desenvolvimento sexual e idade (DÍAZ-FLEISCHER, 2009). Adicionalmente, insetos estéreis e aqueles tratados com hormônios juvenoides ou aromaterapia representam variáveis que podem gerar distintas respostas variáveis aos sistemas de armadilhamento (DÍAZ-FLEISCHER et al., 2014).

Os fatores endógenos provocam grandes mudanças no comportamento de busca por recursos. Prokopy et al. (1991) observaram que um número maior de fêmeas de *B. tryoni* (Froggatt) com privação de alimentação proteica preferiram fontes de alimento ao invés de frutos hospedeiros, quando oferecidos lado a lado. Fêmeas alimentadas previamente com proteínas preferiram os frutos e apresentaram comportamento de oviposição, fato não observado nas fêmeas privadas de proteínas que pousaram nos frutos.

Os resultados de Piñero et al. (2002) mostraram que adultos sexualmente maduros, principalmente fêmeas, responderam com maior intensidade aos diferentes atrativos alimentares testados em comparação com indivíduos sexualmente imaturos. Os autores também observaram que o tipo de alimentação com a qual os insetos foram criados influenciou significativamente na resposta de machos e fêmeas de quatro espécies estudadas (*A. ludens*, *A. striata*, *A. serpentina*, *A. obliqua*), sendo que a resposta de indivíduos sexualmente imaturos foi em geral baixa (principalmente quando os adultos foram criados com dieta de sacarose e proteína).

Em túnel de vento, expondo moscas maduras ou imaturas a quatro doses crescentes de amônia, Kendra et al. (2005) observaram diferenças nas respostas apenas para as duas doses mais altas, que foram mais atrativas para fêmeas sexualmente maduras.

A utilização de suco de frutas em diferentes concentrações, em determinadas condições, apresenta atratividade semelhante a proporcionada por proteína hidrolisada para *A. fraterculus* (MALAVASI et al., 1990; SALES, 1997; CHIARADIA; MILANEZ, 2000; SCOZ, 2006). Porém, a falta de padrão e precisão na concentração e principalmente na composição química destes atrativos, faz com que seu desempenho apresente grande variação (RAGA et al., 2006; EPSKY et al., 2015).

3.6.2 Semioquímicos

O futuro do MIP estará intimamente ligado com o uso de semioquímicos que modificam o comportamento dos insetos (METCALF, 1994). Semioquímicos são substâncias químicas que influenciam o comportamento ou iniciam processos fisiológicos, mas atuam apenas como sinais, não tendo efeito fisiológico direto além da interação com sistemas sensoriais (HICK et al., 1999).

O termo semioquímico (Grego: *sêmeion*, marca ou sinal) foi proposto em 1971 por Law e Regnier para descrever as substâncias envolvidas nas interações químicas entre organismos. Os semioquímicos são subdivididos em dois grupos principais: feromônios e aleloquímicos, dependendo do tipo de interação ser de origem intra ou interespecífica, respectivamente (NORDLUND; LEWIS, 1976).

Tefritídeos, de maneira geral, utilizam sinais químicos para intermediar as interações intra e interespecíficas (LIMA-MENDONÇA et al., 2014). Esses compostos servem para muitas finalidades (GULLAN; CRANSTON, 2010), não se restringindo apenas a

comportamentos vitais (alimentação e reprodução), mas também para uma melhor percepção do ambiente a sua volta (JANG et al., 1997).

Estas substâncias incluem feromônios que regulam a comunicação intraespecífica de alarme, agregação, marcação de trilha e comportamento de cópula; e aleloquímicos que regem interações interespecíficas (NORDLUND; LEWIS, 1976). Para uso no controle de insetos, semioquímicos tem importantes vantagens de seletividade ecológica e fisiológica e frequentemente atividade biológica extremamente alta (expressa de picogramas a nanogramas no local de recepção da antena) (METCALF, 1994).

Após décadas de pesquisa e desenvolvimento, feromônios e outros semioquímicos tornaram-se uma estratégia indispensável em programas de manejo de pragas agrícolas e vetores de doenças, sendo utilizados especialmente para os seguintes objetivos: 1) detecção e monitoramento populacional de insetos; 2) captura massal de insetos; 3) controle utilizando formulação combinada de semioquímicos e inseticida, e 4) interrupção de cópula (UJVÁRI et al., 2000).

3.6.3 Feromônios e Aleloquímicos

No caso de moscas-das-frutas, são os machos que produzem o feromônio sexual. Geralmente, as fêmeas atraídas por emissões do feromônio sexual ganham acesso simultâneo a machos e à planta hospedeira, que serve como alimento ou substrato de oviposição (VILELA; KOVALESKI, 2000). As fêmeas de muitas espécies de *Anastrepha*, após realizarem a postura, marcam a superfície do fruto com um feromônio de marcação de oviposição, que contribui para que outras fêmeas não realizem a postura no mesmo local infestado, evitando superinfestação e canibalismo de larvas mais novas por larvas mais velhas (BIRKE et al., 2013).

Uma gama de isoprenoides voláteis pode ser emitida por *A. suspensa* e *A. ludens*, entre eles os sesquiterpenos α -farneseno, β -bisaboleno e α -trans-bergamoteno além de três lactonas: anastrephina, epianastrephina e suspenolide. *Anastrepha suspensa* também produz o monoterpeneo (Z)- β -ocimene, enquanto *A. ludens* produz limoneno (HICK et al., 1999). Brízová et al. (2013) identificaram em diferentes populações de *A. fraterculus* 14 compostos voláteis constituídos de terpenoides, álcoois e aldeídos: p-Cymeno, 2-Etilhexan-1-ol, Limoneno, (Z) β -Ocimeno, Nonanal, (Z)-3-Nonen-1-ol, (E,Z)-3,6-Nonadien-1-ol, Decenal, (Z,E)- α farneseno, Germacreno D, (E,E)-Suspenolideo, (E,E)- α -Farneseno, Anastrefina e Epianastrefina.

De modo geral, cairomônios são frequentemente efetivos na atração de adultos machos e fêmeas, além de serem altamente específicos para uma espécie e geralmente terem baixa ou nenhuma atratividade para parasitoides e predadores (METCALF, 1994).

Semioquímicos de plantas hospedeiras podem atrair machos de algumas espécies aumentando as chances de encontro de fêmeas, desempenhando um papel importante de intermediação, principalmente para espécies com uma gama restrita de hospedeiros (TAN; NISHIDA, 2011).

Vera et al. (2013) observaram maior frequência de cópula em populações selvagens e de laboratório, além da antecipação do início do amadurecimento sexual, quando expostos a frutos de goiaba, sendo que quando expostos a frutos de manga esses efeitos não foram observados.

Fêmeas já copuladas de *B. dorsalis* (Hendel) apresentaram comportamento de atratividade para semioquímicos da planta não hospedeira denominada árvore-da-felicidade (*Polyscias guilfoylei* W. Bull), extraídos com o solvente cloreto de metileno. A descoberta de semioquímicos de plantas não hospedeiras e que sejam atrativas para fêmeas de moscas-dasfrutas não é um fato inesperado, já que muitos voláteis estão presentes, em plantas hospedeiras ou não, fornecendo informações aos insetos sobre o ambiente, modulando ou orientando melhor seu comportamento, ficando para os semioquímicos oriundos de frutos hospedeiros a função de cairomônio (JANG et al., 1997).

3.6.3.1 Óleos essenciais de laranja

O suco de laranja possui um aroma delicado e suave que é facilmente modificado pelo seu processamento (HAYPEK et al., 2000). O aroma resulta da mistura de centenas de compostos orgânicos diferentes em baixas concentrações, partes por milhão ou partes por bilhão, sendo resultado da soma do impacto individual de cada um de seus componentes e pela da interdependência de concentração entre eles (MOSHONAS et al., 1993). São relatados milhares de compostos identificados, entre eles ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, hidrocarbonetos, mercaptanos, terpenos, éteres e lactonas (CABRAL et al., 2010). Este é o principal produto da indústria de citros, porém alguns subprodutos de valor são obtidos durante o processo de obtenção do suco: óleos essenciais, D-limoneno, terpenos, líquidos aromáticos e farelo de polpa cítrica. Frutos cítricos são abundantes em limonoides, fitoquímicos que estão sendo estudados por suas propriedades antivirais, antifúngicas, antibacterianas e

antioxidantes além de terem mostrado efetividade como inseticidas em cultivos tradicionais e em testes em laboratório (CABRAL, 2010).

O suco concentrado congelado de laranja é tradicionalmente produzido pela concentração do suco prensado-congelado em evaporadores multiestágios a vácuo. A mistura de substâncias voláteis como aldeídos, álcoois, terpenos entre outros, são recuperados pelo sistema de recuperação de essência. O sistema de recuperação de essências consiste de uma coluna de fracionamento e uma série de condensadores e lavadores de gases, dos quais dois produtos são obtidos: a fase óleo (ODL) ou óleo destilado de laranja e a fase aquosa (solúvel em água). Essas duas misturas são adicionadas de volta ao suco congelado concentrado em diferentes proporções para restaurar parte do sabor de laranja fresca que foi perdido durante o processo (HAYPEK et al., 2000).

O óleo essencial de laranja (OEL) é extraído da casca da laranja durante o processamento do suco desta fruta, sendo um flavorizante básico na maioria dos produtos cítricos. O óleo extraído de variedades de variedades de *Citrus sinensis* é o flavorizante mais abundante e usado em maior frequência pela indústria (GAFFNEY et al., 1996).

Óleos essenciais de laranja são uma mistura complexa de voláteis (HÖGNADÓTTIR; ROUSEFF, 2003). Estes óleos têm uma extensa aplicação nas indústrias de alimento e farmacêuticas. Podem ser diretamente usados como aromatizantes em bebidas, sorvetes e outros alimentos, medicações, cosméticos, como sabonetes e perfumes e assim como pelas indústrias de produtos de limpeza (CABRAL et al., 2010).

Considerando os constituintes da laranja, o óleo essencial tem sido estudado de forma mais intensiva. Mais de 220 componentes foram identificados na sua composição. O óleo é predominantemente composto de 96% de hidrocarbonetos terpênicos (limoneno presente em maior proporção); entretanto contém também 1,6% de aldeídos (principalmente octanal e decanal), 0,8% de álcoois (especialmente linalool), 0,3% de esterres (neril acetato e octil acetato), e 1% de compostos não voláteis como carotenoides, tocoferóis, flavonoides, hidrocarbonetos, ácidos graxos e esteróis (GAFFNEY et al., 1996).

A percepção do aroma e qualidade do efeito flavorizante depende da composição óleos essenciais de laranja, que varia consideravelmente em função da cultivar, maturidade e condições de processamento usadas para extrair e concentrar o suco (HÖGNADÓTTIR; ROUSEFF, 2003). Os três principais compostos voláteis dos citros são metanol, etanol e acetaldeído. Em relação aos óleos cítricos, os terpenos representam a principal classe de compostos, constituindo-se principalmente por D-limoneno. Os terpenoides oxigenados, que

são os menores constituintes, contribuem com maior intensidade ao aroma do óleo (CABRAL et al., 2010).

O óleo essencial de laranja apresenta uma proporção predominante de terpenos (>90%) e, apesar disso, esses hidrocarbonetos contribuem com menor importância para o aroma do óleo essencial quando comparados aos compostos oxigenados. Terpenos insaturados se mostram inconvenientes pois são quimicamente instáveis tendendo a mudar suas estruturas químicas em contato com ar, luz e água. Esses compostos modificados são indesejados pois proporcionam sabores indesejáveis (off flavors) quando utilizados para aromatizar produtos, portanto devem ser retirados da mistura. Este processo conhecido como deterpenação pode ser realizado por destilação, adsorção e extração com CO₂ e origina uma mistura de terpenos cítricos (TC) como subproduto (DUGO et al., 1995; MOYLLER; STEPHENS, 1992).

Katsoyannos et al. (1997) sugerem que compostos de suco de laranja atrativos a *C. capitata*, se isolados, identificados e sintetizados podem fornecer uma ferramenta muito útil para monitoramento e controle desta espécie.

3.6.4 Paraferomônios

Howllet (1915) fez a primeira identificação de uma substância química moduladora do comportamento de um inseto. O caimônio denominado metil eugenol, atrativo para machos de parte das espécies de *Bactrocera*, foi identificado como a substância responsável pela atratividade desse grupo ao capim-citronela (*Cymbopogon nardus*) e flores de papaia (*Colocasia antiquorum*). É um composto químico comum encontrado em mais de 450 espécies de plantas de 80 famílias, com importâncias diversas, como atração de polinizadores (sinomônio), defesa contra insetos fitófagos, nematoides fitopatogênicos, potencializando o desempenho de cópula de machos de *Bactrocera*, podendo existir como constituintes de metabólitos primários ou secundários (TAN; NISHIDA, 2011).

Esta substância atua como caimônio para pelo menos 58 espécies de *Bactrocera* spp., sendo atrativo para *B. dorsalis*, quando aplicado em papel filtro a 10⁻¹⁰ g/cm² e causa efeito fagoestimulante a 10⁻⁹ g g/cm² (METCALF, 1994).

No Brasil, a pesquisa e registro de feromônios e paraferomônios são regulados pelo Decreto 4.074, de 04/01/2002. O metil eugenol é registrado no Brasil e tem uso permanente do Programa Nacional de Combate à Moscas-das-frutas, para emprego em sistemas de monitoramento e erradicação da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) na região norte do país (GALDINO, RAGA, 2016).

Cetona de framboesa, que funciona como cairômonio para pelo menos 176 espécies de *Bactrocera*, é atrativa e fagoestimulatória para machos de mosca-do-melão *B. cucurbitae* (Coquillett), em uma faixa de 10^{-10} a 10^{-8} g. Em armadilhamento a campo, machos de *B. dorsalis* são capturados em armadilhas de cola delta com uma pequena quantidade de 10^{-6} g de metil-eugenol e machos de *B. cucurbitae* com 10^{-5} g de cetona de framboesa (METCALF, 1994).

Trimedlure é um atrativo sintético específico para machos de *C. capitata*, usado por muitos anos como melhor atrativo em armadilhamentos para pesquisas e detecção de moscasdo-mediterrâneo. Se trata de um paracairômônio de alpha-copaene sendo uma mistura de 8 estereoisômeros do tert-butil 4-(ou 5)-chloro-2-metilciclohexano carboxilato (BEROZA et al., 1961; METCALF, 1994).

3.6.5 Semioquímicos de função alimentar

Tefritídeos adultos necessitam de água, carboidratos e proteínas para atingir a maturidade sexual (BATEMAN, 1972). A aivez, principalmente de fêmeas, por fontes de proteína faz com que os atrativos mais comumente utilizados atualmente para moscas-dasfrutas sejam proteicos (RIOS et al., 2005). A fonte nitrogenada da maioria dos atrativos proteicos disponíveis no mercado brasileiro é milhocina, subproduto originário da indústria do processamento de milho (RAGA; VIEIRA, 2015).

O nitrogênio amoniacal em sua forma gasosa é um dos principais compostos finais da decomposição dos atrativos proteicos, sendo um composto químico chave no poder atrativo de moscas-das-frutas (GOW, 1954; EPSKY et al., 1997). Atrativos baseados em componentes orgânicos, como putrescina, trimetilamina, acetato de amônio ou proteína líquida hidrolisada têm sido usados com sucesso como atrativos em programas no exterior para detecção e monitoramento de muitas espécies de moscas-das-frutas (Tabela 1) (HEATH et al., 1997). A amônia atrai tanto fêmeas maduras como não maduras sexualmente, mas existem diferenças nas repostas relacionadas com a taxa de liberação. Uma diminuição nas capturas com o aumento da concentração sugere que a amônia em altos níveis pode ser menos atrativa ou possivelmente repelente para *A. suspensa* (KENDRA et al., 2005).

O atrativo alimentar sintético, composto de acetato de amônio (AA), putrescina (PT) e trimetilamina (TMA) (Biolure, Sutterra LLC, Bend, OR), emite substâncias químicas voláteis que são constituintes do odor de atrativos proteicos e outros materiais naturais atrativos para moscas-das-frutas (SOOKAR et al., 2006).

Outro atrativo sintético de nome comercial AFF (Advanced Pheromone Technologies, Inc., Maryhults, OR, USA) emite amônia, metilamina, putrescina e 1-pirrolina. AFF é similar ao Biolure pois ambos emitem amônia e putrescina como componentes ativos e 1-pirrolina como subproduto da putrescina. A diferença entre os dois atrativos é a liberação de metilamina pelo AFF enquanto Biolure emite ácido acético, além do que AFF libera mais amônia e 1-pirrolina do que BioLure (ROBACKER; CZOKAJLO, 2005 a).

Sookar et al. (2006) compararam o desempenho de armadilhas McPhail abastecidas com os mesmos atrativos (AA+PT+TMA) e duas diferentes formas de retenção dos insetos capturados: 300 ml de água ou armadilha adesiva (seca). Os experimentos foram conduzidos em duas localidades com diferentes altitudes (Pointe aux Sables (5-20 m a.n.m) e Beau Bassin (290-355 m a.n.m.) em Mauritius, durante o verão quente e úmido. Em ambos os experimentos capturas com armadilhas usando água como meio de retenção foram maiores do que aquelas com armadilha adesiva. Torula® e NuLure desempenham melhor atratividade sob condições de baixa umidade e altas temperaturas (IAEA, 2007).

A combinação de acetato de amônia e putrescina com uma composição (*blend*) de voláteis atrativos sintéticos do fruto *Spondias mombin* L. não melhorou as capturas de ambos os sexos de *A. obliqua* (LOPEZ; GUILLEN, 2010).

O custo de atrativos alimentares sintéticos é maior do que o custo de atrativos proteicos convencionais, entretanto, uma análise de custos deve levar em consideração o fato de que atrativos alimentares sintéticos demandam menos mão-de-obra e têm maior duração a campo (IAEA, 2007).

Tabela 1 - Armadilhas e atrativos* recomendados para espécies exóticas de moscas-das-frutas nos EUA (USDA, 2015).

Espécie alvo		Arm. Mc Phail 10% PG + Água	Arm. Multilure 10% PG + Água			Arm. Jackson com cartão adesivo		
		LT	LT	2C	3C	TML	ME1	CUE5
Anastrepha	<i>A. ludens</i>	x	x	x				
	<i>A. fraterculus</i>	x	x	x				
	<i>A. obliqua</i>	x	x	x				
	<i>A. serpentina</i>	x	x	x				
	<i>A. striata</i>	x	x	x				
	<i>A. suspensa</i>	x	x	x				
Bactrocera	<i>B. albistrigata</i>	x	x					x
	<i>B. correcta</i>	x	x				x	
	<i>B. cucurbitae</i>	x	x					x
	<i>B. dorsalis</i> complexo: <i>B. papaye</i> ; <i>B. philippinensis</i> ; <i>B. carambolae</i> , etc.	x	x				x	
	<i>B. facialis</i>	x	x					x
	<i>B. latifrons</i>	x	x					
	<i>B. tryoni</i>	x	x					x
	<i>B. zonata</i>	x	x				x	
Ceratitis	<i>C. capitata</i>	x	x		x	x		
	<i>C. rosa</i>	x	x		x	x		

*Propileno Glicol (PG), Levedo de Torula (LT), Atrativo sintético com 2 componentes (2C), Atrativo sintético com 3 componentes (3C); Trimedlure (TML); Metil-eugenol 1% dibrom (ME1), Cuelure 5% dibrom (CUE 5)

3.6.6 Métodos para estudar atratividade de compostos para moscas-das-frutas

Diferentes bioensaios podem ser realizados para avaliar o efeito de substâncias derivadas de compostos químicos naturais, sintéticos, provenientes de microorganismos ou outras fontes para obter discriminação entre diferentes níveis de dose-resposta. Alguns deles são conduzidos em olfátômetros (JANG; NISHIJIMA, 1990; GOTHILF; GALUN, 1982), testes com gaiolas em condições de campo contendo armadilhas para captura dos insetos (RAGA; VIEIRA 2015;

DIAS-SANTIZ et al., 2016). Também se utilizam olfatômetros ou arenas onde se cria uma corrente de ar que transporta os voláteis a serem avaliados. Quando o comportamento do inseto exige, são utilizados túneis de vento que permitem o voo dos insetos enquanto estes seguem um rastro de semioquímicos. O desenho dos olfatômetros, arenas e túneis de vento são muito variáveis dependendo do tamanho e características biológicas de cada espécie estudada (MORAES et al., 2003).

A identificação de qual ou quais substâncias dentro de uma mistura de voláteis provocam respostas comportamentais em moscas-das-frutas pode ser realizada com uma sequência de análises que consta de: bioensaios para avaliação comportamental do inseto exposto à fonte da mistura de voláteis; determinação dos voláteis que ativam respostas elétricas nas antenas por cromatografia a gás acoplada à eletroantenografia (GC-EAD); identificação destes voláteis por cromatografia a gás e espectrometria de massa (GC-MS) e então teste da atividade biológica do *blend* sintético composto pelas substâncias identificadas comparada com a fonte original dos voláteis em bioensaios (DIAS-SANTIZ et al., 2016).

3.7 Métodos de controle de moscas-das-frutas baseados em semioquímicos

A proteção do produto vegetal a ser comercializado é o foco dos produtores ao aplicarem inseticidas. No entanto a redução populacional de adultos de moscas-das-frutas apenas por meio de inseticidas pode ser considerada limitada no tempo e no espaço, devido as características intrínsecas de várias espécies de Tephritidae, como alta fecundidade, elevada fertilidade, polifagia, migração e a existência de outros nichos para abrigo e alimentação (RAGA, 2005). Com a mudança do perfil do consumidor, aliado à conscientização dos riscos da presença dos resíduos de agrotóxicos nos frutos, a pesquisa científica tem buscado alternativas ecologicamente apropriadas para o controle de insetos-praga. A exigência dos países importadores de frutos *in natura* tem sido crescente no que diz respeito a qualidade do produto, especialmente com relação a presença de resíduos de agrotóxicos. A utilização destas substâncias na agricultura deve ser feita sob cuidados especiais, procurando evitar, sempre que possível, sua utilização. Os programas de manejo integrado de pragas em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como os métodos culturais, uso de atrativos, resistência varietal e controle biológico (CARVALHO et al., 2000).

Os comportamentos alimentares, sexuais e de oviposição de moscas-das-frutas são chaves para adoção de estratégias de manejo racional e eficiente de moscas-das-frutas. O domínio de mecanismos de ação de semioquímicos permite controlar comportamentos destes insetos,

causando impactos ambientais notoriamente reduzidos quando comparado ao uso de inseticidas, devido a sua especificidade para o organismo alvo. Pesquisas têm sido realizadas para que sejam determinados os efeitos entre semioquímicos e o comportamento das espécies de moscas-das-frutas visando estabelecer ou otimizar estratégias de MIP como monitoramento, captura massal, isca tóxica, estratégia de ‘atrai e mata’, técnica do inseto estéril, ‘confusão sexual’ e repelência (GALDINO; RAGA, 2016).

Semiquímicos possuem importantes vantagens, como seletividade fisiológica e ecológica, e provocam frequentemente altíssima atividade biológica nos receptores das antenas dos insetos (expressada de picogramas a nanogramas) (METCALF, 1994). O conhecimento sobre semioquímicos pode ser usado na elaboração de armadilhas e atrativos combinados com voláteis de plantas e feromônios sexuais de machos por exemplo, facilitando a captura de fêmeas virgens e também aquelas copuladas e com ovos já maduros (REDDY; GUERRERO, 2004).

Vários estudos têm sido conduzidos objetivando estabelecer a composição e a proporção correta de compostos químicos para comporem atrativos de uso prático, eficazes e específicos para as diferentes espécies praga de moscas-das-frutas em todo o mundo (NISHIDA et al., 2000; LASA et al., 2014).

O uso apropriado de atrativos no manejo integrado de moscas-das-frutas inclui: a) monitoramento da densidade da praga em relação aos parâmetros econômicos da cultura, visando o momento correto para realização do controle químico; b) detecção de infestações periféricas; c) captura massal; d) incorporação de atrativos e fagoestimulantes em iscas-tóxicas ou em culturas-armadilhas (METCALF, 1994).

Atrativos para pulverização em forma de hidrolisados proteicos e misturados com um inseticida, prática conhecida como isca-tóxica, têm sido usados por muitos anos para reduzir populações de moscas-das-frutas. Entretanto esta pulverização baseada no princípio “atrai e mata” não é muito seletiva e tem se mostrado destrutiva para inimigos naturais. A substituição da isca proteica por um semioquímico nanoencapsulado encerra o problema da seletividade e tais pulverizações têm sido utilizadas com sucesso para reduzir populações de adultos de *B. oleae* e *C. capitata* (JONES; CASAGRANDE, 2000).

Estações de isca-tóxica (*bait stations*) podem ser usadas como alternativa à pulverização contra moscas-das-frutas como uma técnica de “atrai e mata”. Neste método, é colocado na planta um dispositivo coberto com um adulticida e abastecido com um feromônio ou paraferomônio para machos ou sais atrativos de amônio ou amina para as fêmeas. Podem ser

necessários mais de 100 dispositivos por hectare para reduzir a população de moscas antes do início de um programa de MIP (JONES; CASAGRANDE, 2000).

De uma perspectiva ambiental, com o uso de *bait stations* não existe a liberação de inseticidas no ambiente, conseqüentemente existe mínimo ou nenhum contato entre pesticidas e os frutos, artrópodes benéficos e trabalhadores/aplicadores. Portanto eles representam um importante avanço sobre iscas-tóxicas (PIÑERO et al., 2014).

A adição de feromônios de moscas-das-frutas a atrativos alimentares sintéticos e odores de frutas pode incrementar o poder da atratividade e capturar com maior frequência adultos de diferentes idades e sexos. A utilização de *bait stations* mostrou-se efetiva na supressão de populações de *C. capitata* na Argentina e na proteção de frutos cítricos (IAEA, 2007). Outras táticas de controle espécie-específicas e ambientalmente favoráveis e alternativas ao controle químico podem aumentar os níveis de controle de moscas-das-frutas. Novos conhecimentos e tecnologias sobre semioquímicos viabilizaram a utilização da técnica denominada de *mass trapping* ou “captura massal” (SUCKLING et al., 2012).

Vários estudos têm sido conduzidos objetivando estabelecer a composição e a proporção correta de compostos químicos para comporem atrativos de uso prático, eficazes e específicos para as diferentes espécies praga de moscas-das-frutas em todo o mundo (NISHIDA et al., 2000; LASA et al., 2014).

O conhecimento sobre semioquímicos pode ser usado na elaboração de armadilhas e atrativos combinados com voláteis de plantas e feromônios sexuais de machos por exemplo, facilitando a captura de fêmeas virgens e também aquelas copuladas e com ovos já maduros (REDDY; GUERREIRO, 2004).

Além de compostos nitrogenados, ácido acético, álcoois, óleos essenciais, e voláteis de plantas hospedeiras ou não, são compostos citados na literatura sobre atratividade de moscas-das-frutas e seus efeitos têm sido cada vez mais compreendidos (HERNANDES-SANCHES et al., 2001; FRANCO et al., 2004; ROBACKER; RIOS, 2005; MALO et al., 2011; LISCIA et al., 2013; NAVARRO-LLOPIS; VACAS, 2014).

A adoção de novas tecnologias de produção e pós-colheita deve aumentar a eficiência dos sistemas produtivos de frutas no país, contribuindo para a redução dos custos de produção das atividades desse segmento. De acordo com dados da Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas), o uso de novas tecnologias no controle de moscas-das-frutas e no tratamento pós-colheita de uvas e mangas, no Vale do São Francisco, tem proporcionado aumento médio de produtividade, em torno de 3% ao ano, e também melhorado a qualidade das frutas (CNA Brasil, 2016).

A regulação mínima do setor de semioquímicos se faz necessária para alcançar a qualidade requerida dos produtos a serem disponibilizados no mercado de insumos agropecuários, assegurando sua eficiência e sustentando a produção, comercialização e a certificação fitossanitária no Brasil (GALDINO, RAGA, 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Experimentos em laboratório

4.1.1 Colônia de Insetos

Os insetos utilizados foram obtidos das colônias de *C. capitata* e *A. fraterculus*, mantidas no Laboratório de Entomologia Econômica (LEE) do Centro Avançado de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal do Instituto Biológico de São Paulo (CAPPSSA), em Campinas (SP) desde 1993. As larvas de *C. capitata* foram criadas em dieta artificial (RAGA et al., 1996) e as larvas de *A. fraterculus* em frutos de mamão (RAGA et al., 1993). Após a emergência, os insetos adultos foram mantidos em gaiolas de 60 cm x 35 cm x 38 cm com cerca de 500 indivíduos separados por espécie. Foram disponibilizadas água e uma mistura de 1:3 p/p de extrato de levêdo e açúcar refinado para alimentação. As gaiolas foram mantidas a 25 ± 2 °C, $70 \pm 20\%$ U.R. e fotoperíodo de 12h.

4.1.2 Dispositivos e condições de teste

Os testes foram conduzidos entre julho de 2016 e fevereiro de 2017. Os compostos atrativos foram avaliados em dois dispositivos: olfatômetro de quatro saídas e gaiolão de laboratório.

O olfatômetro foi constituído de acrílico transparente, dotado de quatro cilindros laterais e um central, com 29 cm de altura e 20 cm de diâmetro (9,1L) todos com tampas confeccionadas no mesmo material e dutos equidistantes 25 cm da cuba central (Figura 5). O gaiolão de laboratório apresentava formato cúbico, estrutura de alumínio com paredes de tela anti-afídeo e dimensões de 1m x 1m x 1m (1 m³), exceto a base constituída completamente de acrílico (Figura 6). Ambos os sistemas foram mantidos, sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade de 70

$\pm 20\%$ e fotoperíodo de 12h. Para a condução dos testes em ambos dispositivos, um volume de 1,5 ml das soluções atrativas foi disponibilizado em frascos cilíndricos de plástico (3 ml) contendo um pedaço de algodão (0,07 g).



Figura 5 - Olfatômetro utilizado nos experimentos de atrativos de moscas-das-frutas. LEE/CAPPPSA. Campinas, SP.



Figura 6 - Gaiolão com armadilhas McPhail utilizado nos experimentos de atrativos de moscas-das-frutas. LEE/CAPPPSA. Campinas, SP.

Os frascos com solução atrativa foram colocados nos cilindros periféricos do olfatômetro ou no interior de armadilhas plásticas modelo McPhail de tampa transparente e base amarela (gaiolão). Foi utilizada uma armadilha adesiva branca, em cada cilindro plástico ou armadilha McPhail, colocadas na altura de 85 cm de altura, para captura dos insetos atraídos. Nos testes em olfatômetro foram liberadas, pela abertura superficial do cilindro central, 50 fêmeas de *A. fraterculus* e 50 fêmeas de *C. capitata*. Nos testes em gaiolão, foram liberados 40 casais de *A. fraterculus* e 40 casais de *C. capitata* na abertura lateral do dispositivo. Utilizouse nos experimentos insetos com idade entre 3 e 7 dias após a emergência, fase em que as fêmeas são sexualmente imaturas (KENDRA et al., 2006) coletados em tubos cilíndricos de vidro tampados com algodão 2 horas antes da liberação nos dispositivos (RAGA; VIEIRA, 2015). Após a distribuição das substâncias nos dispositivos iniciou-se a contagem do tempo após a liberação das moscas. As posições dos atrativos em ambos dispositivos foram rotacionadas a cada nova repetição.

4.1.3 Experimentos

No primeiro experimento, foram comparadas as atratividades de três óleos essenciais obtidos da laranja doce. No segundo foram comparados atrativos alimentares orgânicos ou sintéticos. O terceiro experimento foi elaborado com as combinações entre as substâncias mais atrativas dos experimentos I e II.

4.1.3.1 Experimento I- Atratividade de três óleos essências de laranja

Os óleos essenciais utilizados nos testes foram extraídos e fornecidos pela Citrosuco, indústria de suco de laranja em Matão, Estado de São Paulo. Foram utilizados três óleos: Óleo destilado de laranja (ODL), Óleo essencial de laranja (OEL), e Terpeno Cítrico (TC). As análises físico-químicas e os principais componentes de cada óleo, identificados por cromatografia gasosa consta na Tabela 2. Os tratamentos foram diluições dos três óleos a 5, 10 e 20% em acetona 99,5% (Synth, São Paulo, Brasil) e a mesma acetona 99,5% (AC) como testemunha totalizando 10 tratamentos: i) OEL 5%; ii) ODL 5%; iii) TC 5%; iv) OEL 10%; v) ODL 10%; vi) TC 10%; vii) OEL 20%; viii) ODL 20%; ix) TC 20% e x) AC. O experimento foi realizado em 3 etapas, sendo a primeira expondo os insetos aos três óleos diluídos a 5% e

da mesma forma com 10% e 20%. Foram realizadas 10 repetições com duração de 48 h nos dois dispositivos. Dado o termino deste tempo, foi contado o número de indivíduos atraídos por cada tratamento, separados por espécie no olfatômetro e por espécie e sexo no gaiolão.

Tabela 1 - Análises físico-químicas (FQ) e os principais componentes dos diferentes óleos utilizados no experimento I, identificados por cromatografia gasosa (GC).

Análises	Análises FQ e principais componentes analisados por GC				
	Componentes	Classe	Unidade	Óleo essencial de laranja	Óleo destilado de laranja
Aldeídos (total)	Aldeídos	% p/p	1.20	1.35	0.68
Peróxido	---	meq/Kg	2.1	15.1	46.2
Índice de refração	---	IR 20°C	1.4732	1.4718	1.4725
Peso específico	---	g/mL 25°C	0.844	0.842	0.843
cor (visual)	---	visual	Levemente avermelhado ou amarelado ou Levemente esverdeado	incolor	incolor a levemente amarelado
butirato de etila	Éster	mg/L	0	1058	0
valenceno	Terpeno	mg/L	230	8341	951
ethanol	Álcool	% v/v	0.001	0.085	0.009
alpha-pinene	Terpeno	GC %	0.552	0.509	0.506
carveol	Álcool	GC %	0.022	0.044	0.038
decanal	Aldeído	GC %	0.187	0.206	0.159
delta-3-carene	Terpeno	GC %	0.085	0.102	0.148
butirato de etila	Éster	GC %	0	0.091	0
gama-terpinene	Terpeno	GC %	0.002	0.062	0.042
geranial	Aldeído	GC %	0.091	0.068	0.056
hexanal	Aldeído	GC %	0	0.005	0
l-carvone	Cetona	GC %	0.032	0.045	0.062
Limonene	Terpeno	GC %	94.884	93.492	94.511
linalool	Àlcool	GC %	0.415	0.429	0.501
myrcene	Terpeno	GC %	1.885	1.815	1.831
neral	Aldeído	GC %	0.062	0.049	0.062
octanal	Aldeído	GC %	0.155	0.292	0.189
sabinene	Terpeno	GC %	0.295	0.469	0.482
valenceno	Terpeno	GC %	0.022	0.822	0.095
Total analisado	---	GC %	98.690	98.585	98.691

4.1.3.2 Experimento II- Atrativos alimentares orgânicos ou sintéticos

Foram utilizados quatro atrativos alimentares. Os atrativos proteicos comerciais: i) Bioanastrepha (Biocontrole, Indaiatuba, Brasil) diluído a 5%; ii) Ceratrap (Bioibérica, Brasil), composto por proteína animal enzimaticamente hidrolisada, que libera uma diversidade de compostos voláteis, sendo a maioria aminas e ácidos orgânicos que são altamente atrativos para espécies de *Anastrepha* (LASA et al., 2013); e dois compostos químicos sintéticos: iii) Fosfato de Amônio Dibásico (Synth, São Paulo, Brasil) diluído a 66% em água destilada e iv) Hidroclorato de Trimetilamina (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA) diluído a 5% em água destilada. Foram utilizadas dez repetições com duração de 24 h no olfatômetro e 48 h no gaiolão. Findo tempo de exposição, foi contado o número de indivíduos atraídos por cada tratamento, separados por espécie no olfatômetro e no gaiolão por espécie e sexo.

4.1.3.3 Experimento III- Combinação dos melhores atrativos de acordo com os experimentos I e II

Foram comparadas as combinações dos tratamentos que proporcionaram maior número de capturas nos experimentos I e II. Para isto foram compostas 4 combinações formando os 4 tratamentos testados: i) Ceratrap, ii) Ceratrap + Acetona, iii) Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja, iv) Ceratrap + Fosfato de Amônio Dibásico. Foram utilizadas dez repetições com duração de 24 h no olfatômetro e 48 h no gaiolão. Findo o tempo de exposição, foi contado o número de indivíduos atraídos por cada tratamento, separados por espécie no olfatômetro e no gaiolão por espécie e sexo.

4.1.4 Análise estatística

Nos três experimentos foi empregado o delineamento inteiramente casualizado. Para comparar o número de moscas capturadas em olfatômetro no experimento I foi feita uma análise multifatorial de 3 fatores (substâncias x concentrações x espécies) e para o gaiolão análise multifatorial de 4 fatores (substância x concentração x espécie x sexo). Para os experimentos II e III foram realizadas análises multifatoriais de dois fatores para testes em olfatômetro

(substância x sexo) e de três fatores paga gaiolão (substância x espécies x sexos) ambas com análise de variância (ANOVA) e teste do efeito de interação entre os principais fatores, seguido do teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas nos fatores. Devido à ausência de distribuição normal, os dados foram transformados em postos (ranks) nas análises (CONOVER; IMAN, 1981). O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0.05$).

A análise dos dados do teste em gaiolão no Experimento I foi realizada no programa computacional SAS versão 9.2 (SAS, 2008). Os dados dos demais testes dos experimentos I e II foram analisados pelo programa computacional ASSISTAT versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016). Os dados dos testes em olfatômetro e gaiolão do experimento III foram analisados no programa computacional SISVAR versão 5.6. (FERREIRA, 2014).

4.2. Experimentos em campo

Foram realizados três experimentos para avaliar em diferentes condições de campo, os compostos selecionados nos testes anteriores em olfatômetro e gaiolão, em relação as suas atratividades a espécies de Tephritoidea e também a organismos não alvo.

4.2.1. Experimento I

a) Descrição da área experimental e dos tratamentos

O experimento foi conduzido em um pomar de laranja doce, cv. Hamlin (*C. sinensis*) enxertado em citrumelo 'Swingle' localizado no município de Mogi Mirim (22°23'51.29"S; 46°59'31.45"O; 634 metros) (Figura 8), no período de 2 de março a 27 de abril de 2017. O clima da região é caracterizado como Cwa (Subtropical úmido) de acordo com o sistema de classificação de Köppen (CEPAGRI, 2018).

As plantas estavam dispostas num espaçamento de 6,5 x 3,0 m com altura aproximada de 3 m. A área total do talhão onde ficou localizado o experimento era de 5,85 ha. Foram realizadas aplicações de inseticidas sintéticos de amplo espectro durante todo o ano: cipermetrina, dimetoato e clorpirifós (aplicações quinzenais) além de abamectina e enxofre (aplicação semanal). Durante o período do experimento as plantas estavam em frutificação.

Vizinho ao pomar de laranja existia pomar de limão Tahiti (*C. latifolia*) e uma lavoura de milho.

Armadilhas plásticas de base amarela modelo McPhail (Biocontrole Ltda.) foram adaptadas para comportarem tubos de Eppendorf (2 ml) (Figura 7). contendo as soluções atrativas e foram instaladas no interior da copa das plantas em altura entre 1,6 e 1,8 metros, posicionadas no quadrante noroeste. A mesma adaptação e modo de instalação das armadilhas foram utilizados nos experimentos de campo I, II e III.

Utilizaram-se cinco repetições por tratamento e cada parcela continha 35 plantas de laranja (5 linhas de 7 plantas). As armadilhas foram instaladas no centro de cada parcela e as posições das armadilhas dentro do bloco foram ao acaso e rotacionadas semanalmente.

Os tratamentos testados foram os seguintes:

i) Atrativo líquido proteico Ceratrap® (Bioiberica Company); ii)

Ceratrap + Acetona (99,5%, Synth, São Paulo, Brasil)

iii) Ceratrap® + Fosfato de Amônio Dibásico (98,0% Synth, São Paulo, Brasil) na diluição de 1,32 g + 0,7 ml de água destilada); iv) Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja (Citrosuco S.A.) na diluição de 0,1 ml em 1,9

ml de Acetona 99,5%, Synth);

v) Ceratrap + Hidrocloro de Trimetilamina (Sigma-Aldrich. St. Louis, EUA) na diluição de 0,05g em 1,99 ml de água destilada;

vi) Hidrocloro de Trimetilamina (Sigma-Aldrich. St. Louis, EUA) na diluição de 0,05g em 1,99 ml de água destilada;

vii) Fosfato de amônio dibásico (98,0% Synth, São Paulo, Brasil) na diluição de 1,32 g + 0,7 ml de água destilada) + Óleo Destilado de Laranja (Citrosuco S.A.) na diluição de 0,1 ml em 1,9 ml de Acetona 99,5%, Synth).

Acetona e as soluções de Fosfato de Amônio Dibásico, Óleo destilado de Laranja e Trimetilamina foram colocados em *dispensers* confeccionados com tubos de Eppendorf com um pedaço de algodão (0,05g), que ficaram abertos e fixados na tampa da armadilha McPhail (Figura 8). Foram colocados 1,5 ml das soluções atrativas nos tubos. A troca destes dispositivos foi realizada semanalmente na ocasião da coleta dos insetos capturados. O atrativo líquido proteico (Ceratrap®) foi mantido por oito semanas e quando necessário, nos dias das coletas, o volume de 350ml deste atrativo em cada armadilha foi completado. O pH inicial do Ceratrap® foi de 6,87.

As armadilhas McPhail cujos atrativos eram apenas atrativos sintéticos (Fosfato de amônio dibásico, Óleo destilado de laranja e Trimetilamina) foram abastecidas com uma solução de 350 ml de água mais detergente de uso doméstico, sem fragrância (Limpol, fabricante: Bombril) como método de retenção dos insetos capturados.

O conteúdo de cada armadilha foi coletado semanalmente. O conteúdo das armadilhas com Ceratrap foi retido em peneira de plástico no campo. O líquido retido foi retornado à respectiva armadilha. Os insetos capturados foram transferidos para frascos de vidro de 500mL e levados imediatamente ao LEE/CAPPPSA, na cidade de Campinas, SP, onde foram contados e classificados.



Figura 7- Armadilhas McPhail adaptadas para o uso de tubos de Eppendorf como dispenser de substâncias voláteis

b) Análise Estatística

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados. Para a comparação do número de insetos de cada categoria capturados pelos tratamentos foi realizada uma análise multi-fatorial (tratamento x categoria) com análise de variância (2-way ANOVA) e teste do efeito de interação entre os principais fatores, seguido do teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas nos fatores ($P < 0.05$). Os dados foram transformados em $\text{SQRT}(x+0,5)$.

4.2.2. Experimento II

a) Descrição da área experimental e dos tratamentos

O experimento foi conduzido em um pomar de laranja doce, cv. Pera IAC (*Citrus sinensis*) enxertado em limão cravo na localização (22°31'08.32"S; 47°00'59.23"O; 629 m) no município de Mogi Mirim, SP, no período de 4 de Janeiro a 15 de março de 2018. O clima da região é caracterizado como Cwa (Subtropical úmido) de acordo com o sistema de classificação de Köppen (CEPAGRI, 2018).

As plantas estavam dispostas num espaçamento de 6,0 x 3,0 m com altura aproximada de 2,8 m. A área total do talhão onde ficou localizado o experimento era de 5,88 ha e continha 3.269 plantas com uma densidade de 555 plantas/ ha. Foram realizadas aplicações de piretróides a cada 20 dias, realizadas em área total. Durante o período do experimento as plantas estavam em frutificação e foi realizada colheita na semana entre o dia 1 e 7 de fevereiro. O pomar estava cercado por pomar de limão (*C. latifolia*) cv Tahiti, um pomar de laranja e uma reserva florestal com espécies nativas.

Utilizou-se cinco repetições por tratamento e cada parcela continha 50 plantas de laranja (5 linhas de 10 plantas). As armadilhas foram instaladas no centro de cada parcela e as posições das armadilhas dentro do bloco foram ao acaso e rotacionadas semanalmente.

Alguns tratamentos diferiram em relação ao experimento I:

- i) Atrativo líquido proteico Ceratrap® (Bioiberica Company); ii) Ceratrap + Acetona (99,5%, Synth, São Paulo, Brasil)

iii) Ceratrap® + Fosfato de Amônio Dibásico (98,0% Synth, São Paulo, Brasil) na diluição de 1,32 g + 0,7 ml de água destilada); iv) Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja (Citrosuco S.A.) na diluição de 0,1 ml + 1,9 ml de Acetona 99,5%, Synth);

v) Fosfato de amônio dibásico (98,0% Synth, São Paulo, Brasil) na diluição de 1,32 g + 0,7 ml de água destilada); vi) Acetona (99,5%, Synth, São Paulo, Brasil)

vii) Fosfato de amônio dibásico (98,0% Synth, São Paulo, Brasil) na diluição de 1,32 g + 0,7 ml de água destilada) + Óleo Destilado de Laranja (Citrosuco S.A.) na diluição de 0,1 ml + 1,9 ml de Acetona 99,5%, Synth) + Hidroclorato de Trimetilamina (Sigma-Aldrich. St. Louis, EUA) na diluição de 0,05g + 1,99 ml de água destilada.

Acetona e as soluções de Fosfato de Amônio Dibásico, Óleo destilado de Laranja e Trimetilamina foram colocados em *dispensers* que foram confeccionados com tubos de Eppendorf com um pedaço de algodão (0,05g), que ficaram abertos e fixados na tampa da armadilha McPhail. Foram transferidos com auxílio de pipeta, 1,5 ml das soluções atrativas nos tubos. A troca destes dispositivos foi realizada semanalmente na ocasião da coleta dos insetos capturados. O atrativo líquido proteico (Ceratrap®) foi mantido por 10 semanas e nos dias das coletas o volume de 350ml deste atrativo era completado caso fosse necessário.

As armadilhas McPhail cujos atrativos eram apenas os atrativos sintéticos (Fosfato de amônio dibásico, Óleo destilado de laranja e Trimetilamina) foram abastecidas com uma solução de 350 ml de água com detergente de uso doméstico, sem fragrância (Limpol, fabricante: Bombril) como método de retenção dos insetos capturados.

O conteúdo de cada armadilha foi coletado semanalmente. Os insetos foram transferidos para potes de vidro de 500ml e levados imediatamente ao LEE/CAPPPSA, no município de Campinas, SP, onde foram contados e classificados.

Foram estabelecidas 18 categorias de classificação dos insetos capturados nas armadilhas para quantificação. Algumas categorias foram pré-estabelecidas e outras foram adicionadas no decorrer do experimento, de acordo com a observação de espécimes capturados nas coletas que mostraram importância na qualidade do monitoramento de populações de moscas-das-frutas: 1) *Anastrepha* spp. fêmeas, 2) *Anastrepha* spp. machos, 3) *C. capitata* fêmeas, 4) *C. capitata* machos, 5) Família Lonchaeidae, 6) Outros dípteros (Diferentes de Tephritidae, Lonchaeidae e Drosophilidae), 7) Família Drosophilidae (Diptera), 8) Espécie *Zaprionus indianus*, 9) Família Chrysopidae (Neuroptera), 10) Família Hemerobiidae

(Neuroptera), 11) Ordem Lepidoptera, 12) Ordem Coleoptera, 13) Família Coccinellidae (Coleoptera), 14) Ordem Hymenoptera, 15) Subordem Heteroptera (Hemiptera), 16) Subordem Auchenorrhyncha (Hemiptera), 17) Gênero *Leia* (Diptera), 18) Ordem Dermaptera.

Espécimes de Tephritidae dos experimentos de campo II e III foram identificados a nível de espécie de acordo com a morfologia das asas e do ovipositor (ZUCCHI, 2000) no LEE/CAPPPSA, com auxílio do Dr Miguel Francisco de Souza Filho. Os espécimes de Lonchaeidae dos experimentos de campo II e III foram enviados ao Departamento de Ciências Biológicas da UFGD e identificados pela Dra. Laura Gislotti.

b) Análise Estatística

Os dados de insetos capturados analisados pelo método da ANOVA e as médias dos fatores foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P < 0.05$). Os efeitos dos tratamentos foram avaliados utilizando 2-way ANOVA para os fatores tratamento e categoria de classificação para insetos não tefritídeos e para Superfamília Tephritoidea (espécie x tratamento). Para insetos da família Tephritidae os efeitos dos tratamentos foram avaliados utilizando-se 3-way ANOVA para os fatores tratamento, espécie e sexo.

4.2.3. Experimento III

a) Material e métodos

O experimento foi conduzido em um pomar de goiaba (*P. guajava*), variedade Thailandesa vermelha (*P. guajava*) na localizada ($22^{\circ} 59' 41.38''S$; $47^{\circ} 05' 36.74''O$; 648 m) no município de Campinas, SP, (Figura 3) no período de 3 de Janeiro à 14 de março de 2018. O clima da região é caracterizado como Cwa (Subtropical húmido) de acordo com o sistema de classificação de Köppen (CEPAGRI, 2018).

As plantas estavam dispostas num espaçamento de 6,0 x 3,5 m com altura aproximada de 2,5 m, diâmetro médio da copa de 3,85m e área média da copa de 11, 64m². A área total do talhão onde ficou localizado o experimento era de 0,5 ha e continha 279 plantas com uma densidade de 558 plantas/ha. Foi realizada uma aplicação de Imidan no dia 17/01/2018, (segunda semana de condução do experimento) em área total, visando a redução populacional de *C. capitata*. Foram realizadas duas podas de raleio nos dias 24/01 e 22/02/2018. Durante o período do experimento, as plantas estavam em frutificação. Os frutos eram ensacados com

diâmetro de 3 cm. No talhão ao lado havia um pomar de carambola em frutificação, ocorrendo frutos maduros durante todo o período do experimento e também havia outros talhões de goiaba em frutificação na propriedade. Havia nas proximidades, produção de frutas como goiaba, carambola, figo, kinkan, abio entre outras frutíferas.

Utilizaram-se três repetições por tratamento e cada parcela continha 12 plantas de goiaba (3 linhas de 4 plantas). As armadilhas foram instaladas no centro de cada parcela e as posições das armadilhas foram dentro dos blocos foram ao acaso e rotacionadas semanalmente.

Os tratamentos testados e a metodologia de aplicação foram idênticos aos do experimento em campo II, assim com coleta semanal dos conteúdos das armadilhas, o seu armazenamento, transporte, contagem e classificação.

Foram determinadas 14 categorias de classificação dos insetos capturados nas armadilhas para quantificação. Algumas categorias foram pré-estabelecidas e outras foram adicionadas no decorrer do experimento, de acordo com a observação de espécimes capturados nas coletas que mostraram importância na qualidade do monitoramento de populações de moscas-das-frutas: 1) *Anastrepha* spp fêmeas, 2) *Anastrepha* spp machos, 3) *Ceratitis capitata* fêmeas, 4) *Ceratitis capitata* machos, 5) Família Lonchaeidae, 6) Outros dípteros, 7) Família Drosophilidae (Diptera), 8) Espécie *Zaprionus indianus*, 9) Família Chrysopidae (Neuroptera), 10) Ordem Lepidoptera, 11) Ordem Coleoptera, 12) Ordem Hymenoptera, 13) Subordem Heteroptera (Hemiptera), 14) Gênero *Leia* (Diptera),

b) Análise Estatística

As análises estatísticas seguiram a mesma metodologia do experimento de campo II

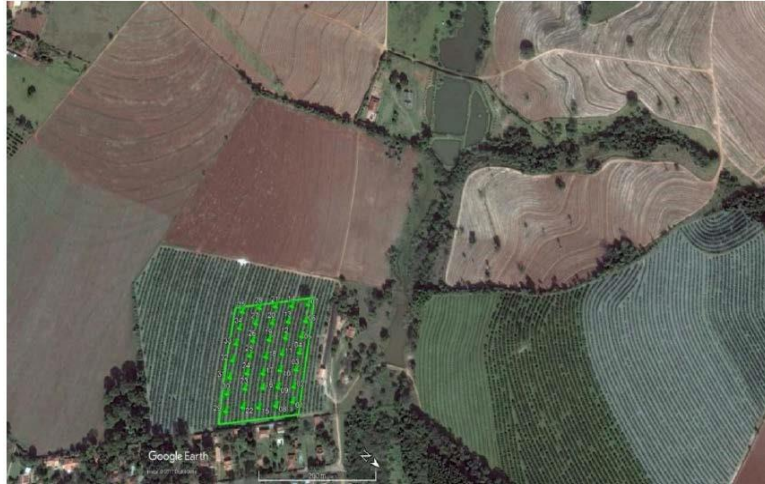


Figura 8-Localização da área experimental, pomar comercial de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP, 2017.

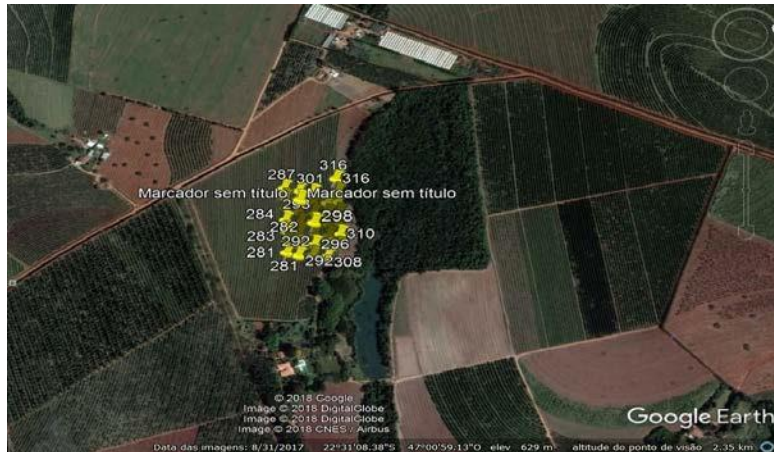


Figura 9-Localização da área experimental, pomar comercial de laranja doce cv. Pera IAC. Mogi Mirim-SP, 2018.



Figura 10-Localização da área experimental, pomar comercial de goiaba cv. Thailandesa. Campinas-SP, 2018.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados os resultados juntamente com as discussões dos experimentos I, II e II em laboratório e posteriormente os resultados dos experimentos I, II e II em campo.

5.1. Experimentos em laboratório

5.1.1 Experimento I

5.1.1.1 Óleos essenciais em gaiolão

Houve diferenças estatísticas pelo teste F ($p < 0,001$) entre substâncias, concentrações, espécie de moscas-das-frutas e sexo (Tabela 3). ODL foi a única substância que diferiu da testemunha e apresentou o maior número de capturas, somando-se fêmeas e machos de ambas as espécies. AC, OEL, TC não apresentaram diferenças entre si (Tabela 4).

Tabela 2. ANOVA do número total de moscas capturadas em armadilhas McPhail em gaiolão pelos fatores: substâncias (AC, ODL, OEL, TC), diluições (5%, 10%, 20%), espécies (*Anastrepha fraterculus* e *Ceratitidis capitata*) e sexos.

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Principais efeitos		
Substâncias	F(3,432)=12.17	P<0.001
Diluições	F(2,432)=9.94	P<0.001
Espécie	F(1,432)=334.60	P<0.001
Sexo	F(1,432)=19.15	P<0.001
Interação de 2 fatores		
Substâncias vs Espécies	F(3,432)=6.34	P<0.001
Substâncias vs Sexos	F(3,432)=9.65	P<0.001
Espécies vs Sexos	F(1,432)=14.24	P<0.001
Interação de 3 fatores		
Substâncias vs Espécies vs Sexos	F(3,432)=11.54	P<0.001

* Variável transformada em postos (*ranks*) para os testes devido à ausência de distribuição Normal. . (AC= Acetona; ODL= Óleo Destilado de Laranja; OEL= Óleo Essencial de Laranja; TC= Terpeno Cítrico).

O melhor desempenho nas capturas por ODL pode ter ocorrido pela ausência de alguns compostos químicos em sua composição em relação a outros óleos essenciais. Por outro lado, alguns compostos em comum entre os óleos essenciais se apresentam em quantidades diferentes, podendo ser então a presença ou o teor de um ou mais destes compostos o fator responsável pela resposta diferencial do ODL na captura de moscas-das-frutas. O ester butirato de etila e o aldeído hexanal foram detectados apenas no ODL. Além disso, o teor do terpeno valenceno no ODL foi 37 vezes maior do que no OEL e 8,7 vezes maior do que no TC. O teor do álcool etanol foi 85 vezes maior em ODL do que em OEL e 9,4 vezes maior do que em TC.

Tabela 3. Número médio e erro padrão da média de adultos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail contendo quatro atrativos em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Substâncias	Média / Erro Padrão
Acetona 99,5%	2,9 ± 0,3 b
ODL	4,2 ± 0,3 a
OEL	3,2 ± 0,4 b
TC	3,6 ± 0,3 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ODL=Óleo Destilado de Laranja; OEL= Óleo Essencial de Laranja; TC= Terpeno Cítrico

É possível que o teor de linalol mais baixo no ODL em relação ao TC seja responsável pelo melhor desempenho da atratividade deste óleo essencial para *A. fraterculus* e *C. capitata*. Apesar do linalol estar presente em maior teor no TC a diferença relativa para o ODL é pequena, cerca de 1,2 vezes. O efeito semelhante de capturas entre linalol sintético e frutos de laranja foi observado por Diaz-Santiz et al. (2016). Charalampos et al. (2012) observaram aumento da atratividade com a diminuição da concentração de linalol e o aumento da concentração do limoneno, durante o processo de amadurecimento dos frutos de laranja. Embora etanol não gere respostas antenofisiológicas em *A. striata* (DIAZ-SANTIZ et al., 2016), o teor 85 vezes maior deste composto no ODL pode contribuir para o potencial de captura desse tipo de extrato.

Diaz-Santiz et al. (2016) analisando o efeito de voláteis de frutos de laranja-doce e goiaba, descreveram apenas um volátil de laranja (linalol) e seis de goiaba (butirato de etila, octanoato de etila, hexanoato de etila, (Z)-3-hexenol, hexanol e acetato de hexila), que geraram respostas nas antenas em fêmeas virgens ou copuladas de *A. striata*. Bioensaios mostraram que não houve diferenças nas capturas entre os compostos sintéticos e os extratos dos frutos, mostrando que quando isolados, esses compostos são tão atrativos quanto na mistura natural, podendo ser utilizados para monitorar populações de *A. striata*, independente da maturidade

sexual. Malo et al. (2005) também encontraram hexanoato de etila e hexanol emitidos por goiabas.

O fato de não haver diferenças de capturas entre as armadilhas abastecidas com extrato de laranja doce e as com linalool sugere que este composto seja responsável pela atração de fêmeas a frutos de laranja-doce (DIAZ-SANTIZ et al., 2016), o que seria incomum, pois geralmente insetos herbívoros são atraídos a uma mistura de compostos ao invés de um componente individual (BRUCE; PICKETT, 2011). Butirato de etila e linalol compostos presente na goiaba e laranja, respectivamente, foram ativos nas antenas de *A.striata* (DIAZ-SANTIZ et al., 2016) e estão presentes no ODL. Butirato de etila possivelmente está relacionado com a superioridade de captura do ODL em relação aos outros óleos essenciais.

Moshonas; Shaw (1990) determinaram a presença de butirato de etila na fração aquosa da destilação do suco de laranja. Os maiores teores deste éster se encontram na fase aquosa, que é devolvida ao suco da laranja concentrado para restaurar parte do seu seu sabor natural, nas quantidades exigidas pelos padrões de sabor adotados. Isso pode explicar a presença do butirato de etila apenas no ODL, já que tanto este óleo essencial quanto a fase aquosa são produtos da mesma matéria prima, o suco da laranja. O óleo essencial de laranja (tratamento OEL) é extraído da casca desta fruta, camada que não contém butirato de etila (MOSHONHAS; SHAW, 1990) e o TC é composto pelos terpenos que são considerados indesejados e retirados do ODL, não contendo butirato de etila em sua composição.

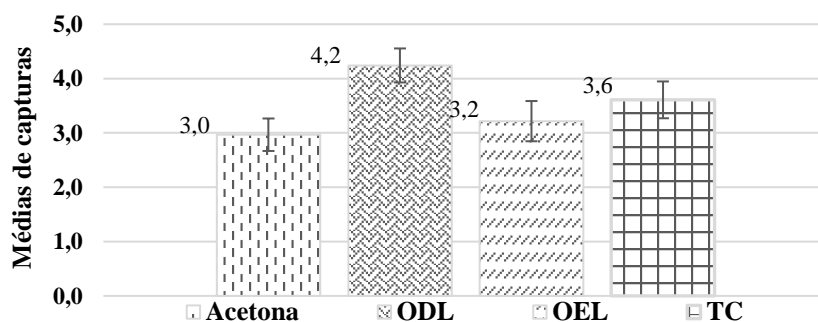


Figura 11 - Número médio e erro padrão da média de insetos capturados por repetição em armadilhas McPhail em gaiolão em função das substâncias testadas. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Entre as diluições testadas, e considerando os três óleos conjuntamente, foram obtidos maiores valores de capturas para 5% (Tukey, $P < 0,05$), que diferiu de 10% (Tukey, $P < 0,05$). Os menores valores de captura foram obtidos pela diluição de 20% (Tukey, $P < 0,05$). (Tabela 5).

Tabela 4 - Tabela 5. Número médio de adultos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitits capitata* capturados em armadilhas McPhail contendo três concentrações de óleos essenciais (OEL, ODL, TC) em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Concentração	Média/ Erro Padrão
5%	4,0 ± 0,3 a
10%	3,5 ± 0,3 b
20%	3,0 ± 0,3 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (OEL= Óleo essencial de laranja, ODL= óleo destilado de laranja; TC= terpeno cítrico)

A importância da concentração dos óleos essenciais nos frutos em relação à atratividade de moscas-das-frutas é descrita por diversos autores, pois o mesmo componente pode ser atrativo ou repelente de acordo com a quantidade presente, e esta variação ocorre em função dos estados fenológicos do fruto. Óleos essenciais da casca de frutos cítricos, OEL por exemplo, influenciam na oviposição de *C. capitata*. Suas propriedades em relação a estímulo ou deterência estão intimamente associadas a aspectos químicos quantitativos e qualitativos (PAPACHRISTOS; PAPADOPOULOS, 2009).

A avaliação de doses crescentes de óleo essencial de laranja-doce sugere a existência de uma concentração ótima sob a qual a resposta oviposicional alcança um pico e o aumento da concentração causa um declínio nesta taxa de resposta. Fêmeas buscam um teor ótimo, usando sua capacidade evolutiva de perceber esses estímulos olfativos (HERNÁNDEZ et al., 1996).

Charalampos et al. (2012) demonstraram a importância da concentração na resposta de *C. capitata* a voláteis de espécies cítricas. Os autores observaram que fêmeas ovipositaram mais quando houve emissão de limoneno em relação àquelas sem odor. Myrcene e α -pinene foram neutros no estímulo da oviposição. Linalol teve um intenso efeito deterrente da oviposição, pois o tratamento controle teve um número maior de ovos (84%) do que o tratamento que emitiu aquele composto.

Os óleos essenciais de limão, laranja-doce, tangerina satsuma, laranja-azedada e pomelo aumentaram as taxas de oviposição de *C. capitata* em relação ao controle. Entretanto, fêmeas deixaram menos ovos quando expostas ao óleo essencial de limão comparado com laranja-doce, tangerina satsuma, laranja-azedada, mas não em relação ao óleo de pomelo (CHARALAMPOS et al., 2012). Os autores ainda afirmam que não houve diferenças nos parâmetros de oviposição entre fêmeas ovipositando sob exposição aos voláteis de laranja-doce e uma mistura artificial com a quantidade equivalente de limoneno. A adição de 3% de linalol na mistura artificial de limoneno resultou na supressão da oviposição acompanhada por um aumento substancial no período de pré-oviposição em relação ao óleo de laranja doce ou a mistura de limoneno sozinha.

Essa tendência de fêmeas a evitar locais que contêm altas quantidades de linalol pode ser interpretada como uma forma de cuidado materno.

A contradição entre os resultados de Diaz-Santiz et al. 2006 e Charalampos et al. (2012) a respeito da atratividade ou repelência do linalol pode ser explicada pela observação de Tosta (2014), que descreveu diferenças no perfil dos voláteis emitidos por frutos de manga durante seu amadurecimento, com a diminuição da quantidade de terpenos no decorrer da maturação. Linalool é um álcool terpenico que em altas concentrações, ou seja, enquanto o fruto está verde é repelente para moscas-das-frutas (CHARALAMPOS et al., 2012).

Houve diferença na captura entre os sexos (Tukey, $P < 0,05$) de moscas-das-frutas, analisando-se conjuntamente os óleos e independente das espécies. Machos foram mais atraídos pelos óleos essenciais do que fêmeas (Tabela 6).

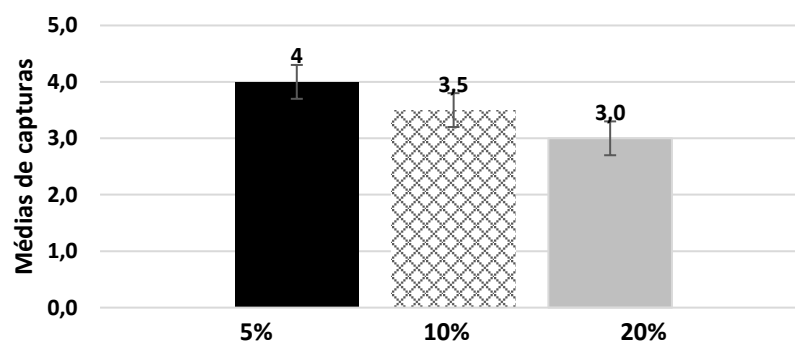


Figura 12 - Número médio e erro padrão da média de insetos capturados por três concentrações de óleos essenciais disponibilizadas em armadilhas McPhail em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Tabela 5 - Número médio de adultos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail contendo óleos essenciais (OEL, ODL, TC) em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Sexo	Média/ Erro Padrão
Macho	3,9 ± 0,4 a
Fêmea	3,4 ± 0,3 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (OEL= Óleo essencial de laranja, ODL= óleo destilado de laranja; TC= terpeno cítrico)

Machos de várias espécies de moscas-das-frutas são particularmente atraídos a compostos químicos, vários deles referidos como paraferomonios ou atrativos para machos (JANG; LIGHT, 1996). Além disso, sabe-se que machos de algumas espécies de tefritídeos utilizam a superfície dos frutos, além das folhas como locais alternativos para os comportamentos de chamamento, corte e cópula (PROKOPY; ROITBERG, 1984). Shelly et al.

(2004) descrevem como a exposição de machos de *C. capitata* a voláteis emitidos por frutos de laranja melhora o desempenho de cópula desses insetos e citam que a substância alfa-copaeno é uma das responsáveis por essa melhora.

É evidente a semelhança química existente entre os constituintes voláteis liberados por machos de *Anastrepha* e aqueles produzidos por seus hospedeiros. Também é evidente a participação dos compostos voláteis dos hospedeiros na escolha e atração de adultos desse gênero (LIMA-MENDONÇA et al., 2014).

Observando possíveis relações entre os voláteis emitidos por machos de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. (ex. JANG et al., 1989; LIMA-COSTA et al., 2014), durante o comportamento de chamamento descritos por alguns autores e os voláteis que fazem parte da composição química dos óleos essenciais de laranja testados no presente estudo e de outras espécies cítricas (HONG et al., 2017) foi possível constatar a presença de vários compostos em comum entre eles. Essas observações esclarecem alguns pontos sobre a atração de machos e fêmeas de tefritídeos a óleos essenciais de citros. Embora este não seja um grupo hospedeiro preferencial para espécies nativas de *Anastrepha*, o maior poder atrativo para machos pode estar relacionado ao comportamento de agregação desse sexo na copa de plantas cítricas para emissão feromonal em leques visando o chamamento de fêmeas para cópula

Jang et al. (1989) determinaram 59 compostos emitidos na mistura feromonal de machos de *C. capitata* que elicitaram respostas eletroanteno fisiológicas em ambos os sexos desta espécie. De acordo com a análise química dos óleos essenciais testados, linalol, limoneno, octanal e são compostos em comum na mistura feromonal de *C. capitata* e nos 3 óleos essenciais, ODL, OEL e TC sendo butirato de etila o único composto em comum entre o suco e a mistura feromonal de *C. capitata* presente em um só óleo essencial, ODL. Em contraste com machos, muito pouco material volátil foi emitido pelas fêmeas de *C. capitata*. Os únicos compostos atribuídos a fêmeas foram hexanal, heptanal, nonanal e decanal, todos a nível de traços nas amostras (JANG et al., 1989).

Hong et al. (2017) analisando voláteis de três espécies de citros (*Citrus junos*, *Citrus limon* and *Citrus aurantifolia*) encontraram nove compostos que coincidem na mistura feromonal de *C. capitata* (JANG et al., 1989), sendo eles acetato de geranila, terpinoleno, nonanal, nerilacetato e ρ -cimeno além dos quatro determinados na composição dos óleos essenciais aqui estudados.

Lima-Costa et al. (2014) citam uma lista de voláteis emitidos por machos de *Anastrepha* spp. Alguns deles também fazem parte da composição química de óleos essenciais de espécies cítricas e daqueles utilizados no presente trabalho. Dentre os óleos testados, linalol, butirato de

etila, e limoneno são compostos em comum entre os voláteis dos frutos e desses insetos. Milet-Pinheiro et al. (2015) usando micro extração de fase sólida (SPME) para analisar voláteis emitidos por machos de *A. fraterculus*, encontraram além dos compostos citados por Lima-Costa et al (2014), o composto mirceno em comum com a constituição química obtida nos extratos testados.

Durante o comportamento de chamamento, machos de *A. striata* liberam linalool e octanoato de etila (HEATH, et al., 2000). A emissão destes compostos, pelos óleos essenciais testados aqui, pode ter sido interpretada por machos de ambas as espécies como um local de formação de leque sendo um estímulo a aproximação da fonte de emissão de odor que ocorreu dentro das armadilhas Mcphail ou dos cilindros laterais do olfatômetro, causando maior atratividade para este sexo.

Comparando os compostos de misturas feromonais de *A. fraterculus* e *Anastrepha* spp. apresentados por Milet-Pinheiro et al. (2015) e Lima-Costa (2014), respectivamente, e aqueles que constituem as três espécies cítricas analisadas por Hong et al. (2017), temos linalool, butirato de etila, limoneno, nonanal, β -bisaboleno, hexanoato de etila, octanoato de etila, (E)- β -ocimeno, (Z)- β -ocimeno, (E-E)- α -farneseno em comum entre Lima-Costa (2014) e Hong et al. (2017), e α -pineno, camfeno, β -pineno, mirceno, p -cimeno, limoneno, (E)- β -ocimeno, linalool, camphor, acetato de bornila, (E)- α -bergamoteno, germacreno D e oxido cariofileno em comum entre Milet-Pinheiro et al. (2015) e Hong et al. (2017).

Milet-Pinheiro et al. (2015) observam que α -pineno, limoneno e farneseno são compostos emitidos por machos de *A. fraterculus* que elicitam respostas em testes de EAG em fêmeas desta espécie. Estes compostos também estão presentes entre aqueles determinados por Hong et al. (2017) e o limoneno presente nos três óleos essenciais avaliados neste trabalho.

Jang et al. (1989) comentam que a similaridade das respostas eletroantenográficas de machos e fêmeas de *C. capitata* a odores emitidos por machos indicam que ambos os sexos são capazes de detectar um largo espectro dos compostos identificados; um ou mais dos quais provavelmente constitui a mistura do feromônio sexual desta espécie (JANG et al., 1989).

A menor atratividade de fêmeas por substâncias da casca e do flavedo de espécies cítricas pode ser devido ao fato de óleos essenciais destas partes do fruto terem efeitos alelopáticos nas larvas (GREANY et al., 1983). Esse fato pode estar relacionado com a resposta inferior de fêmeas aos óleos essenciais obtida no presente estudo.

Jang et al. (1989) observaram que fêmeas exibiram resposta significativamente maior do que machos em EAG para os compostos acetato de etila, acetato de geranila, (E,E)- α -farneseno. As maiores respostas em EAGs foram elicitadas por vários hexanoatos de metila e

etila, seguidos por esteres etílicos C4, C5 e C6, acetatos e/ou alcoois, assim como vários monoterpenos. A maioria dos componentes em menores quantidades ou traços não mostraram diferenças significativas na resposta entre os sexos. Algumas exceções notáveis foram as respostas superiores de fêmeas a linalil, acetato de etila, butirato de etila, acetato de nonila e (E)-betafarneseno (JANG et al., 1989).

Os resultados obtidos aqui estão de acordo com as repostas de EAG obtidas por Jang et al. (1989) pois as fêmeas de ambas as espécies foram mais capturadas pelo ODL, único óleo essencial testado que contém o éster butirato de etila, composto que gerou respostas superiores em seu experimento.

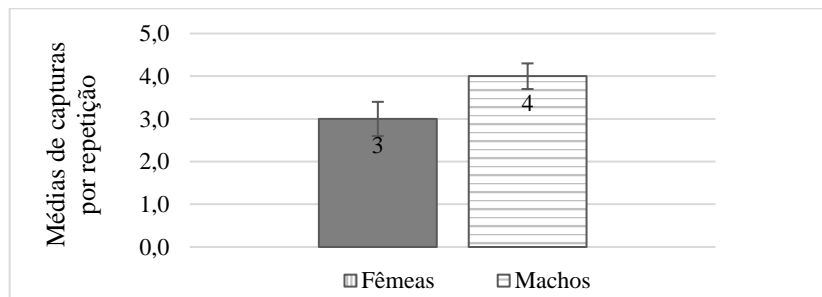


Figura 13 - ANOVA e número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de ambas as espécies capturados por repetição em armadilhas McPhail abastecidas com óleos essenciais (Óleo essencial de laranja, óleo destilado de laranja e terpeno cítrico) em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Ceratitis capitata foi a espécie mais capturada (Tabela 7). É possível que a causa seja o fato de frutos cítricos estarem presentes no centro de origem desta espécie, no mediterrâneo. Goiaba é considerada um dos hospedeiros principais para *A. fraterculus*. Isso pode ser causado pela emissão de um número maior de compostos que sensibilize suas antenas pela goiaba do que outros frutos, como a laranja por exemplo (DIAZ-SANTIZ et al., 2016).

Tabela 6- Número médio e erro padrão da média de capturas de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em armadilhas McPhail em gaiolão pelas substâncias utilizadas. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Espécie	Média/ Erro Padrão
<i>A. fraterculus</i>	1,8 ± 0,3 b
<i>C. capitata</i>	5,2 ± 0,2 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

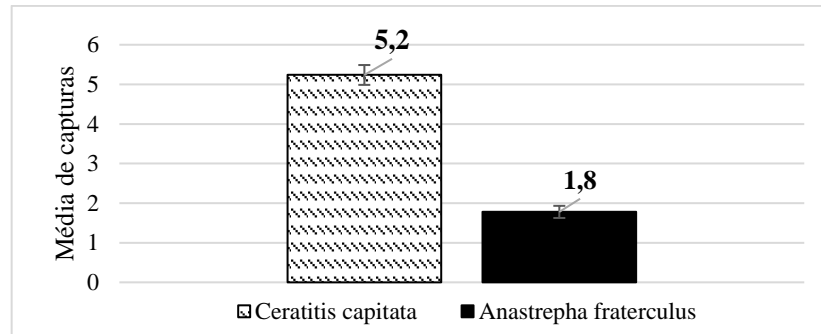


Figura 14 – Número médio e erro padrão da média de indivíduos de ambos os sexos das espécies *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados por repetição em gaiolão.

A Análise de Variância para dois fatores detectou interações entre substâncias vs espécies ($F_{3,432}=6,34$; $P<0,001$) (Tabela 8), substâncias vs sexos ($F_{3,432}=9,65$; $P<0,001$) (Tabela 9) e espécies vs sexos ($F_{1,432}=14,24$; $P<0,001$) (Tabela 10). Não houve interação entre concentração e substância ($F_{6,432}=1,34$; $P=0,239$), concentração e espécie ($F_{2,432}=1,01$; $P=0,366$) ou concentração e sexo ($F_{2,432}=0,03$; $P=0,972$). A única interação entre 3 fatores foi para substância vs espécie vs sexo ($F_{3,432}=11,54$; $P<0,001$) (Tabela 11). As demais combinações possíveis de 2, 3 e 4 fatores não apresentaram efeito de interação.

ODL foi a substância mais atrativa para *A. fraterculus* (Tukey, $P<0,05$), cerca de 2 vezes superior as demais substâncias, que não diferiram entre si (Tukey, $P<0,05$). Para *C. capitata*, Acetona 95%, ODL, OEL e TC não diferiram entre si (Tukey, $P<0,05$). É possível que a presença do éster butirato de etila, que é emitido pela maioria dos frutos tropicais maduros contribua para a maior atratividade de *A. fraterculus*, que é nativa da América tropical, portanto mais adaptada ao odor deste composto.

Tabela 7 - Número médio e erro padrão da média de adultos de duas espécies de moscas-das-futas capturados em armadilhas McPhail contendo quatro atrativos em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha fraterculus</i>
Acetona 95%	9,2 ± 3,8 a	2,7 ± 1,5 b
ODL	10,2 ± 3,1 a	6,8 ± 3,5 a
OEL	11,0 ± 4,6 a	1,8 ± 1,2 b
TC	11,5 ± 3,9 a	2,9 ± 1,8 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

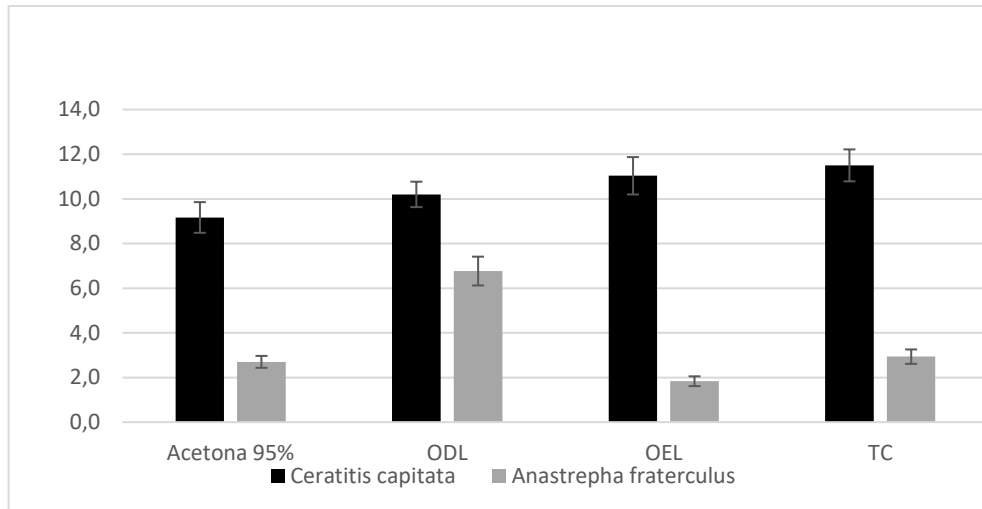


Figura 15 - Número médio e erro padrão da média de adultos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail.

Maiores capturas de fêmeas foram obtidas pelo ODL (Tukey, $P < 0,05$) juntamente com Acetona 99,5% e TC (Tukey, $P < 0,05$). Para machos ODL e TC proporcionaram as maiores capturas (Tukey, $P < 0,05$) seguidos pelo OEL (Tukey, $P < 0,05$). Acetona foi a única substância que atraiu mais fêmeas do que machos. Os óleos essenciais ODL, OEL e TC foram mais atrativos para machos (Tukey, $P < 0,05$).

Tabela 8. Número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail em gaiolões de laboratório. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

	Machos	Fêmeas
Acetona 95%	2,0±0,2 aB	4,0± 0,5 aA
ODL	4,8 ± 0,4 aA	3,7± 0,4 aA
OEL	4,3± 0,6 abA	2,2± 0,3 bA
TC	4,4± 0,5 aA	2,8± 0,4 abA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em experimentos envolvendo cortes no flavedo de laranja-doce, machos foram frequentemente observados baixando suas cabeças e tocando a área exposta desta fruta com suas proboscides. Embora aparentemente eles estivessem ingerindo os exsudados, seria duvidoso que estivessem se alimentando dado que durante os ensaios as gaiolas estavam providas com alimento em fartura além de que este comportamento não foi observado em fêmeas (KATSOYANNOS et al., 1997). Se não para alimentação, os metabolitos da casca e do

flavado possivelmente são usados na biossíntese de feromônios sexuais (KATSOYANNOS et al., 1997; HICK et al., 1999).

Jang et al. (1989) observou que fêmeas de *C. capitata* exibiram resposta significativamente maior do que machos em EAG para os compostos ethyl acetate, geranyl acetate, (*E,E*)-*alpha*-farnesene. As maiores respostas em EAGs foram elicitadas por vários hexenoatos de metila e etila e, seguido por C4, C5 e C6 esteres de etila, acetatos e/ou alcoois, assim como vários monoterpenos. A maioria dos componentes em menores quantidades ou traços não mostraram diferenças significativas na resposta entre os sexos. Algumas exceções notáveis foram as respostas superiores de fêmeas a butirato de etila, linalil, acetato de etila, acetato de nonila e (*E*)-betafarneseno (JANG et al., 1989).

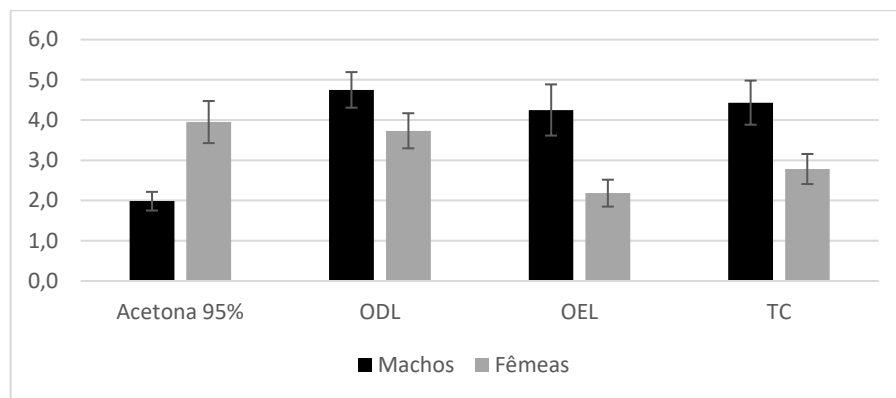


Figura 16- Número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail em gaiolões de laboratório. ODL (óleo destilado de laranja); OEL (óleo essencial de laranja); TC (terpeno cítrico).

Foi capturado um número maior de indivíduos de *C. capitata* do que de *A. fraterculus* (Tukey, $P < 0,05$). Houve diferença na captura entre fêmeas e machos de *A. fraterculus* enquanto machos de *capitata* mais do que fêmeas desta espécie (Tukey, $P < 0,05$).

Tabela 9 - Valores médios e erro padrão da média do número de capturas de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em gaiolão pelas substâncias utilizadas. LEE/CAPPPSA, Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

	Machos	Fêmeas
<i>A. fraterculus</i>	1.7 ± 0,2 bA	1.9 ± 0,2 bA
<i>C. capitata</i>	6.0 ± 0,4 aA	4.5 ± 0,3 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Hexanoato de etila, mirceno, octanoato, (E)- β -ocimeno, (Z)- β -ocimeno, (E-Z)-alpha-farneseno, Etanol são compostos determinados por Hong et al. (2017) presentes nas 3 espécies cítricas que coincidiram com aqueles apontados por Jang et al. (1989).

A atração de fêmeas copuladas pode estar relacionada a procura por locais de oviposição, mas a resposta de fêmeas não copuladas é mais difícil de explicar. Uma possibilidade é que fêmeas virgens de *A. striata* usem voláteis de hospedeiro para localizar um local de cópula. Outra possibilidade é que fêmeas virgens e também as que já copularam usem voláteis de hospedeiro para localizar um local para alimentação (DIAZ-SANTIZ et al., 2016).

A percepção sensorial diferenciada entre machos e fêmeas de *A. obliqua* quando em contato com o *blend* de compostos majoritários liberados por frutos de manga da variedade suscetível ‘Palmer’ mostra que esses voláteis não têm papel exclusivos de alimentação. A resposta superior das fêmeas sinaliza uma possível atração específica para oviposição nesta variedade (TOSTA, 2014).

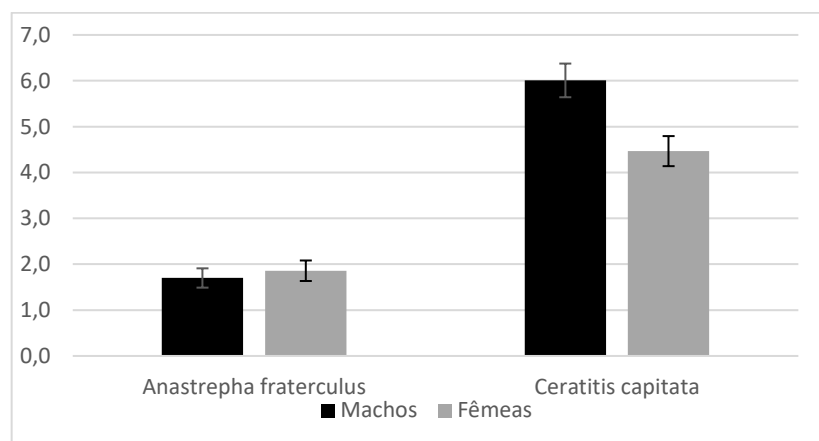


Figura 17 - Número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* + *Ceratitis capitata* capturados por quatro atrativos em armadilhas McPhail em gaiolões de laboratório.

Em relação a interação dos fatores substância vs espécie vs sexos, ODL foi o melhor atrativo para fêmeas de *A. fraterculus* sendo que as demais substâncias não diferiram entre si (Tukey, $P < 0,05$) (tabela 11). Resultado semelhante foi verificado para machos desta espécie, (Tukey, $P < 0,05$). Para fêmeas de *C. capitata* a acetona 99,5% apresentou o melhor desempenho, proporcionando uma média de captura 1,7 e 1,6 vezes superior a ODL e TC, respectivamente. Para machos de *C. capitata* não houve diferença entre os três óleos essenciais, atrativo a acetona 99,5% inferior aos demais.

Tabela 10 - Número médio e erro padrão da média de adultos de duas espécies de moscas-das-frutas capturados em armadilhas McPhail contendo óleos essenciais (ODL, OEL, TC) em gaiolão de laboratório. LEE/CAPPPSA Campinas, SP Julho a Setembro de 2016.

Substância	<i>C. capitata</i> macho	<i>C. capitata</i> fêmea	<i>A. fraterculus</i> macho	<i>A. fraterculus</i> fêmea
Acetona	2,7 ± 0,4Bb	6,5±0,8Aa	1,3 ± 0,2 Bb	1,4 ± 0,3Bb
ODL	6,3±0,5 Aa	3,9 ± 0,6ABab	3,2 ± 0,6 Aa	3,6 ± 0,7Aa
OEL	7,6 ± 0,9Aa	3,4 ± 0,5Bb	1,0 ± 0,2Bb	0,9 ± 0,2Bb
TC	7,5 ± 0,8 Aa	4,0 ± 0,6ABab	1,3 ± 0,3 Bb	1,6 ± 0,3 Bb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ODL= Óleo destilado de laranja, OEL= Óleo essencial de laranja, TC= Terpeno cítrico.

Os óleos essenciais OEL e TC apresentaram efeito de repelência para fêmeas de *C. capitata*, já que suas médias foram menores do que a da testemunha. O teor de valenceno nestes óleos, assim como os de linalol podem explicar esse efeito repelente. Para machos OEL, ODL e TC foram atrativos, proporcionando maiores capturas do que a testemunha. Apenas ODL não apresentou efeito repelente para fêmeas desta espécie.

Apenas ODL foi atrativo para machos e fêmeas de *A. fraterculus*, sendo que os demais óleos essenciais não diferiram da testemunha. Acetona capturou mais fêmeas do que machos de *C. capitata* e mais fêmeas desta espécie do que fêmeas de *A. fraterculus*.

O papel da acetona na atratividade tefritídeos não possui muitos registros. A observação desta substância por Jang et al. (1989) como componente da mistura de voláteis emitidos por machos de *C. capitata* é um indicativo da sua função na ecologia desta espécie. Porém os autores não observaram atratividade de fêmeas virgens desta espécie quando expostas a acetona. Além disso, nos testes de EAG, ela foi a antipenúltima colocada em um *ranking* de 59 substâncias, em relação a intensidade de estímulo provocado em machos e fêmeas.

O aprimoramento da seletividade para fêmeas observadas por Sookar et al. (2006) foi considerada valoroso para o uso em sistemas de monitoramento e controle de fêmeas em áreas onde são liberados machos estéreis de *B. zonata* aumentando a eficácia da aplicação da Técnica do Inseto Estéril pela remoção das fêmeas sem prejudicar a população dos machos estéreis.

Em bioensaios com fêmeas virgens de *C. capitata* o composto 1-pyrroline e o *blend* de seis componentes (1-pirrona; acetato de etila; etil (E)-3-octenoato; acetato de geranila; (E,E)-alfa-farnezeno e linalol) elicitaram respostas de 10% de fêmeas atraídas, enquanto os outros compostos testados elicitaram respostas que variaram de 3,7% (acetato de geranila) a 9,2% ((E,E)-alfa-farnezeno) (JANG et al., 1989)

Robacker et al. (1986) observaram que (S,S)-(-)-epianastrefina, o componente majoritário dos feromônios emitidos pela mosca-das-frutas mexicana gerou respostas mais intensas do que as outras três lactonas identificadas na mistura feromonal, sozinha ou misturadas com elas. Fêmeas virgens foram atraídas ao padrão (papel-filtro exposto aos machos) e a um *blend* dos cinco maiores constituintes e um intermediário (Linalol) identificados em amostras de ar emitidas pelos machos.

Foram encontradas diferenças significativas entre as respostas eletroantegráficas de machos e fêmeas *C. capitata* apenas em nove dos 59 compostos identificados como sendo emitidos por machos desta espécie com fêmeas tendo repostas superiores para oito deles. Dos cinco compostos identificados em maior quantidade, acetato de etila, 1-pirrolina e (E,E)-alfa-farnezeno elicitaram repostas relativamente baixas em EAG, acetato de geranila elicitou repostas moderadas e etil (E)-3-octenoato elicitou altas repostas. Os três componentes liberados em maiores quantidades (acetato de etila, acetato de geranila, and (E,E)-alfa-farnezeno) também geraram repostas comportamentais em bioensaios realizados com fêmeas virgens de *C. capitata* (JANG et al., 1989). Uma mistura de três esteres (exanoato de geranila, metil e octanoato de etila) que comumente ocorre em muitos frutos maduros, melhora sinergisticamente os efeitos do odor natural de nectarinas com respeito a taxas de de fêmeas copuladas de *C. capitata* (LIGHT; JANG, 1996).

Robacker et al. (1990) concluíram que um *blend* composto por 1,8-cineole, hexanoato de etila e hexanol, extraídos de frutos de chapote amarelo, foram mais atrativos do que levedo de torula. O desempenho deste *blend* foi otimizado com a adição de octanoato de etila (ROBACKER et al., 1992).

O fato de o *blend* sintético derivado da goiaba (butirato de etila, (Z)-3-hexenol, hexanol, hexanoato de etila, acetato de hexila e octanoat de etila) elicitarem atração similar a fêmeas de *A. striata* comparado aos extratos de goiaba ou laranja doce, sugere que os compostos identificados sejam responsáveis pela atração das moscas a ambos os frutos. Entretanto permanece desconhecido se todos os seis componentes da goiaba são cruciais para a atração de *A. striata* (DIAZ-SANTIZ et al., 2016).

Cruz-López et al. (2006) demonstram que ambos os sexos de *A. obliqua* são atraídos pelo *blend* sintético de 9 componentes derivado de seu hospedeiro *Spondias mombin* L. Toledo et al. (2006) identificaram que a mistura dos dois maiores componentes deste *blend*: butirato de etila hexanoato de etila, foi tão eficiente quanto a mistura dos nove compostos na captura desta espécie.

Diaz-Santiz et al. (2016) comentam que seus resultados sugerem que *A. striata* utiliza compostos característicos de cada fruto durante a localização do hospedeiro. No caso de *A. ludens*, indivíduos são atraídos por diferentes compostos específicos de cada fruto hospedeiro, entretanto existem também compostos em comum entre diferentes hospedeiros. Por exemplo, hexanol, hexanoato de etila, octanoato de etila estão presentes na mistura de voláteis emitidos por chapote amarelo *Sargentia greggii* S.Watson e pela goiaba, mas não se sabe se apenas estes 3 compostos explicam a atração de *A. ludens* a frutos de goiaba (DIAZ-SANTIZ et al., 2016).

Tosta (2014) comparou diversos parâmetros físico-químico entre variedades de manga resistentes ou suscetíveis ao ataque *A. obliqua*. Além de diferenças físicas, como maior quantidade de dutos lactíferos em variedades resistentes, foi determinada a diferença no perfil voláteis emitidos entre frutos suscetíveis verdes ou maduros e frutos de variedades resistentes. Frutos verdes não apresentaram ésteres. Estes compostos começaram a aparecer conforme os frutos amadureciam passaram a estar os principais voláteis emitidos, principalmente octanoato de etila e octanoato de metila. O autor comenta que esta classe de compostos é responsável pelo cheiro típico de frutas maduras. Os principais compostos encontrados em maior quantidade na condição de resistência foram limoneno, α -pineno, mirceno e humuleno, enquanto os que marcaram a condição de suscetibilidade foram octanoato de etila, octanoato de metila, δ -3-careno e aloaromadendreno.

Analisando as classes dos voláteis emitidos por *C. capitata*, ésteres de etila e metila elicitarão as maiores respostas em EAGs seguidos por vários acetatos, monoterpênicos e alcoóis. Cinco dos compostos mais bem colocados na atratividade fêmeas foram ésteres de metila ou etila e três foram acetatos. Ambos os sexos mostraram maior resposta ao ester ácido C 6 (Acyl) do que compostos alcoólicos com uma cadeia C6 (alkyl) (JANG et al., 1989). As maiores respostas em EAGs proporcionadas pelos principais voláteis de frutos de manga suscetíveis e maduros realizadas por Tosta (2014) estão de acordo com os resultados obtido por Jang et al. (1989), demonstrando que a classe dos ésteres possui importante papel na atratividade de moscas-das-frutas, seja na atratividade por frutos ou no comportamento da formação de *leks* e de cópula.

ODL apresentou os melhores resultados de atratividade para ambas as espécies simultaneamente, devido principalmente a captura superior de *A. fraterculus* em relação as outras substâncias. Apesar do OEL e TC proporcionarem maiores valores de capturas de *C. capitata* do que ODL, foram pouco ou não atrativos para *A. fraterculus*, provavelmente devido à ausência do ester butirato de etila.

A presença do butirato de etila e linalol na mistura de voláteis do óleo essencial mais atrativo no presente estudo (ODL) e nas misturas feromonais de *A. fraterculus* e *C. capitata* indicam a possibilidade destas substâncias serem as mais ativas na contribuição do melhor desempenho do ODL. Apesar de octanoato de etila não constar na análise química dos óleos testados no presente estudo, esta substância foi encontrada em três diferentes espécies cítricas por Hong et al. (1997). O método de análise de diferentes frutos cítricos realizada por esses autores, talvez tenha favorecido sua detecção, havendo a possibilidade de octanoato de etila também estar presente no ODL, apenas não tendo sido detectado.

É possível notar que butirato de etila e octanoato de etila são os esteres encontrados frequentemente em diversos frutos hospedeiros e na mistura feromonal de moscas-das-frutas, desempenhando papel importante na atração desses insetos tanto em frutos como em *blends* sintéticos contendo estas substâncias. Estas observações levam a hipótese de que estes compostos desempenham um papel central na atratividade das espécies de moscas-das-frutas testadas.

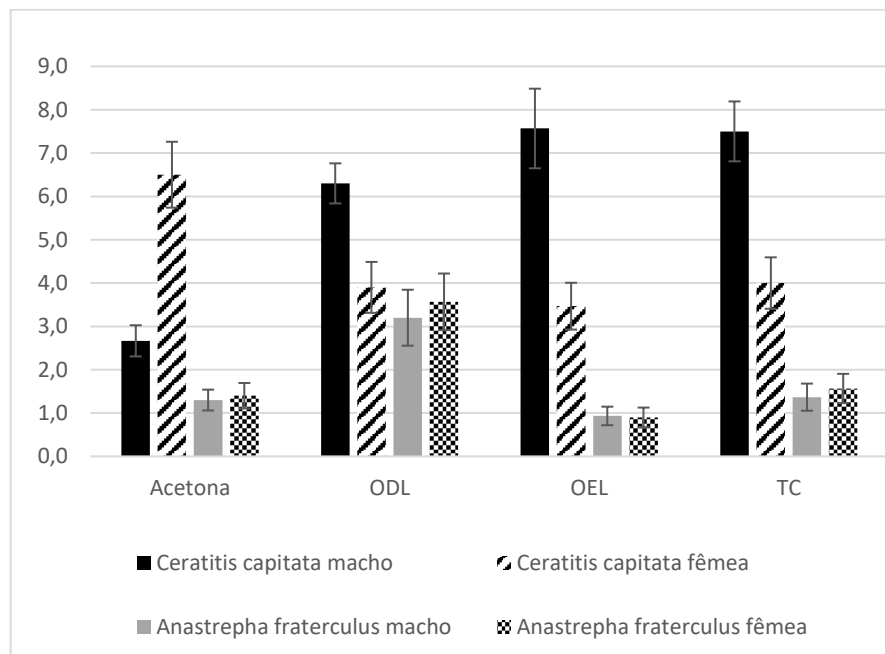


Figura 18 - Número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em armadilhas McPhail em gaiolões de laboratório contendo quatro atrativos. ODL (óleo destilado de laranja); OEL (óleo essencial de laranja); TC (terpeno cítrico).

5.1.1.2 Óleos essenciais em olfatômetro

A análise de variância do experimento em olfatômetro não apontou diferenças no número de insetos capturados entre tratamentos ($F=0,6482$; $p > 0,05$), concentrações ($F=0,3088$; $p > 0,05$) ou entre espécies ($F=3,1232$; $p > 0,05$). Não houve efeito das interações entre substância e espécie ($F= 0,1729$; $p \geq 0,05$) ou entre concentração e espécie $F= 1,5944$; $p > 0,05$).

Foi detectado efeito da interação entre substâncias x concentração ($F= 2.3781$; $0,01 < p < 0,05$). As maiores médias de capturas foram obtidas pela Acetona 95%, OEL 5%, ODL 10% e 20%, TC 10%, porém não houve diferença estatística entre as capturas dos 3 óleos essenciais entre si e as testemunhas nas concentrações de 5% e 20%. Não houve diferença nas capturas do ODL nas diluições testadas (Tukey, $P < 0,05$) porém as diluições 10% e 20% apresentaram as maiores médias. OEL e o TC foram mais atrativo a 5% e 20% (Tabela 12). Apesar de apresentar maior valor médio de capturas, a acetona 95% foi estatisticamente inferior ao ODL 10% e OEL 10% e igual ao TC 10%.

Tabela 11 - Número médio e erro padrão da média de fêmeas de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* atraídas em olfatômetro por quatro atrativos diluídos em três concentrações. ODL (óleo destilado de laranja); OEL (óleo essencial de laranja); TC (terpeno cítrico).

	Diluições em acetona 95%		
	5%	10%	20%
Acetona	11,75±1,7 aA	8,2±1,2 abA	13,0 ±1.9 aA
ODL	8,2±1,8 aA	13,5± 1,7 aA	10,5 ± 1,7 aA
OEL	11,3±1,4 aB	10,3±1,4 abAB	7,3 ± 1,4 aA
TC	8,95±1,5 aA	7,3±1,8 bA	9,85 ± 1,4 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

5.1.2 Experimento II

5.1.2.1 Atrativos alimentares em gaiolão

Houve diferenças estatísticas pelo teste F ($p < 0,001$) entre o número de capturas entre os tratamentos e entre as espécies (ambos tabela 13). Não houve diferença de captura entre sexos ($F=0,3178$; $P > 0,05$).

Tabela 12 - ANOVA do número total de adultos *Anastrepha fraterculus* + *Ceratitis capitata* capturados por armadilhas McPhail contendo quatro atrativos em gaiolões de laboratório (BioAnastrepha, Ceratrap, FAD 66%, TMA 5%).

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Principais efeitos		
Substâncias	13.3217	P<0.01
Espécie	28.6635	P<0.01
Interação de 2 fatores		
Substâncias vs Espécies	5.8198	P<0.01

FAD= Fosfato de amônio dibásico; TMA= Trimetilamina

As maiores médias de capturas foram obtidas pelo FAD e pela proteína hidrolisada comercial Ceratrap (Tabela 14), respectivamente, não havendo diferença estatística entre ambas as substâncias (Tukey P<0,05). BioAnastrepha e trimetilamina apresentaram semelhantes e menos capturas (Tukey P<0,05) (Tabela 14).

Diversos estudos relatam superioridade de capturas por atrativos sintéticos que emitem amônia. Heath et al. (1997) realizaram três experimentos em uma plantação mista de laranja e café na Guatemala e mostraram que as armadilhas cilíndricas adesivas de papel abastecidas com a mistura de acetato de amônia, putrescina e trimetilamina capturaram aproximadamente 12 vezes mais *C. capitata* do que armadilhas McPhail abastecidas com levêdo de torula. Tanto a captura de machos ou fêmeas de *C. capitata* como as de *A. ludens* foram muito superiores ao atrativo líquido.

Tabela 13 - Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos de ambas as espécies, *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus*, capturados em armadilhas McPhail em gaiolão abastecidas com atrativos alimentares orgânicos e sintéticos. (BioAnastrepha, Ceratrap, FAD 66%, TMA 5%).

Tratamento	Média + Erro Padrão
BioAnastrepha	5.025 ± 0,4b
Ceratrap	6.875 ± 0,6a
FAD 66%	8.95 ± 0,9a
TML 5%	4.375 ± 0,9b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= Fosfato de amônio dibásico; TMA= Trimetilamina.

Ceratrapp é composto por proteína animal enzimaticamente hidrolisada, que libera uma diversidade de compostos voláteis, sendo a maioria aminas e ácidos orgânicos que são altamente atrativos para espécies de *Anastrepha* da América do Norte (Lasa et al., 2013). Este atrativo foi considerado como o responsável pela melhora do desempenho de armadilhas para captura de tefritídeos quando comparadas com outros atrativos líquidos proteicos apresentando seletividade para fêmeas próximas a 70% (LASA et al., 2016).

A baixa atratividade do BioAnastrepha pode ter ocorrido pela preferência relativa dos insetos ao FAD e Ceratrapp quando expostos aos 3 atrativos simultaneamente.

Os resultados obtidos por Raga et al. (2006) mostram que o atrativo BioAnastrepha foi altamente eficaz na captura de *Anastrepha* spp. e *C. capitata* em pomar cítrico. Espécimes de *Anastrepha* spp. foram capturadas em maior número do que *C. capitata* (892 e 731 indivíduos, respectivamente). Montes; Raga (2006) confirmam o bom desempenho do BioAnastrepha em pomar de citros, mostrando altas taxas de capturas de *C. capitata* por este atrativo.

Em pomar orgânico, Torula® e Bioanastrepha capturaram significativamente mais fêmeas e também a maior somatória de machos e fêmeas de *A. fraterculus* e *C. capitata* do que os outros atrativos testados (DELGADO et al., 2016).

Maior quantidade de adultos de *C. capitata* foi capturada pelo atrativo padrão BioAnastrepha quando comparado com Milhocina® 5% com borax a 4%, 7% e 10%. Considerando a captura de fêmeas de *A. fraterculus* e *C. capitata* BioAnastrepha e Milhocina® proporcionaram os maiores valores de capturas até o sétimo dia de exposição. Os autores concluem que BioAnastrepha 3% (v/v) é superior a Milhocina® e suas misturas na atratividade de *C. capitata* e *A. fraterculus* (RAGA; VIEIRA, 2015).

A baixa atratividade da trimetilamina é relatada por diversos autores. Este composto químico foi descoberto como um potente sinergista para a combinação de acetato de amônia e putrescina. Desde então este *blend* passou a ser produzido e comercializado como um atrativo alimentar sintético seco nos EUA, com taxas de capturas quatro vezes maiores do que armadilhas abastecidas com proteínas líquidas e com capacidade de detectar *C. capitata* 4 semanas antes do paraferomônio Trimedlure (IAEA, 2007).

Heath et al. (1997) testaram em outro experimento, o efeito sinergista de trimetilamina para *C. capitata* e *A. ludens* comparando as capturas de machos e fêmeas destas espécies em armadilhas com uma mistura de acetato de amônio, putrescina e trimetilamina (tratamento 1), levedo de torula (tratamento 2), sem atrativo (tratamento 3) ou apenas trimetilamina (tratamento 4). Para ambas as espécies as capturas totais de fêmeas foram maiores. De 55 machos de *C. capitata* 53, 1, 1 e 0 indivíduos foram capturados pelos tratamentos (t1, t2, t3 e t4,

respectivamente). Das 82 fêmeas desta espécie 80, 0, 2 e 0 indivíduos foram capturados pelos mesmos tratamentos. Para *A. ludens*, dos 166 machos 77, 46, 34 e 9 indivíduos foram capturados e das 135 fêmeas, e 59, 60, 8 e 8 pelos mesmos tratamentos (t1, t2, t3 e t4, respectivamente). Pelos resultados, conclui-se que armadilhas abastecidas apenas com trimetilamina capturam poucos indivíduos de *A. ludens* e nenhum de *C. capitata*.

Um atrativo composto por dois componentes (acetato de amônia + trimetilamina) teve capturas muito próximas do produto comercial BioLure (acetato de amônia + putrescina+ trimetilamina). O atrativo com dois componentes atrai mais fêmeas do que o atrativo proteico convencional (Torula e proteína hidrolisada), sendo muito mais seletivo além de ser um produto mais barato devido a eliminação de um componente. Este atrativo pode ser usado para monitoramento de populações de *C. capitata* em programas de supressão populacional e áreas de baixa prevalência de moscas-das-frutas. No entanto o atrativo Biolure ainda é o atrativo recomendado em programas de manejo de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. (IAEA, 2007).

Portanto, conclui-se que baixa atratividade da trimetilamina ocorreu devido ao fato de sua contribuição para a atratividade ser a sua ação sinergista à compostos nitrogenados, não apresentando respostas atrativas de forma isolada

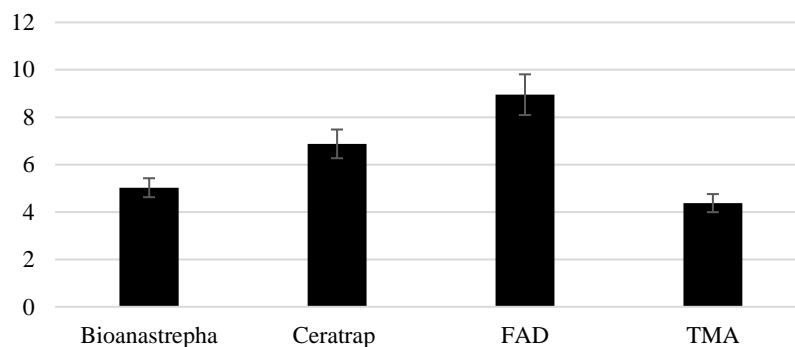


Figura 19 - Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos de ambas as espécies, *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus*, capturados em armadilhas McPhail em gaiolão abastecidas com atrativos alimentares orgânicos e sintéticos. (BioAnastrepha, Ceratrap, FAD 66%, TMA 5%)

Efeito de interação foi significativo apenas para 2 fatores: tratamentos vs espécies (Tabela 13).

As capturas de *C. capitata* pelos atrativos alimentares foram superiores às de *Anastrepha fraterculus* (Tukey $P < 0,05$) (Tabela 13).

Tabela 14 - Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos de ambas as espécies *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus*, capturados em armadilhas McPhail em gaiolão abastecidas com atrativos alimentares orgânicos e sintéticos. (BioAnastrepha, Ceratrap, FAD 66%, TMA 5%).

Espécie	Média + Erro padrão
<i>Anastrepha fraterculus</i>	4,8 ± 0,5 b
<i>Ceratitis capitata</i>	7,8 ± 0,3 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeito de interação foi significativo apenas para 2 fatores: tratamentos vs espécies (tabela 15).

Para *A. fraterculus* os tratamentos BioAnastrepha, Ceratrap e FAD 66% foram os mais atrativos (Tabela 16), não diferindo entre si (Tukey, $P < 0,05$) (tabela 16). TML foi o tratamento menos eficiente para esta espécie, provavelmente devido a seu efeito apenas sinérgico a outros atrativos (Tukey, $P < 0,05$) (Tabela 16). Os resultados obtidos mostram que *A. fraterculus* não foi seletiva quanto a natureza orgânica ou sintética do atrativo em condições de laboratório, mostrando que a praticidade ou o custo do atrativo podem ser levados em conta na escolha do atrativo. Porém são necessários testes em condições de campo para confirmar essa hipótese.

Para *C. capitata* FAD foi o tratamento mais eficiente (Tukey, $P < 0,05$) seguido do Ceratrap (Tabela 16). BioAnastrepha foi o atrativo menos escolhido por *C. capitata* nos testes em gaiolão de laboratório (Tukey, $P < 0,05$). BioAnastrepha apresentou médias semelhantes de capturas para *C. capitata* e *A. fraterculus* (Tukey, $P < 0,05$), assim como o Ceratrap (Tukey, $P < 0,05$). FAD 66% e TML foram mais atrativos para *C. capitata*.

Tabela 15 - A Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos de ambas as espécies, *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus*, capturados em armadilhas McPhail em gaiolão abastecidas com atrativos alimentares orgânicos e sintéticos. (BioAnastrepha, Ceratrap, FAD 66%, TMA 5%).

Substâncias	Espécies (Média ± erro padrão)	
	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Anastrepha fraterculus</i>
BioAnastrepha	5,0 ± 0,6cA	5,05 ± 0,5aA
Ceratrap	8,1 ± 1,0bA	5,65 ± 0,5aA
FAD	12,4 ± 1,2 aA	5,55 ± 0,6aB
TMA	5,8 ± 0,5 bcA	3,0 ± 0,4bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= fosfato de amônio dibásico; TMA= trimetilamina.

Heath et al. (1997) observaram em um de seus experimentos, que as maiores taxas de capturas de *C. capitata* e em armadilhas abastecidas com acetato de amônia em conjunto com putrescina e trimetilamina e as mais baixas em armadilhas McPhail abastecidas com atrativos líquidos proteicos. O resultado esta de acordo com o observado no presente trabalho, a preferência pela fonte sintética de amônia, observadas por *C. capitata*.

A melhor atratividade proporcionada pelo Ceratrap em relação a outros atrativos líquidos proteicos é confirmada por Lasa et al. (2015) que observaram Ceratrap sendo 3,6 vezes mais atrativo para *A. ludens* do que o atrativo comercial mais comum, Captor (proteína vegetal hidrolisada e borax), quando usado em armadilhas Multilure.

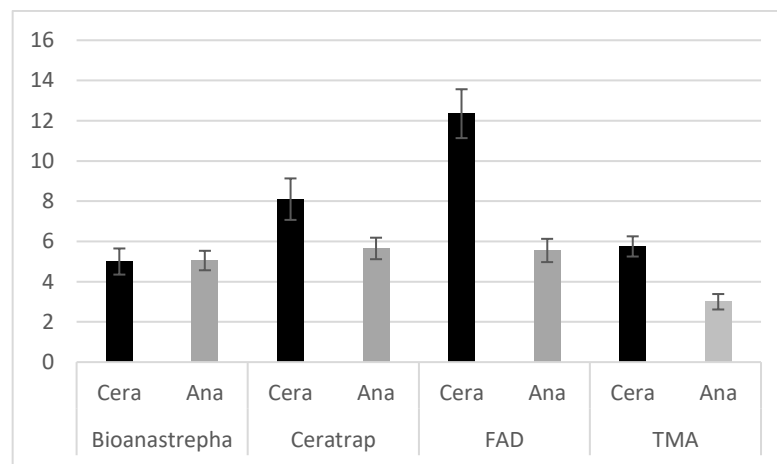


Figura 20 - Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados em gaiolão em função dos atrativos alimentares orgânicos e sintéticos. FAD= Fosfato de amônio dibásico; TML= Trimetilamina

Diferentes resultados são registrados em relação a superioridade de capturas entre atrativos proteicos líquidos ou sintéticos, e mesmo entre atrativos sintéticos. Robacker; Czokajlo (2005a; 2005 b) observaram que seus desempenhos variam de acordo com o método de retenção dos insetos capturados (líquido ou adesivo) ou modelo de armadilha (fechada ou aberta). Diferenças entre espécies na atratividade a fontes de proteína também foram descritas por Diaz-fleischer et al (2009) e Diaz-fleischer; Aluja (2003). Esses autores comentam que a atratividade por fontes de proteínas depende de uma série de fatores, e que não é uma meta realista buscar uma fonte proteica que seja satisfatoriamente atrativa para a extensa gama de estados de cópula, fisiológicos, nutricionais que ocorrem em populações destas pragas em campo. Esses aspectos variam tanto dentro da mesma espécie quanto de uma espécie para outra, além da interferência ambiental como temperatura e umidade em todos esses fatores.

O conhecimento da resposta das espécies de moscas-das-frutas a fontes sintéticas de amônia torna possível a adequação da taxa de liberação destas substâncias e aprimoramento de

atrativos já utilizados no manejo de moscas-das-frutas para uma resposta ótima em relação a intensidade e seletividade a sexo, estado fisiológico e organismos não alvo, e assim obter uma composição de atrativos tão ou mais eficientes do que atrativos líquidos para diferentes condições ambientais (SOOKAR et al., 2006; YEE et al., 2016).

5.1.2.2

No teste em olfatômetro (Tabela 17) houve diferença significativa nas capturas entre os tratamentos ($F=2,9107$, $0,01 < P < 0,05$) mas não entre espécies ($F=0,7961$, $P \geq 0,05$) ou efeito de interação entre tratamentos e espécies ($F=0,8156$, $P > 0,05$). Bioanastrepha, Ceratrap e TML, que não diferiram entre si (Tukey, $P < 0,05$). Ao contrário do que foi observado em gaiolão de laboratório (Tabela 14), FAD 66% foi o tratamento com menos capturas em olfatômetro (Tukey, $P < 0,05$).

Tabela 16 - Número médio e erro padrão da média de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* + *Ceratitis capitata* capturados por armadilhas McPhail em olfatômetro. FAD (Fosfato de Amônio Dibásico); TMA (Hidrocloreto de Trimetilamina).

Substância	Média + desvio padrão
BioAnastrepha	12,9± 1,2 a
Ceratrap	12,1± 1,0 ab
FAD	8,6± 1,0 b
TMA	10,8± 1,0 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.1.3. Experimento III

5.1.3.1 Associação dos melhores atrativos em gaiolão

Não houve diferenças estatísticas pelo teste F ($p < 0,05$) no número de capturas entre os tratamentos, espécies ou sexos. A única interação de fatores com efeito significativo nas capturas foi entre Tratamento vs Espécies (Tabela 18).

Ao contrário do que era esperado, a adição dos compostos químicos selecionados nos testes anteriores ao Ceratrap não melhorou a captura deste atrativo em condições de laboratório para nenhuma das espécies estudadas (Tabela 19). Não houve diferenças de capturas entre os tratamentos, tanto para o total de insetos durante o experimento quanto para machos ou fêmeas de alguma das espécies. Porém não houve reduções nas médias de captura quando Ceratrap esteve combinado com voláteis de laranja, composto nitrogenado ou acetona.

Robacker (2007) testou a atratividade das combinações de 26 diferentes óleos essenciais com um *blend* sintético alimentar para *A. ludens*. Apenas um desses óleos essenciais (óleo essencial de rosa) melhorou as capturas do atrativo alimentar, sendo que os outros 25 prejudicaram.

Tabela 18 - ANOVA do número total de adultos *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados por armadilhas McPhail contendo quatro atrativos em gaiolões de laboratório (Ceratrapp + Acetona, Ceratrapp, Ceratrapp + FAD 66%, Ceratrapp+ODL).

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Tratamentos	0,27	0,850
Espécies	0,91	0,343
Sexos	0,11	0,740
Interação de 2 fatores		
Tratamento vs Espécies	2,69	0,048
Tratamento vs Sexo	0,38	0,765
Espécie vs Sexo	0,38	0,537
Interação de 3 fatores		
Tratamento vs Espécies vs Sexo	1,28	0,285

Os quatro tratamentos não proporcionaram diferença de capturas dentro de cada espécie ou entre sexos. A única interação entre os fatores com efeito significativo foi entre Tratamento vs Espécie (Tabela 19).

A interação desses fatores motrou diferença de capturas entre espécies apenas para o atrativo Ceratrapp, sendo mais atrativo para *C. capitata*. Os demais tratamentos obtiveram médias de capturas semelhantes entre espécies.

Esperava-se que a combinação de ODL ao Ceratrapp pudesse aumentar a taxa de captura das duas espécies estudadas, já que este óleo essencial proporcionou o maior índice de capturas em relação aos demais óleos essenciais, inclusive a maior taxa de captura de fêmeas. Rasgado et al. (2009) obtiveram que *blend* sintético de compostos atrativos identificados em laranja azeda foi mais atrativo do que proteína líquida hidrolisada para *A. ludens*. Outra hipótese era a possibilidade deste óleo essencial aumentar as capturas de machos de ambas as espécies, já que os óleos essenciais de laranja testados apresentaram atratividade para *Anastrepha* nos testes prévios.

Cornelius et al. (2010) testaram associação do odor de proteína líquida hidrolisada com odor de macerado de laranja, sem a casca, na atratividade de *Bactrocera dorsalis* em gaiolões de campo. As armadilhas foram compartimentadas, para não haver mistura entre os atrativos. Os autores observaram que as respostas variaram de acordo com a idade e do histórico de alimentação. Fêmeas privadas de proteína foram mais atraídas pelas armadilhas com atrativo proteico independente da idade e as alimentadas foram atraídas pelo odor de laranja ou

igualmente aos dois tipos de atrativo. A combinação do odor de frutos com proteína foi mais atrativa para fêmeas com idades ente 10 a 12 dias privadas de proteínas e para fêmeas de 2-3 dias alimentadas com proteína. Os autores comentam que possivelmente o odor de proteína interferiu negativamente nas capturas de fêmeas copuladas que foram alimentadas com proteínas.

Tabela 19 - Número médio e erro padrão da média do número de indivíduos *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* capturados por armadilha McPhail pela associação de atrativos orgânicos e sintéticos em gaiolões de laboratório. (Ceratrapp + Acetona, Ceratrapp, Ceratrapp + FAD 66%, Ceratrapp+ODL).

	<i>C. capitata</i>	<i>A. fraterculus</i>
Ceratrapp + Acetona	7,7 ± 1,2 aA	7,75 ± 1,1 aA
Ceratrapp	9,0 ± 1,0 aA	5,55 ± 0,7 aB
Ceratrapp + FAD	8,3 ± 1,5 aA	5,85 ± 0,6 aA
Ceratrapp + ODL	7,0 ± 1,3 aA	7,75 ± 0,7 aA

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= Fosfato de amônio dibásico, ODL= Óleo destilado de laranja.

FAD foi a substância que mais atraiu *C. capitata* e *A. fraterculus* nos testes prévios (Tabela 14) com valor estatístico similar ao Ceratrapp. A hipótese era que a combinação destes dois atrativos pudesse incrementar a média de capturas deles quando estudados separadamente.

Acetona apresentou alta seletividade para fêmeas de *C. capitata* nos testes prévios (Figura 3). Esta observação levou a combinação deste composto com Ceratrapp visando um possível incremento da seletividade deste atrativo para fêmeas, que não foi observado nos testes em gaiolão.

5.1.3.2 Associação dos melhores atrativos em olfatômetro

No teste em olfatômetro (Tabela 20) não houve diferença significativa nas capturas entre os tratamentos (F=0,956; P>0,05), entre espécies (F=0,5512; P> 0,05) ou efeito de interação entre tratamentos e espécies (F= 0,944, P>0,05).

Tabela 20 - Número médio de fêmeas e machos de *Anastrepha fraterculus* + *Ceratitis capitata* capturados em olfatômetro. FAD (Fosfato de Amônio Dibásico); TML (Hidrocloro de Trimetilamina).

Substância	Média + Erro padrão
Ceratrap	9,3 ± 1,3 a
Ceratrap + Acetona	9,4 ± 1,2 a
Ceratrap + ODL	10,75 ± 1,8a
Ceratrap + FAD	12,5 ± 1,2 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2 Experimentos em campo

5.2.1 Experimento I

Foi capturado um total de 8296 insetos dos quais 98 (1,2% do total) corresponderam a espécimes da família Tephritidae, sendo 37 fêmeas e 27 machos de *Anastrepha* spp. e 22 fêmeas e 12 machos de *C. capitata*.

Este número de espécimes não proporcionou médias de capturas semanais suficientes para haver distinção entre os tratamentos ($F=1,995$; $P=0,0720$) ou interação entre tratamento e espécie ($F=0,787$; $P=0,5815$).

Registros de capturas de tefritídeos em pomares cítricos por outros autores mostram números superiores aos obtidos neste experimento. Em Mogi-Guaçu município vizinho a Mogi-Mirim, Delgado et al., (2015) obtiveram, entre 13/03 a 28/04/2008, capturas de 284 espécimes de moscas-das-frutas em pomar orgânico de laranja cv. Pera e 224 em pomar convencional de laranja cv. Hamlin. Entre 10/11 a 21/12/2008 os mesmos autores obtiveram 3.603 espécimes em pomar orgânico de laranja cv. Pera e 216 em pomar convencional também cv. Pera

Em pomar de laranja cv. Valência no Rio Grande Sul, Bortoli et al. (2016) capturaram 1.587 espécimes de Tephritidae, dos quais 1.410 eram de *Anastrepha fraterculus*. Porém poucas capturas também são relatadas, como Uchoa-Fernandes (1999) que obteve a captura de 2 espécimes de *A. fraterculus* e 66 de *C. capitata* em pomar de laranja doce no Mato Grosso do Sul.

As respostas de adultos de *Anastrepha* a atrativos proteicos dependem fortemente do tipo de alimento ingerido, estado reprodutivo e sexo, sendo que estas respostas variam consideravelmente entre espécies sendo importante levar em conta o efeito da disponibilidade de frutos hospedeiros dentro e fora dos pomares (hospedeiros selvagens), características do

pomar e condições climáticas podem ter na resposta de adultos a atrativos alimentares (PIÑERO et al., 2002).

A grande disponibilidade de frutos de laranja caídos ao chão e liberando exudados açucarados e nutritivos como fonte de alimentos durante o período experimental (Figura 43 C, D e E) pode ter diminuído as respostas das moscas-das-frutas às armadilhas. A interferência da alimentação de frutos e sua realação com baixas capturas já foi relatado por Lopez; Guilen (2010), que comentam que moscas foram observadas se alimentando de frutos de manga caídas ao chão, e que isso pode ter afetado a resposta aos compostos voláteis testados em armadilhas.

Foram capturados 8.198 insetos não tefritídeos nas armadilhas McPhail com os diferentes compostos atrativos durante o experimento. As Ordens e as respectivas porcentagens em relação ao total de insetos capturados foram: Diptera (98,12%), Hymenoptera (0,66%), Hemiptera (0,16%), Lepidoptera (0,90%), Neuroptera (0,06%) e Coleoptera (0,10%).

Todos os atrativos capturaram um número significativo de espécimes de Diptera. (tabela 21). A maioria dos Diptera pertenciam às famílias Drosophilidae, Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae e Ulidiidae. Em pomares situados próximos à áreas de produção animal ocorreu grande número de capturas de moscas das famílias Sarcophagidae e Muscidae, como foi relatado por Uchoa-Fernandes (1999).

Os números de insetos de Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera e Coleoptera foram estatisticamente semelhantes (Tabela 21).

Os gráficos de flutuação populacional de *Anastrepha* spp. e *C. capitata* (Figuras 21 e 22) mostram o índice MAD (moscas capturadas/armadilha/dia) médio entre as 5 armadilhas que compunham as repetições de cada tratamento. No início do período de avaliações, dia 9 de março de 2017, os atrativos Ceratrap, Ceratrap + FAD, Ceratrap + Acetona mostraram os maiores níveis populacionais para *Anastrepha* spp. (Figura 21). O atrativo FAD + ODL apontou um índice MAD cerca de 4 vezes menor do que Ceratrap, Ceratrap + FAD e Ceratrap + Acetona e Ceratrap + ODL não capturaram nenhum tefritídeo.

Todos os atrativos apontaram um pico populacional de *Anastrepha* spp no dia 16 de março de 2017. Porém, Ceratrap indicou o maior nível populacional com um índice MAD de 0,2, quase o dobro de Ceratrap + Acetona e TMA (ambos com um MAD de 0,12). Os tratamentos FAD + ODL e Ceratrap + FAD apontaram um MAD de 0,8 e Ceratrap com ODL apontaram 0,05. No dia 16 de março foram detectados os maiores índices MAD de tefritídeos observados durante o período de condução do experimento. Nas avaliações seguintes foi observada uma redução populacional, apontada por todos os tratamentos.

Apenas Ceratrap detectou *C. capitata* na primeira avaliação (09/03/2017) (Figura 22). Porém nas avaliações seguintes os outros atrativos evidenciaram níveis populacionais até cinco vezes superiores ao Ceratrap, como o Ceratrap+ FAD em 23/03/2017. Nessa mesma data, os atrativos Ceratrap + FAD, FAD + ODL e Ceratrap + ODL apontaram um pico populacional. TMA sozinha não capturou nenhum indivíduo durante o período do experimento, mas Ceratrap + TMA foi o atrativo com o pico populacional mais longo entre os atrativos testados, indicando a presença de *C. capitata* no pomar entre os dias 16/03 e 13/04/ 2017.

Com base nos gráficos populacionais de *C. capitata* e *A. fraterculus* em pomar de laranja doce, observa-se que em níveis populacionais baixos, houveram diversas amostragens onde as combinações de Ceratrap com os atrativos selecionados em laboratório mostraram índices populacionais maiores, e indicaram níveis de infestação por períodos maiores de tempo.

Essas observações mostram que combinações de Ceratrap com Acetona, FAD, ODL e TMA, possuem potencial de aumentar o poder atrativo do Ceratrap a tefritídeos, assim como FAD+ODL possui potencial para ser usado em monitoramento destas pragas. Novos testes se fazem necessários para avaliar estes atrativos na ocorrência de níveis populacionais mais elevados, períodos amostrais mais longos ou adoção de maior número de repetições como estratégias para reduzir o erro amostral causado pela alta variação nas respostas destes insetos a atrativos em armadilhas, possibilitando assim a confirmação das diferenças de capturas entre os atrativos.

Houve diferença significativa nas quantidades de Diptera capturados pelos diferentes atrativos (Tabela 21). Armadilhas McPhail abastecidas com Ceratrap, Ceratrap + Acetona e Ceratrap + TMA proporcionaram capturas similares. Entre todos os atrativos, TMA foi o mais seletivo para esta Diptera(figura 24). ODL + Ceratrap diminuíram as capturas de Diptera não alvo para 57,3%. FAD + Ceratrap reduziu as capturas de Diptera não alvo para 25,9%, enquanto FAD + ODL capturou apenas 25,4% comparado com Ceratrap sozinho.

A população de Diptera aumentou gradualmente de 9 de março de 2017 até 23 de março de 2017, quando capturas nas armadilhas abastecidas com Ceratrap alcançaram seus picos populacionais. As demais Ordens apresentaram diferentes picos de captura (Figura 25). TMA e FAD + ODL foram os mais seletivos a organismos não alvo e capturaram praticamente Diptera.

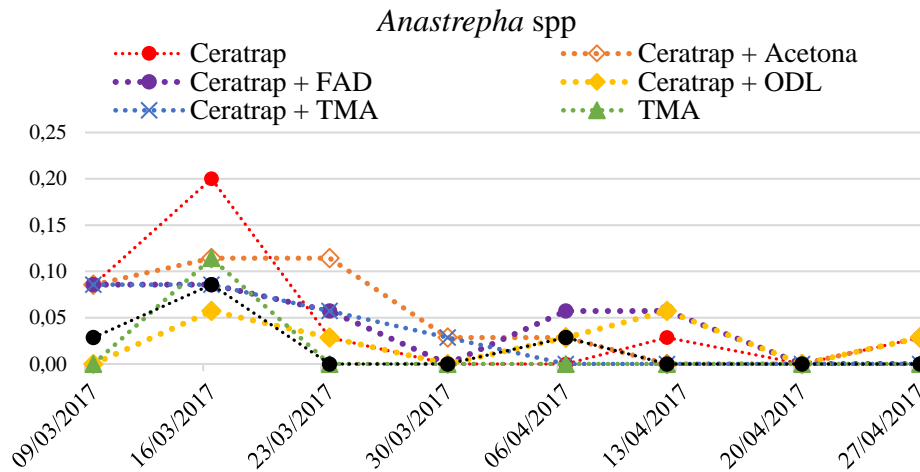


Figura 21. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP Março a abril de 2017. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina

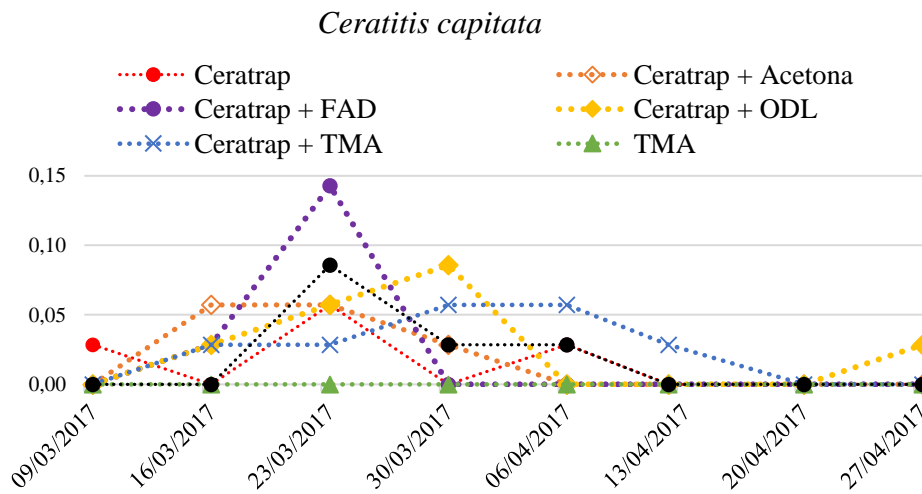


Figura 22- Flutuação populacional de *C. capitata* em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP Março a abril de 2017. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina

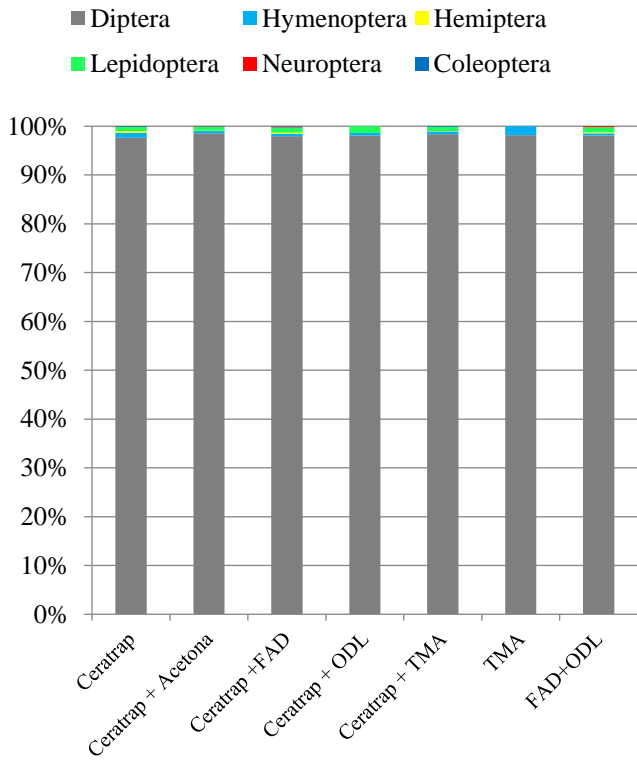


Figura 23. Comparativo da quantidade relativa de capturas de ordens de insetos capturados em armadilhas McPhail entre os diferentes atrativos em pomar de laranja. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL), Trimetilamina (TMA)

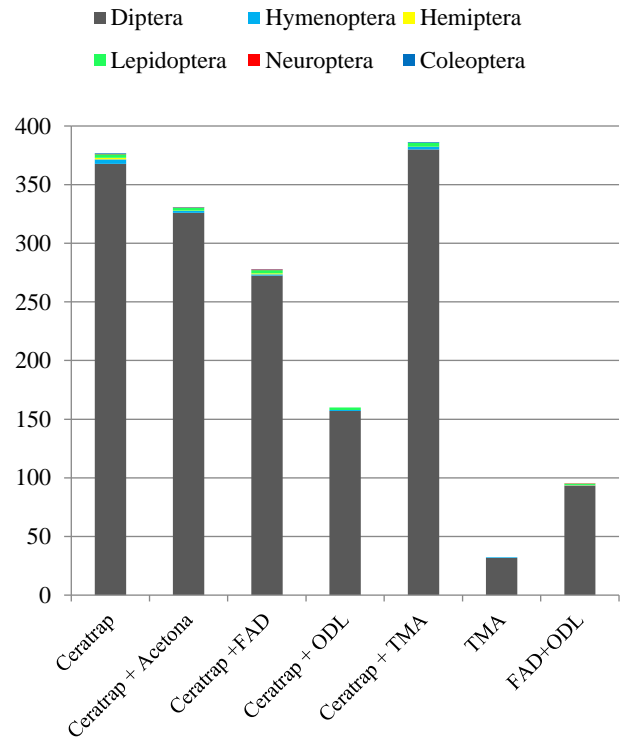


Figura 24. Comparativo de diversidade e quantidade de capturas de diferentes ordens de insetos em armadilhas McPhail em pomar de laranja. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL), Trimetilamina (TMA)

Tabela 21. Número semanal médio e erro padrão da média de insetos não-alvo capturados por 5 armadilhas McPhail por tratamento em pomar de laranja cv. Hamlin. Município de Mogi Mirim, SP. Março-Abril 2017.

Tratamentos	Diptera	Hymenoptera	Hemiptera	Lepidoptera	Neuroptera	Coleoptera
Ceratrapp	367.6 ± 42.8 aA	4.0 ± 1.4 aB	1.4 ± 0.9 aB	3.0 ± 0.7 aB	0.2 ± 0.2 aB	0.4 ± 0.2 aB
Ceratrapp + Acetona	326.0 ± 73.8 abA	1.6 ± 0.5 aB	0.2 ± 0.2 aB	2.6 ± 1.2 aB	0.2 ± 0.2 aB	0.2 ± 0.2 aB
Ceratrapp +FAD	272.4 ± 42.6 bA	1.2 ± 0.7 aB	0.8 ± 0.5 aB	2.8 ± 1.2 aB	0.4 ± 0.2 aB	0.4 ± 0.2 aB
Ceratrapp + ODL	157.0 ± 20.0 cA	0.8 ± 0.5 aB	0.0 ± 0.0 aB	2.2 ± 1.3 aB	0.0 ± 0.0 aB	0.0 ± 0.0 aB
Ceratrapp + TMA	380.0 ± 50.5 aA	2.4 ± 0.5 aB	0.2 ± 0.2 aB	3.2 ± 0.4 aB	0.0 ± 0.0 aB	0.6 ± 0.4 aB
TMA	31.6 ± 11.2 eA	0.6 ± 0.2 aB	0.0 ± 0.0 aB	0.0 ± 0.0 aB	0.0 ± 0.0 aB	0.0 ± 0.0 aB
FAD+ODL	93.4 ± 38.8 dA	0.4 ± 0.2 aB	0.2 ± 0.2 aB	1.0 ± 0.3 aB	0.2 ± 0.2 aB	0.0 ± 0.0 aB

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey (5%). FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina.

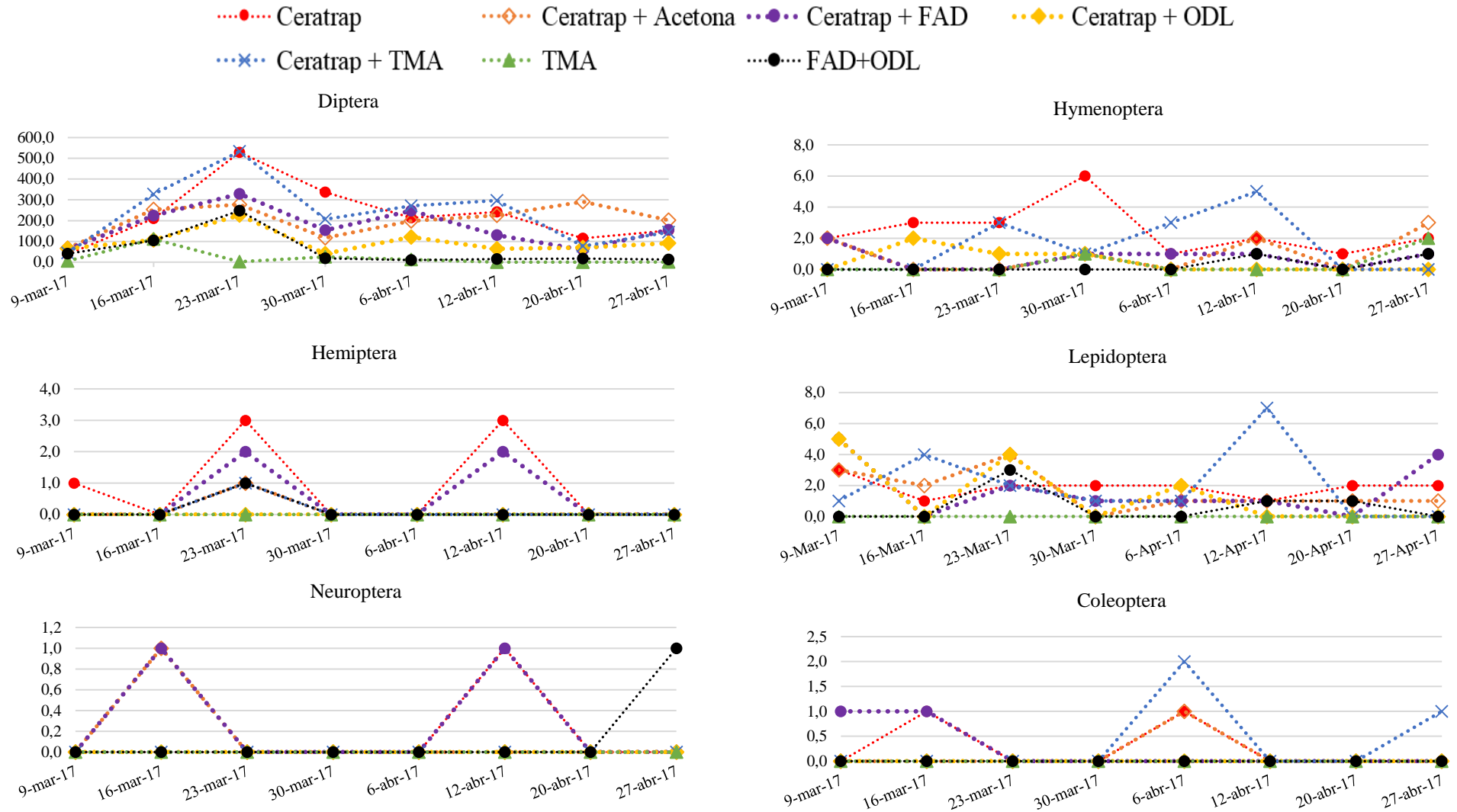


Figura 25. Flutuação populacional de organismos não alvo em número médio de insetos capturados por armadilha por dia entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina

5.2.2 Experimento Campo II

Foi capturado em pomar de laranja doce um total de 31.582 insetos dos quais 52 (0,16%) corresponderam a espécimes da família Tephritidae, sendo 39 fêmeas e 13 machos de *Anastrepha* spp. Não ocorreu captura *C. capitata*. Foram capturados 314 espécimes da família Lonchaeidae, valor correspondente a 1% do total de insetos capturados durante o período do experimento.

Tabela 22 - ANOVA do número total espécimes de *Anastrepha* spp. capturados em armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em pomar de laranja cv. Pera IAC. (Ceratrapp, Ceratrapp+Acetona, Ceratrapp+FAD, Ceratrapp+ODL, FAD, Acetona, FAD+ODL+TMA)

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Tratamentos	F(6,56)=7,05	P<0.001
sexo	F(1,56)=7.81	P=0.007
Interação de 2 fatores		
Tratamentos vs sexo	F(6,56)=1.36	P=0.248

FAD= Fosfato de Amônio Dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Tabela 23. Número médio e erro padrão da média semanal de capturas de *Anastrepha* spp. em 5 armadilhas McPhail por diferentes compostos em pomar de laranja cv. Pera IAC. Município de Mogi Mirim, SP. Jan.- Mar 2018

Tratamento	<i>Anastrepha</i> spp.
Ceratrapp	1,6±0,4 ab
Ceratrapp + Acetona	3,8±1,4 a
Ceratrapp +FAD	3,6±2,1 a
Ceratrapp + ODL	1,0±0,4 abc
FAD	0,4±0,2 bc
Acetona	0,0±0,0 c
FAD + ODL +Acetona	0,0±0,0 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FAD= Fosfato de Amônio Dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Um total de 31.535 insetos não tefritídeos foram capturados nas armadilhas McPhail pelos diferentes atrativos testados. As categorias de classificação e as respectivas porcentagens em relação ao total de insetos capturados foram: Outros Dipteras (72,94%), Drosophilidae (20,22%), Hymenoptera (0,58%), Hemiptera (0,16%), Lepidoptera (1,8%), Chrysopidae (0,09%), Hemerobiidae (0,08%), Coleoptera (0,14%), Coccinelidae (0,01%), Hemiptera

Subordem Heteroptera (0,72%), Hemiptera Subordem Auchenorrhynca (0,09%), Ordem Diptera, Família Mycetophagidae, Genero *Leia* (3,02%), Dermaptera (0,06%).

Leia spp. (Figura 43 A e B) pertencem a Ordem Diptera, Superfamília Sciaroidea e a Família Mycetophilidae, uma das 8 famílias que compõe o grupo de insetos chamado de fungus gnats. As outras famílias são Bolitophilidae, Cecidomyiidae, Diadocidiidae, Ditomyiidae, Keroplatidae, Lygistorrhinidae e Sciariidae. As larvas destes insetos vivem preferencialmente na matéria vegetal em decomposição, se alimentando de micélios de fungos (BLAGODEROV, GRIMALDI, 2004).

Segundo Zanetti; Leite (2004) espécies de *Bradysia* pertencente à Família Sciariidae são consideradas uma das principais pragas de importância econômica em plantas cultivadas em ambiente protegido. A forma adulta pode disseminar doenças fúngicas pois pode se alimentar tanto do substrado deixado no piso da estufa quanto do substrato em contato com o sistema radicular da muda. A forma larval pode se alimentar das raízes e radículas sendo o ataque mais crítico nos primeiros estágios de crescimento dos porta-enxertos, causando cloroses características de deficiência nutricional. Quando a larva da mosca se alimenta de plantas saudáveis, ela as enfraquece, predispondo-as ao ataque dos fungos fitopatogênicos, como os do gênero *Phytophthora*, um oomiceto antigamente considerado como um fungo.

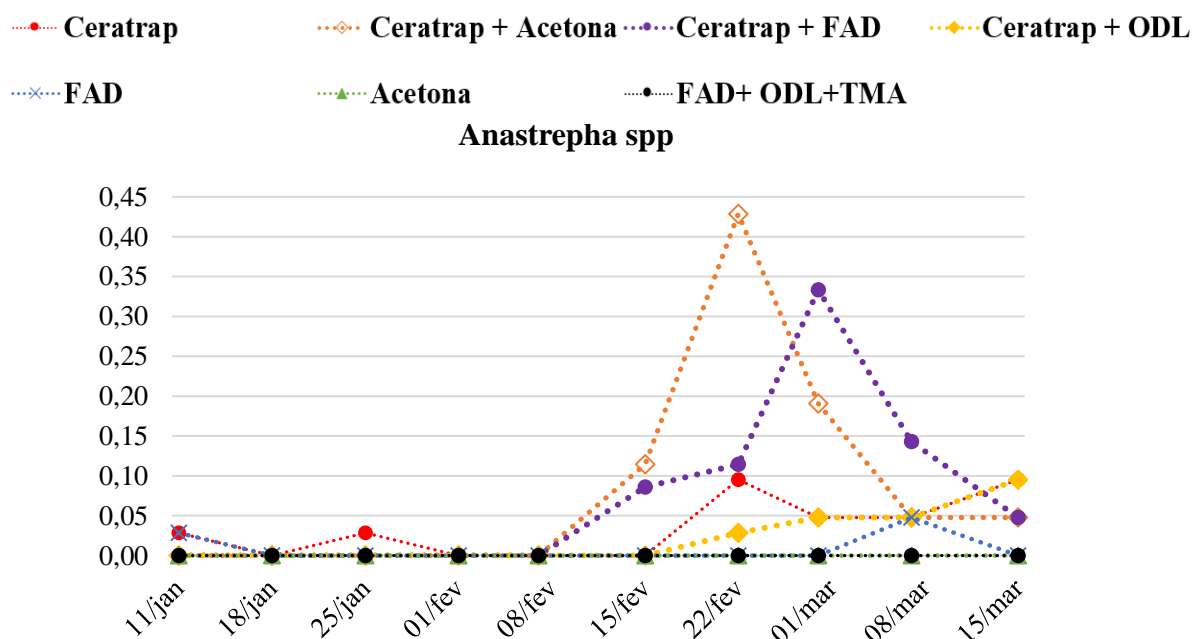


Figura 27. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP Março a abril de 2017. FAD= Fosfato de Amônio Dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina

Todos os atrativos indicaram baixíssimo índice populacional entre os dias 11 de janeiro até o dia 15 de fevereiro de 2018, quando os atrativos Ceratrap + FAD e Ceratrap + Acetona detectaram espécimes de *Anastrepha*, ambos com um índice MAD de aproximadamente 0,1. No dia 22 de fevereiro houve um pico populacional detectado pelos atrativos Ceratrap + ODL (MAD = 0,02), Ceratrap (MAD = 0,1), Ceratrap + FAD (MAD = 0,1) e Ceratrap + Acetona (MAD = 0,42), mas que não foi detectado pelos atrativos FAD, Acetona e FAD+ODL+TMA. Nessa data, Acetona e FAD adicionadas ao Ceratrap, proporcionaram aumento de atratividade de 5 e 21 vezes, respectivamente, nas capturas de *Anastrepha* spp.

Diferentes atrativos indicando o aumento de populações de moscas-das-frutas em pomares comerciais em datas diferentes são relatadas por Monteiro et al. (2007) que obtiveram que as capturas de *Anastrepha* começaram mais cedo nas armadilhas abastecidas com BioAnastrepha e Torula, comparando-se com suco de uva 25%.

Essa diferença de tempo para detectar a entrada destas pragas trazem implicações práticas para o manejo, pois é desejável que sejam constatadas populações antes que atinjam níveis de controle, para o devido planejamento das estratégias de mitigação populacional.

No dia 01/03/2018 Ceratrap e Ceratrap + Acetona apontaram redução populacional em relação aos seus índices de captura da semana anterior, enquanto Ceratrap + FAD apontou um aumento populacional de 3 vezes em relação a seu índice de captura na semana anterior, com um índice MAD = 0,34, o segundo maior índice MAD registrado no período de monitoramento. Embora não tenha ocorrido diferença estatística entre as capturas dos diferentes atrativos testados ($F=888$; $P<0,5$), atrativos Acetona e FAD+ODL+TMA não proporcionaram capturas de tefritídeos em pomar de laranja durante o período experimental. FAD detectou a presença de *Anastrepha* apenas no dia 8 de março com um baixo índice (MAD= 0,05) enquanto Ceratrap + FAD apontou um 0,15 MAD na mesma data.

Ceratrap + Acetona e Ceratrap + FAD proporcionaram o maior índice MAD entre os tratamentos (0,42 e 0,34, respectivamente) e proporcionaram o maior período contínuo de detecção de *Anastrepha* spp. entre os atrativos avaliados, indicando a presença deste Gênero em 50% do período amostral. Ceratrap apresentou maior índice (0,1 MAD) e apontou a presença de *Anastrepha* em 50% do período amostral, no dia 22 de janeiro e em quatro semanas consecutivas a partir do dia 15 de fevereiro.

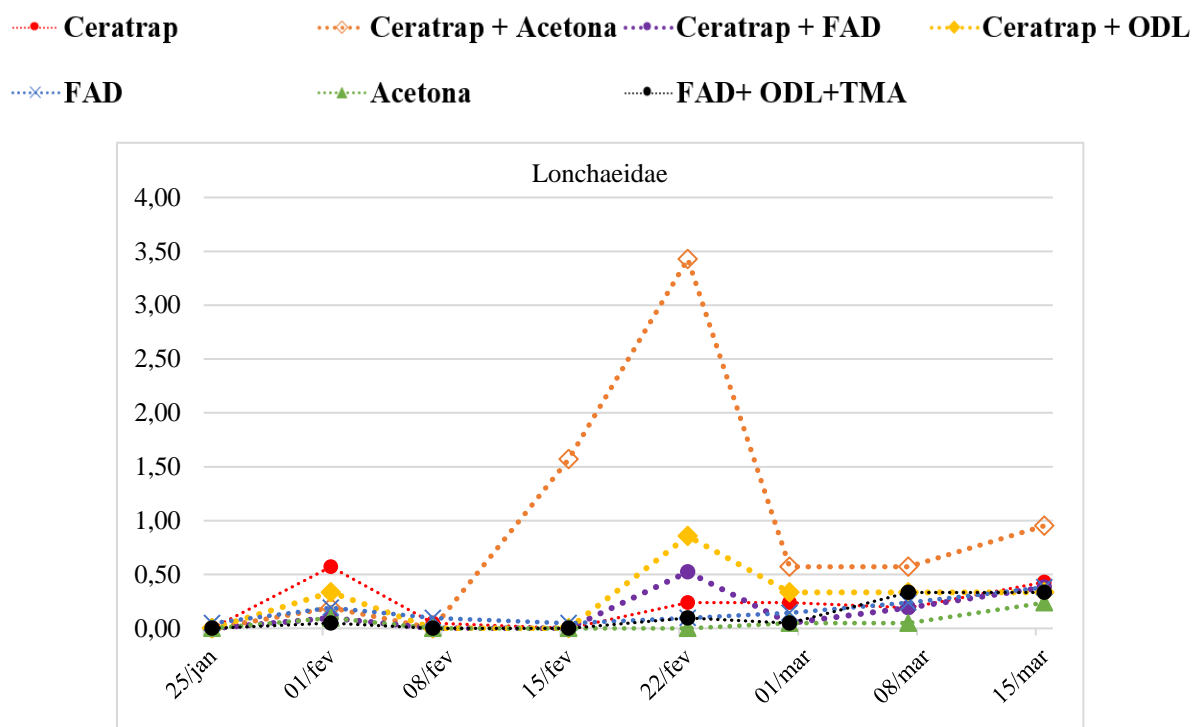


Figura 28. Flutuação populacional de Lonchaeidae em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar de laranja doce cv. Hamlin. Mogi Mirim-SP Março a abril de 2017. FAD= Fosfato de Amônio Dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

A ocorrência de lonqueídeos teve início a partir do dia 01 de fevereiro de 2018, quando todos os atrativos capturaram espécimes desta família, embora com índice populacional baixo. Nessa data, o maior índice MAD foi obtido pelo atrativo Ceratrap (0,5), seguido por Ceratrap + ODL (0,3) e FAD com o mesmo índice que Ceratrap + Acetona (0,25). Todos os atrativos apontaram níveis populacionais baixíssimos ou nulos no dia 08 de fevereiro.

Ceratrap+Acetona foi o único atrativo a detectar a presença de Lonchaeidae no dia 15 de fevereiro, quando um grande aumento populacional (MAD= 1,50) foi registrado em relação aos demais atrativos nesta data e na semana anterior.

No dia 22 de fevereiro ocorreu o segundo pico populacional, detectado por Ceratrap + Acetona, único atrativo que indicou um pico populacional (MAD= 3,5); enquanto Ceratrap + ODL (MAD= 0,8); Ceratrap + FAD (MAD=0,5) e Ceratrap (MAD=0,2).

No dia 01 de março todos os atrativos indicaram redução populacional, porém Ceratrap + Acetona ainda mostrou o maior nível populacional entre os atrativos (MAD= 0,51) seguido de Ceratrap + ODL e Ceratrap, ambos com MAD igual ou inferior a 0,25.

Em 08/03/2018, Ceratrap + FAD continuou apontando maior nível populacional de lonqueídeos (MAD = 0,51) seguido de Ceratrap + ODL juntamente com FAD+ ODL+ TMA (MAD= 0,48) e FAD juntamente com Ceratrap (MAD = 0,25).

Na última avaliação, no dia 15 de março, Ceratrap + Acetona evidenciou aumento populacional, quando o índice MAD subiu de 0,51 na semana anterior para 1,0. Nesta avaliação ocorreu o único registro de capturas pelo atrativo Acetona com um MAD= 0,25, sendo que todos os outros atrativos apontaram o mesmo nível populacional, com um MAD = 0,4.

A associação de Acetona com o atrativo comercial Ceratrap apesar de não diferir estatisticamente dos demais tratamentos, melhorou de forma considerável o desempenho deste produto comercial na detecção e na quantificação de populações de lonqueídeos. Quando utilizado sozinho, Ceratrap detectou a presença de lonqueídeos em 60% do período amostral, enquanto que em associação com Acetona o período de detecção aumentou para 80%. Houve apenas um registro de Ceratrap apontando índice MAD superior ao Ceratrap em associação com Acetona, que ocorreu no dia 01 de fevereiro. Em todas as ocasiões posteriores Ceratrap + Acetona evidenciou níveis populacionais até 14 vezes superior ao atrativo padrão sozinho, como no dia 22 de fevereiro.

Assim como observado nos gráficos de flutuação populacional de moscas-das-frutas do experimento I, as combinações de Ceratrap com FAD, ODL e Acetona, mostraram diversas vezes níveis populacionais mais elevados e por períodos mais longos de tempo do que o Ceratrap utilizado isoladamente, principalmente para *A. fraterculus* em pomar de laranja doce. Novamente as observações de flutuação populacional demonstram o potencial destes atrativos em proporcionarem mais capturas do que o Ceratrap e em serem usados no manejo de moscas-das-frutas. Neste experimento também foram obtidas poucas amostragens de capturas de moscas-das-frutas, e devido a alta variabilidade nas capturas não foi possível confirmar a diferença entre os tratamentos.

Tabela 24 - ANOVA do número total de insetos não alvo capturados por armadilhas McPhail contendo sete atrativos em pomar de laranja cv. Pera IAC. (Ceratrap, Ceratrap+Acetona, Ceratrap+FAD, Ceratrap+ODL, FAD, Acetona, FAD+ODL+TMA)

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Tratamentos	15,29	P<0,001
Grupos	128,72	P<0,001
Interação de 2 fatores		
Tratamentos vs Grupos	2,82	P<0,001

FAD= Fosfato de Amônio Dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Todos os atrativos capturaram um número significativo de espécimes de Diptera não alvo cujas médias de capturas foram estatisticamente superiores aos drosofilídeos para todos os tratamentos, exceto FAD+ODL+TMA, que proporcionou médias semelhantes para as duas categorias (Tabela 24). A categoria outros Diptera foi composta principalmente pelas Famílias Muscidae, Sarcophagidae, Syrphidae e Ulidiidae.

As demais categorias de insetos tiveram capturas estatisticamente inferiores aos dipteros e drosofilídeos, exceto para FAD. Este atrativo apresentou a maior média de capturas de *Leia* spp., estatisticamente igual a Drosophilidae, porém com número médio superior. *Leia* spp. foi a segunda categoria mais capturada pelo composto FAD, tornando-o o atrativo mais seletivo para estes insetos. Apesar do valor médio superior, FAD foi estatisticamente igual aos demais tratamentos com exceção da Acetona, sendo que esta não diferiu dos outros atrativos (Tabela 24).

As capturas de Lonchaeidae não diferiram entre os tratamentos, apesar da combinação Ceratrap + Acetona ter proporcionado valor médio de captura a cima de 3 vezes os demais atrativos e 4 vezes superior ao atrativo comercial Ceratrap (Tabela 24). A alta variância nas respostas dos lonqueídeos a este atrativo torna a probabilidade da sua captura a mesma dos demais atrativos. As respostas dos inimigos naturais da família Hemerobiidae e Chrysopidae não foram diferentes em relação aos tratamentos nem entre uma Família e outra.

Tabela 25. Espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas McPhail abastecidas com diferentes atrativos em pomar de laranja cv. Pera IAC. Campinas SP. Janeiro-Março, 2018.

Atrativo	10/01/18		15/02/18		22/02/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	<i>A. fraterculus</i>	1	-		<i>A. fraterculus</i>	1
					<i>A. obliqua</i>	1
Ceratrapp + AC	-		<i>A. fraterculus</i>	2	<i>A. fraterculus</i>	4
					<i>A. distincta</i>	3
Ceratrapp + FAD	-		<i>A. distincta</i>	1		
Ceratrapp + ODL	-		-		<i>A. fraterculus</i>	1
FAD	-		-		-	
AC	-		-		-	
FAD+ODL+AC	-		-		-	

Continua...

Tabela 25. Continuação

Atrativo	28/02/18		07/03/18		15/03/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	-		-		<i>A. distincta</i>	1
Ceratrapp + AC	-		<i>A. fraterculus</i>	1	-	
			<i>A. distincta</i>	1		
Ceratrapp + FAD	<i>A. fraterculus</i>	3	<i>A. fraterculus</i>	3	-	
			<i>A. obliqua</i>	1		
Ceratrapp + ODL	<i>A. fraterculus</i>	1	<i>A. distincta</i>	1	<i>A. fraterculus</i>	1
FAD	-		-		-	
AC	-		-		-	
FAD+ODL+AC	-		-		-	

FAD=Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de laranja; AC= Acetona

Tabela 26. Quantidade de Lonchaeidae capturada em armadilhas McPhail abastecidas com diferentes atrativos em pomar de laranja cv. Pera IAC. Mogi-Mirim, SP. Janeiro-Março, 2018.

Atrativo	25/01/18		01/02/18		08/02/18		15/02/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	<i>Neosilba</i> spp. f	2	<i>Neosilba</i> spp. f	22	<i>Neosilba</i> spp. f	2	-	
	<i>Lonchaea</i> spp. f	4	<i>Lonchaea</i> spp. m	1	-		-	
Ceratrapp + AC	<i>Neosilba</i> spp. f	8	<i>Lonchaea</i> spp. f	1	<i>Neosilba</i> spp. f	1	<i>Lonchaea</i> f.	2
			<i>Neosilba</i> spp. f	6			<i>Neosilba</i> spp. f	8
Ceratrapp + FAD	<i>Neosilba</i> spp. f.	1	<i>Neosilba</i> spp. f	2				
Ceratrapp + ODL					<i>Neosilba</i> spp. f	1	-	
FAD	<i>Neosilba</i> spp. f	1	<i>Neosilba</i> spp. f	2	<i>N. zadolicha</i>	1	<i>Neosilba</i> spp. f	4
			<i>Lonchaea</i> spp. m	1				
AC	-		-		-		-	
FAD+ODL+AC	<i>Neosilba</i> spp. f		-		<i>N. glaberrima</i>	2		

Continua...

Tabela 26. Continuação

Atrativo	22/02/18		01/03/18		08/03/18		15/03/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	<i>Neosilba</i> spp. f	3	<i>Neosilba</i> spp. f	13	<i>Neosilba</i> spp. f	3	<i>Neosilba</i> spp. f	5
Ceratrapp + AC	<i>Lonchaea</i> spp. f	3	<i>Dasiops</i> spp. m	1	<i>Lonchaea</i> spp. f	5	<i>Lonchaea</i> spp.	1
	<i>Neosilba</i> spp. f	22	<i>Neosilba</i> spp. f	4	<i>Lonchaea</i> spp.	1	f	4
	<i>N. glaberrima</i> m	2	<i>Lonchaea</i> spp. f	1	m	2	<i>Dasiops</i> spp. f	
	<i>N. zadolicha</i> m	2			<i>Dasiops</i> spp. m			
Ceratrapp + FAD	<i>Neosilba</i> spp. f	21	-		<i>Lonchaea</i> spp. f	2	<i>Dasiops</i> spp. f	4
	<i>Dasiops</i> spp. f	5			<i>Neosilba</i> spp. f	5	<i>Neosilba</i> spp. f	2
Ceratrapp + ODL	<i>Lonchaea</i> spp. f.	1			<i>N. glaberrima</i> m	2		
					<i>N. zadolicha</i> m	1		
	<i>Neosilba</i> spp. f	36	<i>Neosilba</i> spp. f	2	<i>Lonchaea</i> spp. f	2	<i>Neosilba</i> spp. f	2
	<i>Lonchaea</i> spp. f	4			<i>Dasiops</i> spp. m	1	<i>Neosilba</i> spp.	2
							m	
FAD	<i>Neosilba</i> spp. f	1	<i>Neosilba</i> spp. f	1	-		-	
AC								
FAD+ODL+	<i>Neosilba</i> spp. f	3	-		<i>Neosilba</i> spp. f	3	-	
AC	-		-		-		-	

n=quantidade; FAD=Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de laranja; AC= Acetona; f= fêmeas; m=machos

Tabela 27. Número médio semanal e erro padrão da média das ordens de insetos não-alvo capturados em armadilhas McPhail por diferentes compostos em pomar de laranja cv. Pera IAC. Município de Mogi Mirim, SP. Jan.- Mar 2018

Tratamento	Outros Diptera	Drosophilidae	Lonchaeidae	<i>Leia</i> spp.	Lepidoptera	Coleoptera	Hymenoptera	Heteroptera	Auchenorrhyncha	Hemeroptera	Crysopidae	Dermaptera
1	1.256,2±367 aA	603,8±376,1aB	7,2 ± 5,2 aC	34,8±19,2 aC	20,4 ± 3,9 aC	1,8 ±0,6 aC	8,0 ±1,8 aC	10,0 ±2,5 aC	0,2 ± 0,2aC	1,6 ±1,4 aC	1,4 ± 0,7 aC	0,2 ± 0,2 aC
2	1.286,6±168 aA	243,2 ±51,5 bB	30,6 ±17,2 aCDE	44,0 ±4,9 aC	34,0±5,6 abCD	0,8 ±0,2 aDE	9,4±2,9aCDE	9,2±0,8aCDE	0,4 ± 0,4aDE	1,0 ± 0,6aDE	0,6 ±0,4 aDE	0,2 ± 0,2 aE
3	837,2 ±169 bA	121,2 ±26,5 bB	5,2 ± 2,2aCD	27,4 ±4,9 abCD	29,6 ± 4,4 abC	2,2 ±0,5 aCD	3,4 ±1,5 aCD	9,2 ±3,0aCD	0,4 ±0,4 aCD	1,0 ± 0,5aCD	1,4 ±0,7 aCD	0,0 ±0,0 aE
4	755,8 ±202 bA	138,2 ±23,8 bB	9,2 ±7,0 aC	28,8±6,0 abC	18,8± 5,1abC	0,4 ±0,2 aC	3,8 ±2,3 aC	8,4 ±3,3 aC	0,4 ±0,2 aC	0,4 ±0,2 aC	0,2 ± 0,2aC	0,2 ± 0,2 aC
5	284,4 ±53 cA	37,2±14,2 bBC	5,2 ±2,2 aBC	46,0±8,9abB	6,0±1,6abBC	0,4 ± 0,2aC	6,0 ±1,1 aBC	4,4 ±1,2 aBC	1,2 ±0,6 aC	0,6 ±0,4 aC	1,8 ± 1,4a C	0,8 ± 0,4 aC
6	41,0 ±13,3 dA	9,4 ± 1,7 cAB	1,8 ± 0,6 aAB	3,8±3,3abAB	0,8 ±0,4 bB	1,8 ± 0,9aAB	2,8 ±1,8 aAB	0,4 ± 0,2aB	1,2 ±0,5 aAB	0,4 ±0,2 aB	0,4 ±0,0 aB	1,0 ± 0,6 aB
7	87,4 ±16,0 dA	123,6 ± 15,3cA	3,6 ±1,0 aB	6,0 ±0,8 cB	3,8 ± 0,6abB	1,4 ± 0,9aB	3,0 ±0,9 aB	4,2 ±1,3 aB	1,6 ±0,9 aB	0,2 ±0,2 aB	0,0 ± 0,0a B	1,6 ± 0,5 aB

*1- Ceratrap; 2- Ceratrap + Acetona; 3- Ceratrap + Fosfato de Amônio Dibásico; 4- Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja; 5- Fosfato de Amônio Dibásico; 6- Acetona; 7- Fosfato de Amônio Dibásico + Óleo Destilado de Laranja + Trimetilamina

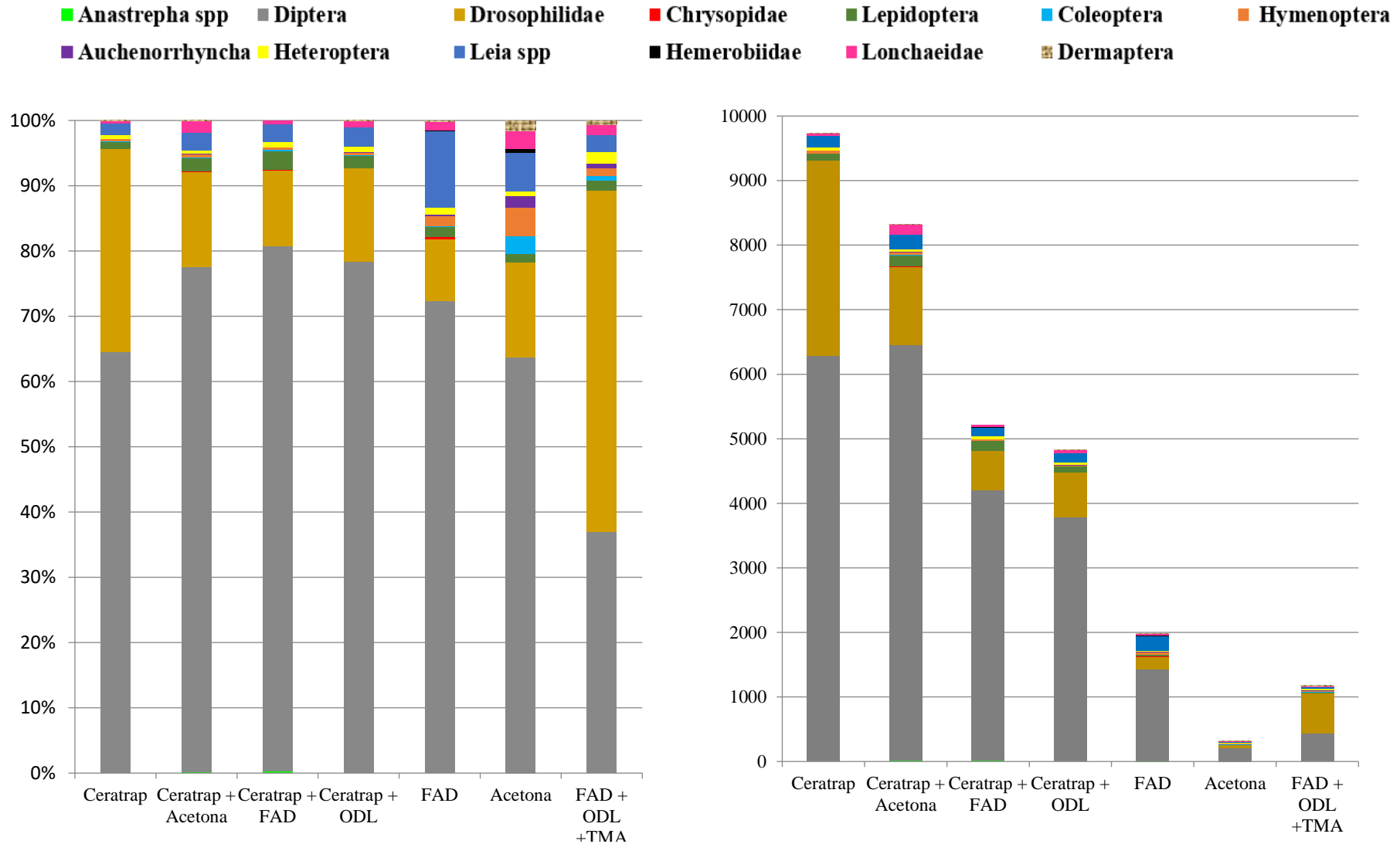


Figura 29- Comparativo de diversidade de Ordens de insetos entre os diferentes atrativos capturados em armadilhas McPhail em pomar de laranja. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL), Trimetilamina (TMA)

Figura 30- Comparativo de quantidade e diversidade ordens de insetos entre os diferentes atrativos capturados em armadilhas McPhail em pomar de laranja. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL), Trimetilamina (TMA)

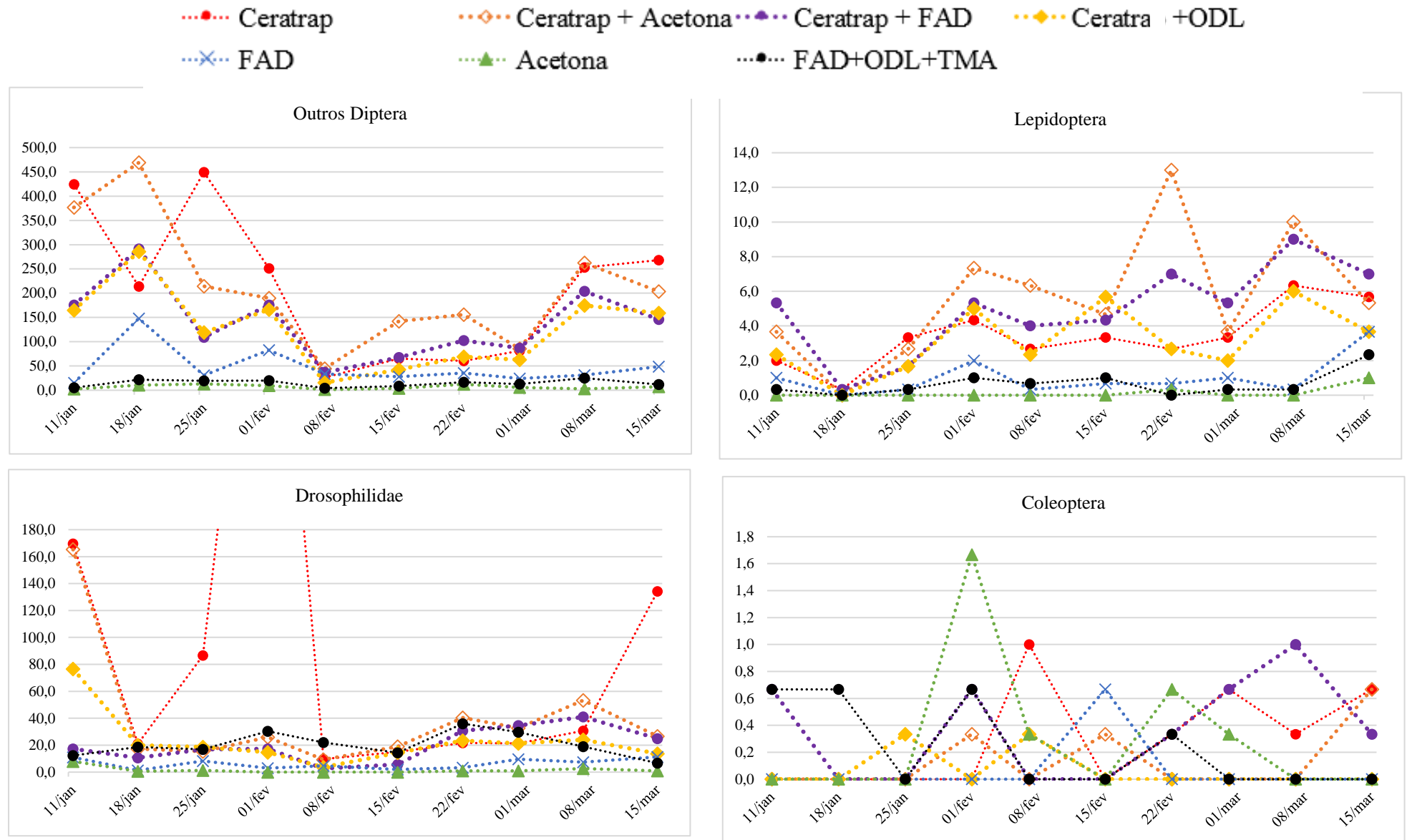


Figura 31.1-Flutuação populacional de organismos não alvo em pomar de laranja doce cv. Pera IAC. Mogi Mirim-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina

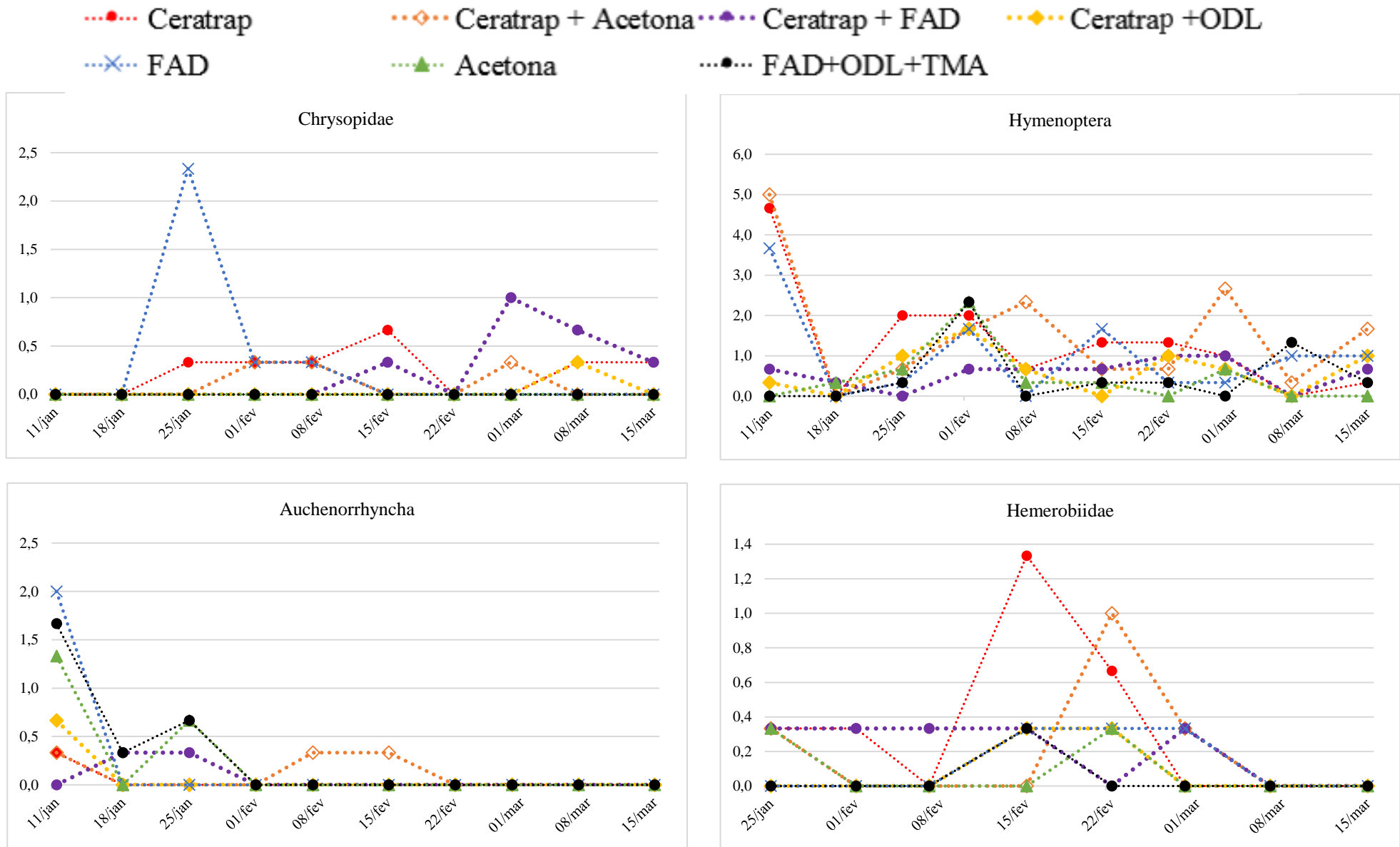


Figura 31.2-Flutuação populacional de organismos não alvo em pomar de laranja doce cv. Pera IAC. Mogi Mirim-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibásico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina.

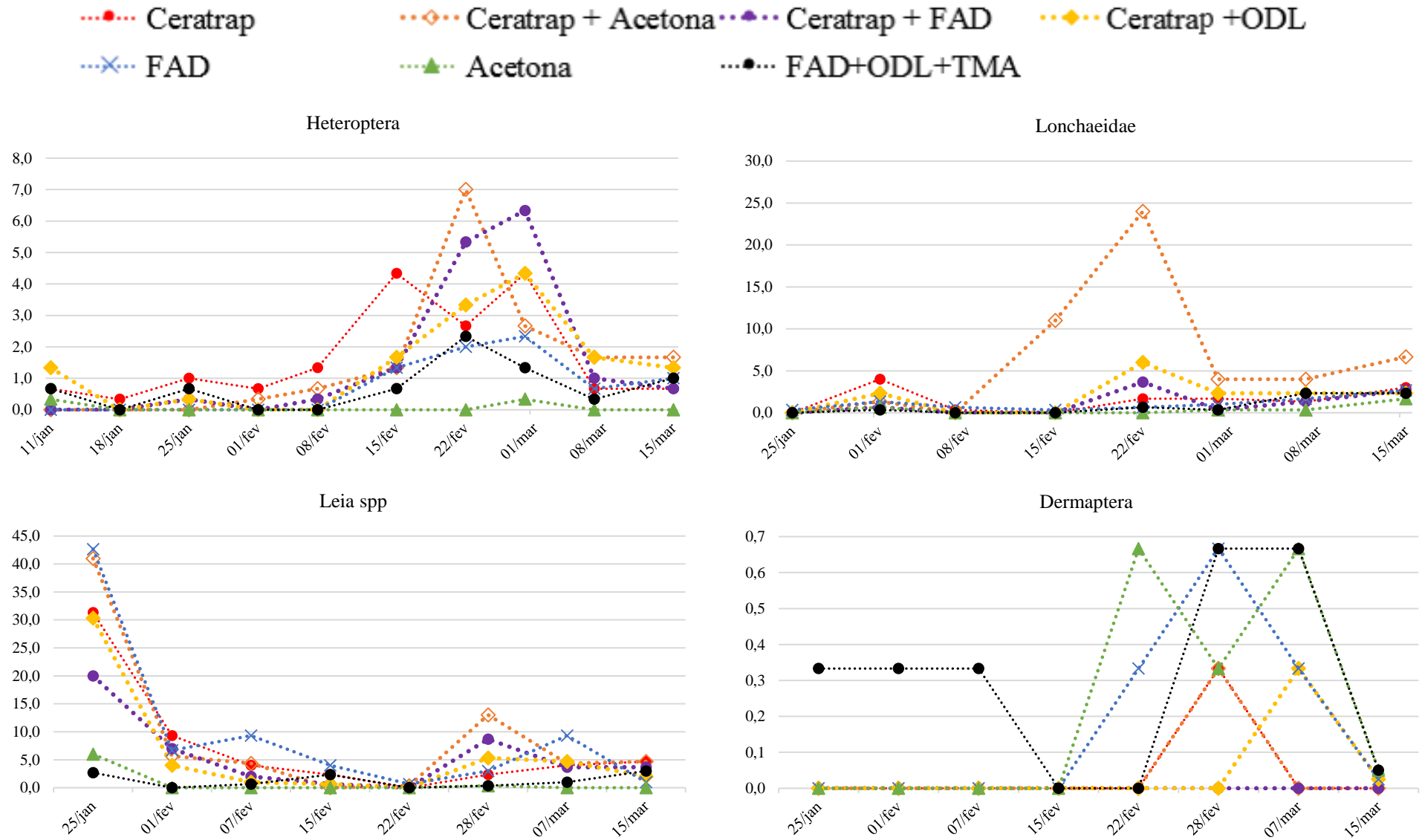


Figura 31.3-Flutuação populacional de organismos não alvo em pomar de laranja doce cv. Pera IAC. Mogi Mirim-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina.

5.2.3 Experimento III

Foi capturado em pomar de goiaba um total de 6.617 insetos dos quais 970 (14,7%) corresponderam a espécimes de Tephritidae, sendo 107 fêmeas e 26 machos de *Anastrepha* spp. e 647 fêmeas e 237 machos de *C. capitata*. Foram capturados 51 espécimes de Lonchaeidae, valor correspondente a aproximadamente 1% do total de insetos capturados durante o período do experimento.

Houveram diferenças nas capturas de tefritídeos entre os tratamentos, espécies e sexos assim como para as interações de tratamentos x espécies e tratamento x sexo. Não foi detectado efeito de bloco, assim como interação entre os fatores espécie x sexo e também tratamento x espécie x sexo (Tabela 28).

Tabela 28 - ANOVA do número total de indivíduos de Tephritoidea capturados por armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em pomar de goiaba cv. Thaiandesa. (Ceratrapp, Ceratrapp+Acetona, Ceratrapp+FAD, Ceratrapp+ODL, FAD, Acetona, FAD+ODL+TMA)

Comparações/Efeitos*	Estatística F;	Valor P
Tratamentos	23,311	0,0003
Espécies	126,684	<0,0001
Sexos	15,593	<0,0001
Blocos	0,934	0,9226
Interação de 2 fatores		
Tratamento vs Espécies	5,318	0,0002
Tratamento vs Sexo	6,726	<0,0001
Espécie vs Sexo	0,228	<0,6350
Interação de 3 fatores		
Tratamento x Espécie x Sexo	0,545	0,680

FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina

Devido a alta variabilidade nas respostas de moscas-das-frutas a atrativos em armadilhas, testes para confirmar a atratividade devem ser realizados sob diversos ciclos de condições climáticas secas/úmidas e em uma diversidade de sistemas produtivos afetados por esta praga (LASA; CRUZ, 2014).

Ceratrapp + FAD capturou mais tefritídeos do que Ceratrapp usado sozinho (Tabela 29). Ceratrapp + Acetona, Ceratrapp + ODL foram estatisticamente iguais ao Ceratrapp, mostrando que adição destas substâncias não acrescentaram ganhos de atratividade ao produto comercial na captura de tefritídeos em pomar de goiaba. Estes atrativos também tiveram equivalência estatística com FAD e FAD+ODL+TMA, que foram inferiores ao Ceratrapp.

A adição de ODL e TMA, sendo este último um potente sinergista de atrativos nitrogenados (IAEA, 2007), ao FAD proporcionou um leve aumento de 1,6 vezes na captura de

embora não tenha ocorrido diferença estatística (Tabela 29). O atrativo com menor média semanal de captura de tefritídeos foi a Acetona, cujo número médio de capturas que diferiu drasticamente dos demais tratamentos.

O conhecimento das respostas de espécies de moscas-das-frutas a fontes nitrogenadas sintéticas se faz uma importante ferramenta para o aprimoramento de sistemas de atratividade. Yee (2016) demonstrou que ajustando a taxa de liberação de compostos nitrogenados é possível aprimorar as taxas de capturas de *Rhagoletis indifferens* Curran, assim como a seletividade a organismos não alvo.

Pinheiro et al. (2015) demonstrou que é possível aperfeiçoar o desempenho de atrativos comerciais para fêmeas de *C. capitata* com a adição de acetato de amônio sem alterar as taxas de capturas de machos. Essa otimização não foi obtida quando se adicionou carbonato de amônio nos mesmos atrativos. A melhora dos atrativos proporcionou o nivelamento das capturas com o produto padrão de melhor desempenho, o atrativo proteico GF-120 NF Naturalyte Fruit Fly BAIT, que contém 1% de acetato de amônio em sua composição.

Tabela 29. Média semanal e erro padrão médio de indivíduos de Tephritoidea capturados por 3 armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thaiandesa.

Tratamento	Média + erro padrão
Ceratrap	20,5 ± 6,8 b
Ceratrap + FAD	20,2 ± 5,6 a
Ceratrap + AC	14,8 ± 6,0 ab
Ceratrap + ODL	14,1 ± 4,5 ab
FAD	6,8 ± 5,6 bc
Acetona	0,5 ± 0,3 c
FAD+ODL+TMA	7,8 ± 3,6 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

A melhora da capacidade de captura do Ceratrap é relatada apenas por Lasa;Willians (2017). Até então, esse atrativo é comumente relatado superando os demais produtos comerciais em termos de captura.

Ceratrap foi superior ao Captor ou o atrativo seco Biolure na captura de *A. obliqua*, apresentando superioridade de 3 vezes em relação a outros atrativos quando a densidade populacional de *A. obliqua* era alta, apresentando maior tendência de captura de fêmeas. Além disso, este atrativo se mostrou eficiente quando usado com armadilhas simples e sem custos para monitorar esta espécie, inclusive durante períodos de baixa densidade populacional. A

resposta de *A. obliqua* ao ceratrap após 4 semanas de exposição do atrativo Ceratrap ao campo demonstra a alta atratividade e durabilidade desta isca (LASA; CRUZ, 2014).

Ceratrap apresentou o maior número de captura de *A. fraterculus* em pomar de feijoa, detectando a presença desta espécie mesmo em períodos de baixas densidades populacionais, oferecendo maior precisão em relação a suco de uva 25% (ROSA, et al., 2017).

Os atrativos FAD e FAD combinado com ODL e TMA não diferiram da proteína hidrolisada líquida Ceratrap (Tabela 29). Thomas et al. (2008) observaram que o desempenho de compostos nitrogenados varia de acordo com as espécies de moscas-das-frutas, mas que essa diferença também pode estar ligada com fatores ambientais. No México e na Flórida foram capturados maiores números de indivíduos de *A. ludens* e *A. suspensa* com atrativos sintéticos contendo acetato de amônio e putrescina, mas na República Dominicana onde *A. obliqua* é a espécie praga dominante, armadilhas abastecidas com atrativos líquidos proteicos desempenharam melhor que os *blends* sintéticos de atrativos alimentares. Os resultados sugerem que apesar de ideologicamente, uma formulação atrativa pudesse servir para uma gama de espécies de moscas-das-frutas pragas, um *blend* ótimo deve variar entre espécies e de região para região.

Apesar de *Anastrepha* spp. serem relatadas como as mais abundantes e dominantes em pomares de goiaba no Estado de São Paulo (RAGA et al., 2006; LEMOS, 2015), pelo fato desta frutífera ser hospedeira primária dessas espécies (ARAUJO et al., 2005), neste experimento estas espécies foram capturadas com uma frequência aproximadamente 5 vezes menor em relação a *C. capitata* (Tabela 30). O pomar onde foi realizado este experimento fica localizado na zona periurbana de Campinas. *C. capitata* é encontrada com maior frequência em pomares domésticos da zona urbana (HAJI et al., 1991; ALVARENGA et al., 2000; ALVARENGA et al.; 2010).

Tabela 30- Média semanal e erro padrão médio de indivíduos de Tephritoidea capturados por 3 armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thailandesa

Espécie	Média + Erro padrão
<i>Anastrepha</i> spp.	4,0 ± 0,3 b
<i>Ceratitis capitata</i>	22,1 ± 5,2 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A natureza alimentar proteica da maioria dos atrativos avaliados e a avidez de fêmeas de moscas-das-frutas por fontes de proteínas para seu desenvolvimento sexual e maturação dos

ovos foram fatores com grande participação na maior captura de fêmeas em relação aos machos (Tabela 31).

Tabela 31- Média semanal e erro padrão médio de fêmeas e machos de Tephritidae capturados por 3 armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thailandesa Campinas, SP. 2018

Sexo	Média + erro padrão
Fêmea	17,9 ± 3,2 a
Macho	6,2 ± 0,0 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ceratrapp + FAD obteve captura média de 7,1 espécimes de *Anastrepha* spp. por semana enquanto o atrativo comercial Ceratrapp, segundo melhor atrativo, proporcionou a média de 4,0 (Tabela 32). Apesar da semelhança estatística com Ceratrapp, a adição de FAD ao Ceratrapp provocou um ganho de 1,7 vezes na média de captura semanal e este atrativo foi superior aos demais tratamentos, com exceção de Ceratrapp que foi equivalente aos demais.

O aprimoramento da capacidade atrativa à *Anastrepha* spp. é um resultado positivo para o manejo desta praga pois informações específicas para esse grupo são escassas. Comparando-se com espécies mais frequentemente estudadas como *C. capitata*, ainda existe relativamente pouca informação sobre atrativos para *A. fraterculus* (BORTOLI et al., 2016).

As pesquisas até o presente momento evidenciam a efetividade deste atrativo, porém aprimoramentos no seu desempenho são escassos. Em experimento de captura massal, Ceratrapp se mostrou muito eficiente contra *A. ludens* mesmo após 3 meses de uso, e todos os espécimes capturados no fim deste período prolongado puderam ser corretamente identificados e sexados, provavelmente porque Ceratrapp possui um potente conservante (LASA et al., 2014a)

Os resultados de Lasa; Cruz (2014) mostram que combinações de diferentes armadilhas com Ceratrapp foram melhores ou no mínimo equivalentes a armadilhas do tipo McPhail abastecidas com proteína vegetal hidrolisada ou com Biolure. Além disso, os custos e a logística do sistema de armadilhamento são otimizados utilizando essas novas combinações armadilha com o Ceratrapp, e se este atrativo for utilizado por diversas semanas

ODL foi o óleo essencial de laranja mais atrativo para *A. fraterculus* nos testes em laboratório. Ao contrário do que se esperava, a adição deste óleo essencial a 5% e TMA ao FAD provocou diminuição de cerca de 4 vezes na média das capturas espécies de *Anastrepha*.

As respostas de tefritídeos a combinações de odores de frutos e proteínas variam e em alguns casos, esses insetos foram menos atraídos à combinação destes atrativos (ROBACKER; HEATH, 1997)

Tabela 32. Média semanal e erro padrão médio de espécimes de *Anastrepha* spp. capturados por 3 armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thaiandesa Campinas, SP. 2018

	Média + desvio padrão
Ceratrapp	4,0 ± 2,6 ab
Ceratrapp + FAD	7,1 ± 1,0 a
Ceratrapp + AC	3,2 ± 4,1b
Ceratrapp + ODL	3,0 ± 1,2b
FAD	3,7 ± 1,3b
Acetona	0,3 ± 0,6b
FAD+ODL+TMA	0,8 ± 0,3b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade..FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Para *C. capitata*, todos os tratamentos com Ceratrapp e suas combinações apresentaram semelhança estatística entre si. Para esta espécie, a adição de ODL e TMA ao FAD proporcionou um aumento médio de capturas de 40% em relação a este atrativo sozinho. Esta tripla combinação, apesar de não diferir do atrativo FAD, apresentou semelhança estatística com os atrativos Ceratrapp + Acetona e Ceratrapp + ODL, que foram superiores ao FAD e à Acetona (Tabela 33). Shelly; Kurashima (2016) mostraram que Ceratrapp foi superior ao levedo de torula para monitorar *C. capitata*, capturando esta espécie em maiores quantidades e por períodos mais longos.

Tabela 33. Média semanal e erro padrão médio de espécimes de *C. capitata* capturados por 3 armadilhas McPhail contendo 7 atrativos em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thaiandesa Campinas, SP. 2018.

	Média + desvio padrão
Ceratrapp	37,0 ± 9,5 a
Ceratrapp + FAD	33,2 ± 12,6 a
Ceratrapp + Acetona	26,3 ± 9,1ab
Ceratrapp + ODL	25,3 ± 6,2 ab
FAD	10,0 ± 6,6 c
Acetona	0,7 ± 0,6 d
FAD+ODL+TMA	14,8 ± 3,4 bc

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

As respostas de fêmeas das espécies de *Anastrepha* diferiram entre os tratamentos (Tabela 34). Ceratrapp+FAD diferiu apenas da Acetona, que foi semelhante aos demais tratamentos com associações de Ceratrapp e ao tri-componente FAD+ODL+TMA. Os machos de *Anastrepha* não mostraram diferença significativa entre os tratamentos.

Para *C. capitata* as respostas de ambos os sexos variaram estatisticamente. Dentro dos tratamentos, houve diferenças entre as capturas de machos e fêmeas para todos os atrativos que continham Ceratrapp sendo que FAD, Acetona e FAD+ODL+TMA não provocaram respostas com diferenças significativas entre machos e fêmeas de *Anastrepha* spp. e *C. capitata*.

Em relação a fêmeas de *Anastrepha*, apesar de não haver diferença significativa, Ceratrapp + FAD obteve uma média de captura semanal aproximadamente 60% superior ao atrativo padrão, Ceratrapp. FAD capturou em média 5,7 espécimes, a terceira maior média entre os tratamentos. A adição de ODL e TMA ao FAD prejudicou as capturas de fêmeas de *Anastrepha*, diminuindo a média semanal de capturas de 5,7 no caso de FAD sozinho para 1,3 quando combinado com os dois compostos. Acetona foi o tratamento com menor média de capturas.

Tabela 34. Médias semanais e erro padrão das médias de capturas de machos e fêmeas de espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis capitata* em três armadilhas McPhail em pomar de goiaba. Campinas, SP. 2018.

	<i>Anastrepha</i> spp.		<i>Ceratitis capitata</i>	
	fêmea	macho	fêmea	Macho
Ceratrapp	7,3±2,4abC	0,7±0,3aD	53,7±10,3aA	20,3±8,1aB
Ceratrapp +Acetona	4,3±1,2abC	2,0±0,6aC	40,7±14,2abA	12,0±2,1aA
Ceratrapp + FAD	12,3±3,5aC	2,0±0,6aD	50,67± 9,3abA	15,7±4,1aB
Ceratrapp + ODL	4,0±1,0abB	2,0±a0,6B	34,7±9,6abA	16,0±3,6bA
FAD	5,7±1,2abA	1,7±0,3aA	15,3±2,6bA	4,7±3,6abA
AC	0,7±0,7bA	0,0±0,0aA	1,0±1,0cA	0,3±0,3bA
FAD+ODL+TMA	1,3±0,3abB	0,3±0,3aB	19,7±2,3abA	10,0±5,0abA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha dentro de uma mesma variável não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Para *C. capitata* as respostas de ambos os sexos variaram estatisticamente. Fêmeas desta espécie foram igualmente atraídas pelos tratamentos Ceratrapp e Ceratrapp + FAD, que apresentaram as maiores médias semanais e Ceratrapp + Acetona, Ceratrapp + ODL e ao tri-componente. A adição do ODL e TMA ao FAD aumentou cerca de 30% as capturas deste composto sintético sozinho. Ceratrapp foi estatisticamente superior ao FAD e a Acetona. FAD apresentou semelhança estatística ao Ceratrapp combinado com compostos químicos (Tabela 35).

Apesar da semelhança estatística, a combinação de odores de compostos químicos ao Ceratrapp reduziu sua média semanal de capturas de fêmeas de *C. capitata*. As médias diminuíram principalmente com a adição de ODL. Para *Anastrepha* spp. esse efeito de redução foi provocado apenas pela Acetona e pelo ODL sendo que a adição de FAD aumentou as capturas médias semanais.

Para machos da mosca-do-mediterrâneo Ceratrapp, Ceratrapp + Acetona, Ceratrapp+FAD, FAD, e o tri componente foram estatisticamente mais atrativos. Apesar da semelhança estatística, a adição de ODL e TMA ao FAD dobrou as capturas de machos em relação ao FAD sozinho.

Houveram diferenças entre as capturas de machos e fêmeas da mesma espécie para todos os atrativos que continham Ceratrapp sendo que FAD, Acetona e FAD+ODL+TMA não provocaram respostas com diferenças.

Maior índice de captura de fêmeas é um fator positivo, já que elas são responsáveis pela punctura e oviposição, causando danos nos frutos. Além disso, altas porcentagens de fêmeas capturadas são desejáveis no desenvolvimento de programas de captura massal (ROSA, et al., 2017) e de liberação de machos estéreis.

Acetona foi o único atrativo que capturou apenas fêmeas de *Anastrepha*. Ceratrap apresentou seletividade para fêmeas de *Anastrepha* spp., com uma razão de aproximadamente 10 fêmeas/macho. Ceratrap + FAD capturou 6 fêmeas/macho. FAD proporcionou uma razão de 3,35 fêmeas/macho e a adição de ODL e TMA ao FAD aumentou seu potencial de capturas de fêmeas para 4,3 fêmeas/macho. Ceratrap + Acetona capturaram a razão de 2,15 fêmeas/macho, Ceratrap + ODL 2 fêmeas/macho.

Para *C. capitata* os melhores desempenhos em seletividade foram obtidos com Ceratrap + FAD, Acetona, Ceratrap + Acetona e FAD com uma razão de 3,3, 3,3, 3,3, e 3,25 fêmeas/macho, respectivamente. Ceratrap obteve uma razão de 2,64 fêmeas/macho, Ceratrap + ODL 2,2 e FAD+ODL+TMA 1,97 fêmeas/macho.

Em pomar de manga próximo a Veracruz, no México, Ceratrap capturou 3,515 espécimes de moscas-das-frutas, proteína vegetal hidrolisada capturou 1,473 e Biolure 482, houve diferença significativa entre os atrativos. Ceratrap capturou mais moscas/armadilha/dia do que os outros atrativos na maioria das avaliações e na maioria dos blocos do experimento (23 de 27 avaliações, 85% do total). O número de crisopídeos/armadilha/dia foi significativamente maior para Ceratrap e Biolure do que para proteína hidrolisada (LASA et al, 2013; LASA; CRUZ, 2014).

Outro fator citado por Lasa; Willians (2017) é a propriedade biocida do CB, que é uma amônia quaternária, e um surfactante catiônico que tem a habilidade de atacar as células da membrana e se integrar nas membranas da microbiota, prejudicando o crescimento da colônia. Os autores comentam que Captor + Borax com CB teve um cheiro similar durante todo o período do experimento enquanto Captor + Bórax sem CB desenvolveu um forte cheiro de putrefação após duas semanas no campo, presumidamente devido à ação de contaminantes microbióticos.

Foram capturados 5.698 insetos não tefritídeos nas armadilhas McPhail com os diferentes compostos atrativos durante o experimento. As categorias de classificação e as respectivas porcentagens em relação ao total de insetos capturados foram: Outros Diptera (32,1%), Drosophilidae (40,2%), Hymenoptera (0,3%), Lepidoptera (3,1%), Chrysopidae (0,7%), Hemerobiidae (0,0%), Coleoptera (0,5%), Coccinellidae (0,01%), Hemiptera Subordem Heteroptera (0,1%), Hemiptera Subordem Auchenorrhynca (0,00%), Ordem Diptera Família Mycetophagidae Genero Leia (8,3%), Dermaptera (0,0%).

Todos os atrativos capturaram um número significativo de espécimes de Diptera. (Tabela 37). A maioria dos Diptera pertenceram às famílias Drosophilidae, Muscidae,

Calliphoridae, Sarcophagidae e Ulidiidae. Os números de insetos de Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera e Coleoptera foram estatisticamente semelhantes (Tabela31).

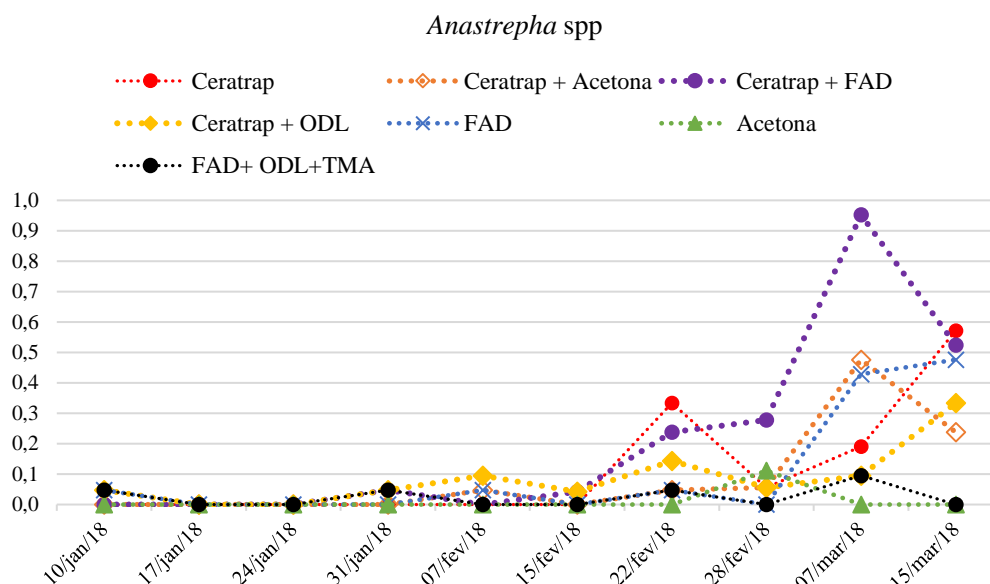


Figura 32. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as três armadilhas de cada tratamento em pomar goiaba cv. Thaiandesa. Campinas-SP Janeiro-março de 2018. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Todos os atrativos indicaram um nível populacional de *Anastrepha* spp. abaixo de 0,1 MAD do início do período amostral entre o dia 10 de janeiro até 22 de fevereiro de 2018(Figura 32). No dia 17 de janeiro foi realizada uma aplicação do inseticida Imidam em área total, visando controle populacional de *C. capitata*.

No dia 22 de fevereiro de 2018 ocorreu o primeiro pico populacional de *Anastrepha* sendo que o atrativo Ceratrap detectou o maior índice MAD (0,33) que reduziu para 0,05 na semana seguinte, 28 de fevereiro. No dia 22 Ceratrap + FAD apontou o segundo maior nível populacional (MAD= 0,25) mas continuou indicando um aumento no nível populacional nas duas semanas seguintes. No dia 28 Ceratrap + FAD indicou o maior nível populacional entre os atrativos com um MAD= 0,29. Os demais atrativos apontaram índices MAD inferiores a 0,1. No dia 07 de março foi detectado o segundo pico populacional, apontado por todos os atrativos, exceto Acetona. O menor aumento de taxa populacional foi indicado pelo atrativo FAD + ODL que passou de 0,08 na semana anterior para 0,09 nesta semana.

Ceratrap + FAD foi o atrativo que indicou o maior aumento populacional entre os dias 21 e 28 de fevereiro e o maior índice MAD = 0,97 no dia 28 entre os tratamentos, podendo ser arredondado para 1,0, indicando momento de efetuar medida de controle de *Anastrepha*. Nesta

data, Ceratrap + Acetona e FAD apontaram o segundo maior nível populacional com índices MAD próximos a 0,45. Ceratrap obteve um índice MAD= 0,2.

Na ultima amostragem, Ceratrap, Ceratrap + FAD e FAD apontaram os maiores níveis populacionais, entre 0,49 e 0,58 MAD. Apesar de Ceratrap ter apontado aumento, assim como Ceratrap + ODL e FAD um ligeiro aumento, Ceratrap + FAD indicou uma grande redução populacional.

Bortoli et al. (2016) obtiveram índice MAD médio (com desvio padrão) de $7,81 \pm 9,55$ com Ceratrap e $2,63 \pm 4,67$ com BioAnastrepha, $2,76 \pm 4,52$ com Torula, $1,66 \pm 3,38$ com sacarose de milho, e $0,91 \pm 2,18$ com suco de uva nas 45 semanas de condução do experimento. Houve diferença significativa entre a taxa de captura do Ceratrap e os demais atrativos testados, sendo Ceratrap o mais eficiente. Ceratrap capturou 702 espécimes de *A. fraterculus* (389 F/314M), os demais tratamentos: Torula 239 (116F/123M), BioAnastrepha 237 (119F/118M), sacarose de milho 149 (76F/73M) e suco de uva 82 (42F/40M).

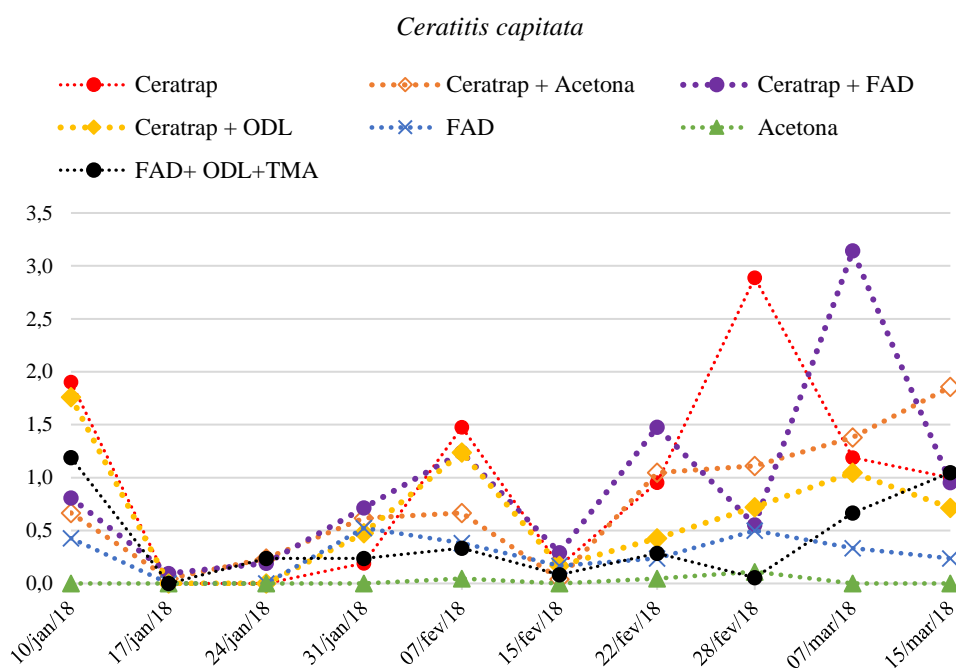


Figura 33. Flutuação populacional de *Ceratitis capitata* em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as três armadilhas de cada tratamento em pomar goiaba cv. Thaiandesa. Campinas-SP Janeiro-março de 2018. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Na primeira amostragem, no dia 10 de janeiro de 2018, todos os atrativos exceto acetona, detectaram a presença de *C. capitata* (Figura 33). Ceratrap, Ceratrap+Acetona e

FAD+ODL+TMA apontaram índices MAD= 1,9, 1,8 e 1,25 respectivamente, níveis populacionais a cima no nível de controle. A próxima amostragem foi realizada após controle populacional desta espécie com o inseticida fosforado Imidam por cobertura em área total, que provocou redução populacional para índices MAD próximos a zero para todos os tratamentos no dia 17 de janeiro. Em 24 de Janeiro, cerca de 7 dias após a aplicação do inseticida, os atrativos, FAD+ ODL+TMA, Ceratrap + FAD e Ceratrap + Acetona foram os únicos atrativos a apontarem a presença de *C. capitata*, ainda que em baixo nível de infestação, com um MAD= 0,25.

No dia 31 de janeiro, todos os atrativos detectaram a presença de *C. capitata*. Ceratrap + FAD e Ceratrap + Acetona mostraram o maior aumento de captura, com índices MAD próximos a 0,55. FAD, Ceratrap + ODL obtiveram MAD = 0,5 e Ceratrap junto com FAD+ODL+TMA tiveram MAD= 0,25, sendo que este ultimo manteve o nível populacional mostrado na semana anterior.

No dia 07 de fevereiro ocorreu o primeiro pico populacional de *C. capitata*, que não foi detectado apenas pelos atrativos Acetona e FAD, sendo que este ultimo mostrou uma leve redução nas capturas. Ceratrap, Ceratrap + Acetona e Ceratrap + FAD foram os únicos tratamentos cujos índices MAD estavam à cima do nível de controle. O maior aumento foi evidenciado pelo Ceratrap que também obteve o maior índice MAD (1,5). Ceratrap + Acetona e Ceratrap + FAD obtiveram MAD= 1,25.

No dia 21 de fevereiro ocorreu o segundo pico populacional, no qual apenas os atrativos Ceratrap + FAD, Ceratrap + Acetona e Ceratrap, atingiram o nível de controle de 1 MAD. Ceratrap + FAD evidenciaram o nível de 1,5 MAD e Ceratrap e Ceratrap + Acetona 1 MAD. Os demais atrativos mostraram índices inferiores a 0,5 MAD, sendo este obtido com o atrativo Ceratrap + Acetona.

Entre os dias 21 e 28 de fevereiro, Ceratrap, Ceratrap + Acetona, Ceratrap + ODL, e FAD continuaram apontando aumento no nível populacional, com MAD de 2,9, 1,2, 0,75, e 0,5 respectivamente, no dia 28 de fevereiro. Nesta amostragem, apenas Ceratrap e Ceratrap + Acetona apontaram nível populacional à cima do nível de controle. Ceratrap + FAD teve redução de capturas, assim como FAD+ODL+TMA.

No dia 07 de março Ceratrap + FAD, Ceratrap + Acetona, Ceratrap e Ceratrap + ODL, atingiram nível de controle com índices MAD de 3,2, 1,4, 1,2 e 1,0, respectivamente. Ceratrap e FAD determinaram diminuição populacional ao passo que Ceratrap + FAD, Ceratrap + ODL

e FAD+ODL+TMA registraram aumento. Nesta semana foi observado o maior MAD do experimento pelo atrativo Ceratrap + FAD.

Na ultima semana de avaliação Ceratrap + Acetona, Ceratrap + FAD, FAD+ODL+TMA e Ceratrap atingiram nível de controle com MAD 1,8, para o primeiro e 1,0 para os demais atrativos. Ceratrap + Acetona apontou o 4º aumento populacional consecutivo, e foi o único atrativo a registrar aumento nesta amostragem. Ceratrap + FAD tiveram uma grande redução de capturas e Ceratrap e Ceratrap + ODL, redução tênue.

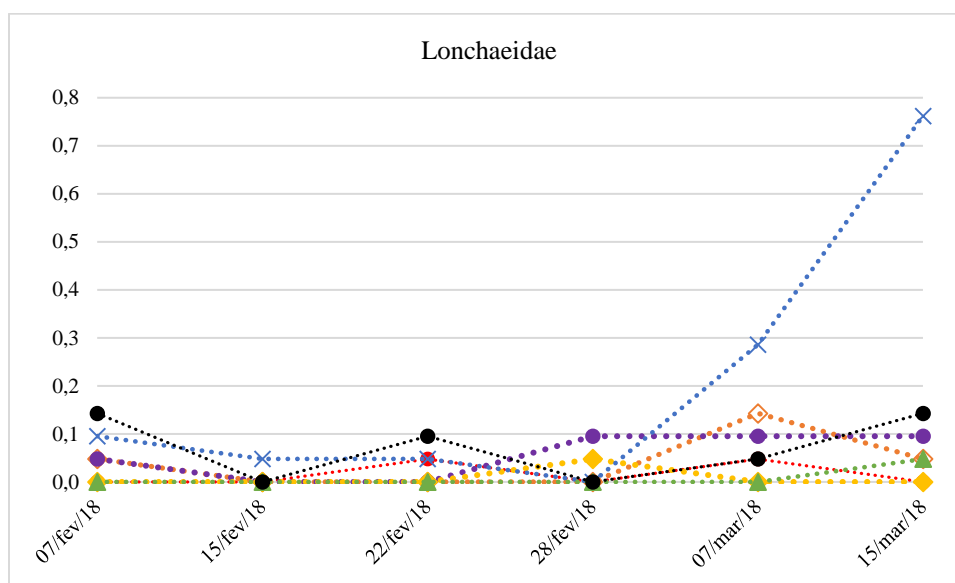


Figura 34. Flutuação populacional de Lonchaeidae em índice MAD (moscas/armadilha/dia) médio entre as cinco armadilhas de cada tratamento em pomar goiaba cv. ThaiLandesa. Campinas-SP, Janeiro-março de 2018. FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; TMA= Trimetilamina.

Todos os atrativos apontaram que o nível populacional de Lonchaeidae esteve abaixo de 0,15 MAD em mais de 80% do período amostral, sendo que FAD foi o único que apontou um aumento por 3 semanas consecutivas, partindo de 0 e atingindo 0,8 MAD na última avaliação. FAD detectou a presença de lonqueídeos em 83% das avaliações, FAD+ODL+TMA e Ceratrap + FAD em 66%, Ceratrap e Ceratrap + ODL em 33% e Ceratrap + Acetona e Acetona em 16% (Figura 34).

Assim como nos experimentos I e II ocorreram poucas amostragens de capturas de *Anastrepha* spp., impossibilitando a diferenciação das respostas entre os atrativos também em pomar de goiaba. Porém, as amostragens em que foram obtidos índice populacional maiores para as combinações de Ceratrap do que para esse atrativo sozinho, mostram o potencial destas

em proporcionar maior frequência de captura, assim como FAD também demonstrou potencial em ser utilizado no manejo de espécies praga deste Gênero.

Todos os tratamentos capturaram quantidades significativas de Outros Diptera e Drosophilidae. A categoria outros Diptera foi composta principalmente pelas Famílias Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae e Ulidiidae. Todos os atrativos capturaram um número significativo de espécimes de Diptera não alvo e Drosophilidae cujas capturas foram estatisticamente semelhantes.

Ceratrapp + FAD foi o atrativo menos seletivo para dípteros e drosofilídeos em pomar de goiaba. A combinação de FAD ao Ceratrapp aumentou em 1,5 vez as capturas médias da categoria outros dípteros e em 80% as capturas de drosofilídeos em relação ao FAD sozinho. A combinação de Acetona ao Ceratrapp aumentou em 35% a captura de outros dípteros e cerca de 80% a captura de drosofilídeos em relação ao FAD sozinho. Ceratrapp + ODL reduziu as capturas de outros dípteros e drosofilídeos em cerca de 20% para a primeira categoria e cerca de 50% para a segunda categoria, em relação ao Ceratrapp sozinho.

A adição de ODL e TMA ao FAD aumentou a seletividade do composto químico nitrogenado para outros dipteros em cerca de 60% porém aumentou as capturas de drosofilídeos cerca de 5 vezes. Esse aumento pode ser devido tanto ao ODL quanto à TMA, pois não foi avaliada a interferência de cada composto isoladamente ao FAD.

As demais categorias de insetos tiveram capturas estatisticamente inferiores aos dipteros e drosofilídeos. FAD apresentou a maior média de capturas de *Leia* spp., porém não houve diferença significativa entre os tratamentos, apesar da superioridade numérica da média de captura semanal. As capturas de Lonchaeidae não diferiram entre os tratamentos. As respostas dos inimigos naturais da família Chrysopidae não foram diferentes em relação aos tratamentos.

Tabela 35. Quantidade de *Anastrepha* spp. capturada em armadilhas McPhail abastecidas com diferentes atrativos em pomar de goiaba cv. Thaiandesa. Campinas-SP Janeiro-março de 2018.

Atrativo	10/01/18		02/02/18		15/02/18		22/02/2018	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrap	-	-	-	-	-	-	<i>A. fraterculus</i>	3
Ceratrap + AC	<i>A. fraterculus</i>	2	<i>A. fraterculus</i>	1	-	-	<i>A. obliqua</i>	1
Ceratrap + FAD	-	-	-	-	-	-	<i>A. fraterculus</i>	2
Ceratrap + ODL	<i>A. fraterculus</i>	2	-	-	-	-	<i>A. fraterculus</i>	1
FAD	<i>A. fraterculus</i>	2	-	-	-	-	-	-
AC	-	-	-	-	-	-	-	-
FAD+ODL+AC	<i>A. fraterculus</i>	1	-	-	<i>A. grandis</i>	1	<i>A. obliqua</i>	1

Continua...

Tabela 35. Continuação

Atrativo	28/02/18		07/03/18		15/03/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrap	-	-	<i>A. fraterculus</i>	1	<i>A. fraterculus</i>	4
Ceratrap + AC	<i>A. fraterculus</i>	1	-	-	<i>A. fraterculus</i>	4
Ceratrap + FAD	<i>A. distincta</i>	1	<i>A. fraterculus</i>	17	<i>A. fraterculus</i>	10
	<i>A. fraterculus</i>	3	<i>A. obliqua</i>	1	-	-
Ceratrap + ODL	-	-	<i>A. fraterculus</i>	1	-	-
FAD	-	-	<i>A. fraterculus</i>	4	<i>A. fraterculus</i>	6
	-	-	<i>A. obliqua</i>	1	-	-
AC	-	-	<i>A. fraterculus</i>	1	<i>A. fraterculus</i>	3
FAD+ODL+AC	-	-	<i>A. fraterculus</i>	-	-	-

FAD= Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de Laranja; AC= Acetona

Tabela 36. Quantidade de Lonchaeidae capturada em armadilhas McPhail abastecidas com diferentes atrativos em pomar de goiaba cv. Thaiandesa. Campinas SP. Janeiro-Março, 2018.

Atrativo	07/02/18		15/02/18		22/02/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	-	-	-	-	-	-
Ceratrapp + AC	-	-	-	-	-	-
Ceratrapp + FAD	<i>Neosilba</i> spp. f	1	-	-	<i>Neosilba</i> spp. f	2
	<i>Dasiops</i> spp. m	1				
Ceratrapp + ODL	-	-	-	-	-	-
FAD	-	-	<i>Neosilba</i> spp. f	1	<i>Neosilba</i> <i>glaberrima</i> m	1
AC	-	-	-	-	-	-
FAD+ODL+AC	-	-	-	-	<i>Neosilba</i> spp.	5

Continua...

Tabela 36. Continuação

Atrativo	28/02/18		07/03/18		15/03/18	
	Espécie	n	Espécie	n	Espécie	n
Ceratrapp	-	-	<i>Neosilba</i> spp. f	1	-	-
Ceratrapp + AC	-	-	-	-	<i>Neosilba</i> spp.	6
Ceratrapp + FAD	-	-	-	-	-	-
Ceratrapp + ODL	<i>Lonchaea</i> spp. f	1	-	-	-	-
FAD	-	-	<i>Dasiops</i> spp. f	3	<i>Neosilba</i> spp. f	15
			<i>Neosilba</i> spp. f	4	<i>Neosilba zadolicha</i> <i>m</i> <i>Neosilba</i> <i>glaberrima</i> m	1 2
AC	-	-	-	-	-	-
FAD+ODL+ AC	-	-	-	-	<i>Neosilba</i> spp. f	2

n= número; FAD=Fosfato de amônio dibásico; ODL= Óleo Destilado de laranja; AC= Acetona; f= fêmeas;
m=machos

Tabela 37. Número médio e erro padrão da média das ordens de insetos não-alvo capturados em armadilhas McPhail por diferentes compostos em pomar de goiaba cv. Thaiandesa. Município de Campinas, SP. Janeiro-março, 2018.

Tratamentos	Outros Diptera	Drosophilidae	Lonchaeidae	<i>Leia</i> spp	Lepidoptera	Coleoptera	Hymenoptera	Heteroptera	Crhysopidae
1	129±35,2 bA	189,7±58,4 abA	0,7 ±0,3 aB	13,3 ± 3,9 bcB	15,7 ± 3,9 aB	12,7 ±0,6 aB	1,3 ±1,8 aB	0,0 ±2,5 aB	3,0 ± 0,7 aB
2	135,7±6,11 abA	266,3 ±93,4 aA	1,7±1,2 aC	37,7±5,6 abB	12,0±5,6 aBC	3,0 ±0,2 aBC	0,3±2,9 aC	0,3 aC	1,7 ±0,4 aC
3	240,0 ±83,5 aA	271,7 ±80,4 aA	2,3 ± 0,9 aB	19,7±44 bB	16,7±4,4 aB	2,3 ±0,5 aB	1,7 ±1,5 aB	1,0 ±3,0aB	4,0 ±0,7 aB
4	82,0 ±230,4bA	96,0±9,0 bA	0,3 ±0,3 aB	14,7± 5,1bcB	7,7± 5,1aB	2,0 ±0,2 aB	0,7 ±2,3 aB	0±0 aB	0,0 ± 0,2aB
5	89,3 ±20,7 bA	6,3±2,2 cA	8,7±3,9 aB	93,3±1,6 aB	10,0±1,6aB	0,3 ± 0,2aB	2,3 ±1,1 aB	0,33±1,2 aB	4,0 ± 1,4aB
6	15,7 ±10,7 cAB	20,7 ± 4,3 cA	0,3 ±0,3 aAB	0,0 ±0,4 cC	1,3±0,4 aAB	10,0 ± 0,9aC	0,7±1,8 aA	0,4 ± 0,2aC	0,7 ±0,0 aA
7	15,00 ±1,0 cAB	33,0 ± 13,4 cA	3,0 ±1,2 aAB	4,0 ± 0,6bcAB	5,3 ± 0,6aB	10,7± 0,9aB	0,3 ±0,9 aB	0,7±1,3 aB	1,7 ± 0,0aB

*1- Ceratrap; 2- Ceratrap + Acetona; 3- Ceratrap + Fosfato de Amônio Dibásico; 4- Ceratrap + Óleo Destilado de Laranja; 5- Fosfato de Amônio Dibásico; 6- Acetona; 7- Fosfato de Amônio Dibásico + Óleo Destilado de Laranja + Trimetilamina.

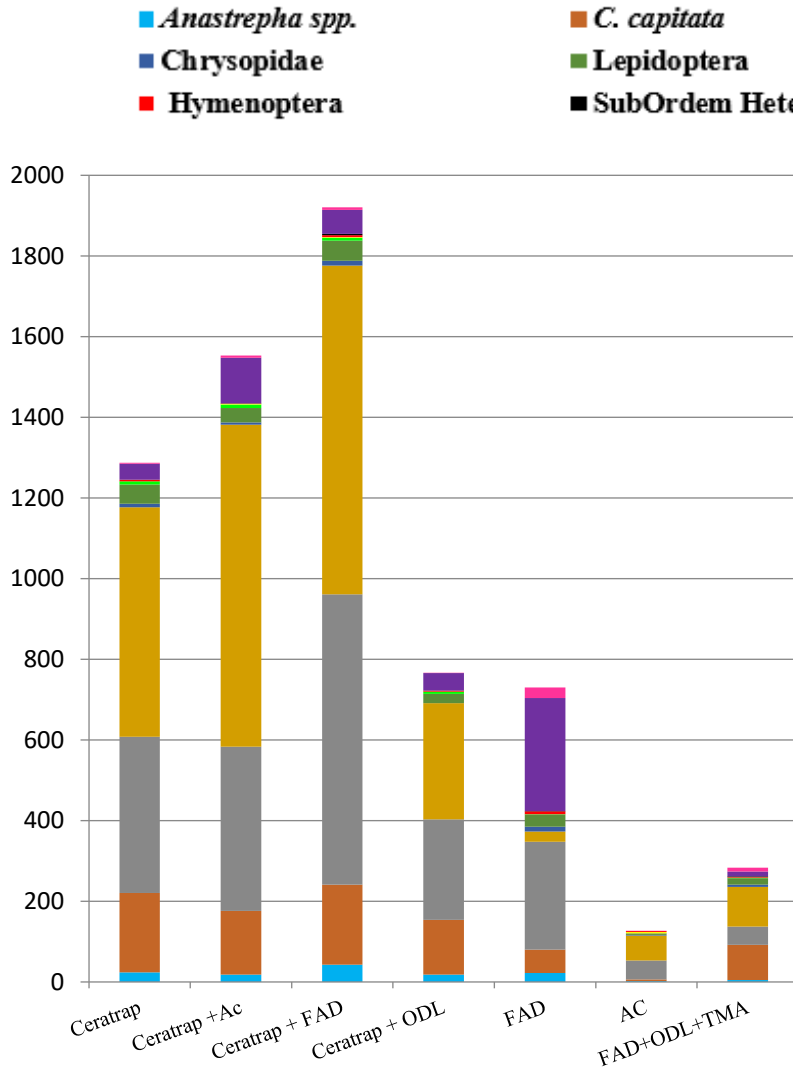


Figura 35- Comparativo de diversidade de Ordens de insetos entre os diferentes atrativos capturados em armadilhas McPhail em pomar de goiaba. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL),

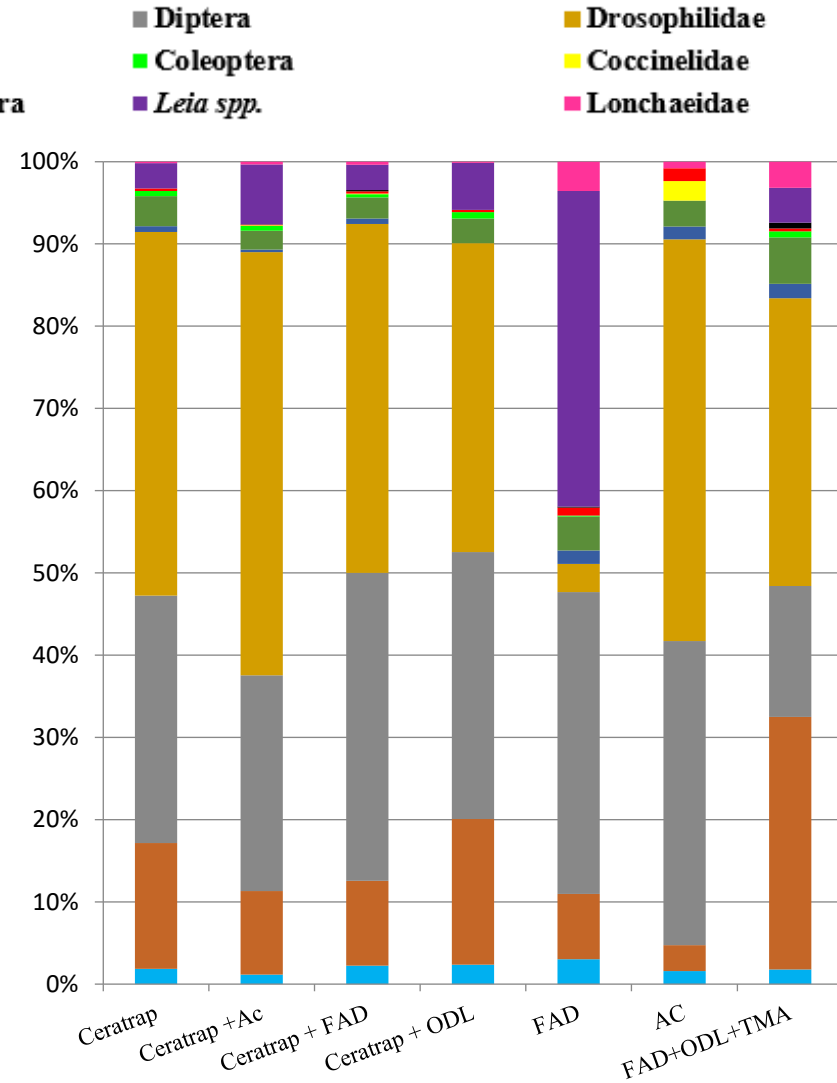


Figura 36- Comparativo de quantidade e diversidade ordens de insetos entre os diferentes atrativos capturados em armadilhas McPhail em pomar de goiaba. Fosfato de Amônio Dibásico (FAD), Óleo destilado de laranja (ODL), Trimetilamina (TMA).

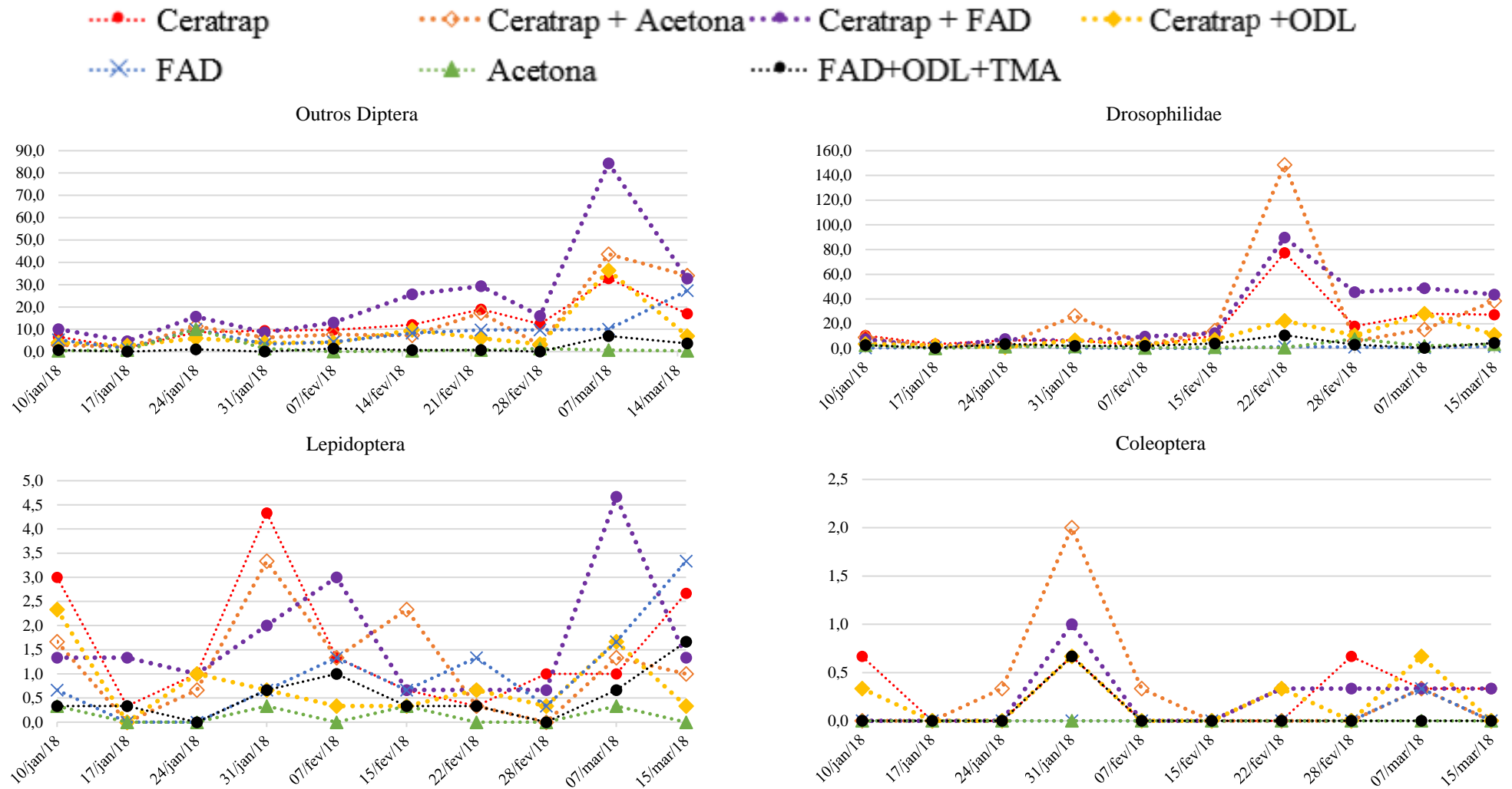


Figura 37.1- Flutuação populacional de organismos não alvo em pomar goiaba cv. thailandesa. Campinas-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina.

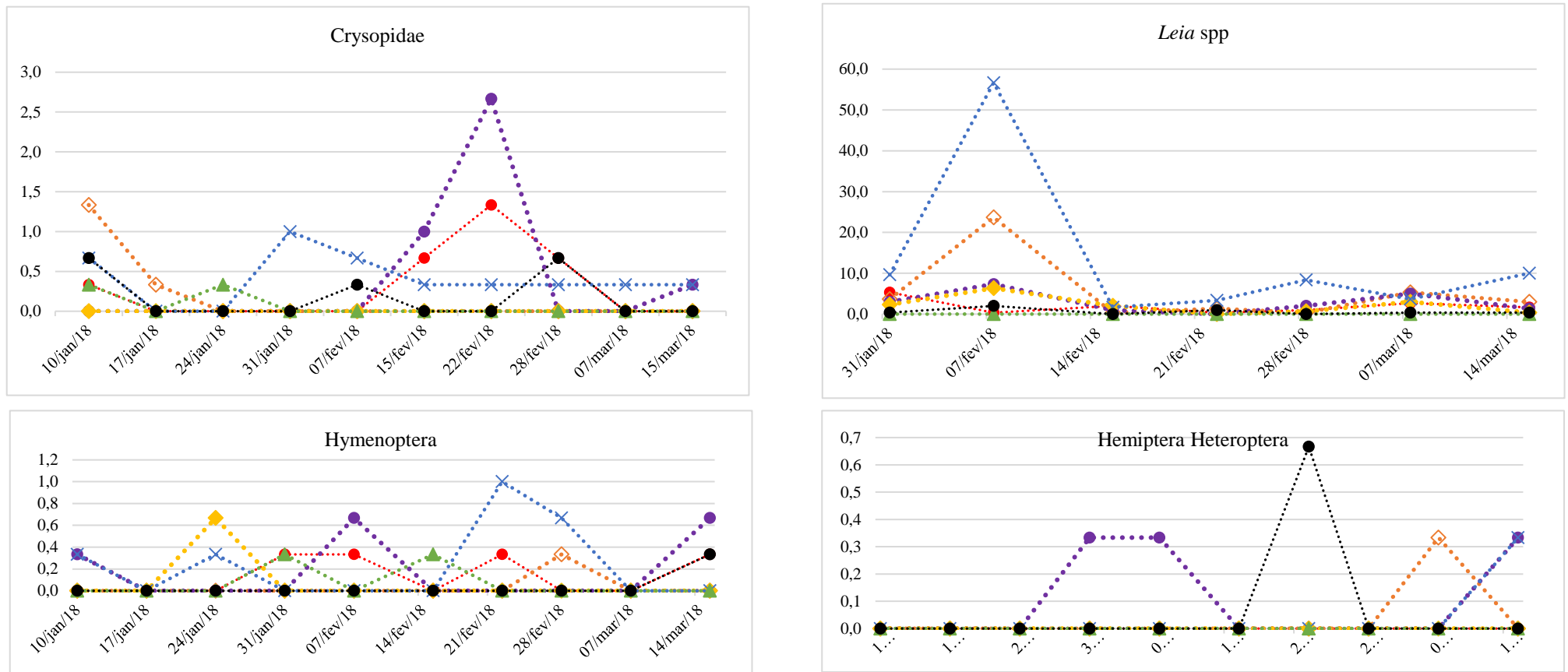


Figura 37.2-Flutuação populacional de organismos não alvo em número médio de insetos capturados por armadilha por dia entre as tres armadilhas de cada tratamento em pomar de goiaba cv. thailandesa. Campinas-SP. FAD= Fosfato de Amonio Dibasico; ODL= Óleo destilado de laranja; TMA= Trimetilamina.

As figuras 31, 32 e 33 mostram que as capturas de Tephritoidea variam de acordo com a espécie e com frutifera cultivada, para o mesmo atrativo. Para o aprimoramento de atrativos alimentares em condições de campo, é necessário obter melhor conhecimento dos efeitos que os fatores como o comportamento de alimentação larval, oviposição de adultos, alimentação e comportamento de cópula, e padrões de maturação ovariana (e o que eles provocam), tem na resposta de adultos a atrativos alimentares (PIÑERO et al., 2002).

De acordo com Sugayama; Malavasi (2000), diferentes hospedeiros contribuem de modo particular na composição genética da população de moscas-das-frutas conseqüentemente na composição nutricional do adulto. Galdino; Raga (2017) comentam que frutos cítricos causam alta mortalidade na prole de moscas-das-frutas imigrantes de pomares de outras frutíferas, selecionando alguns genótipos mais adaptados as condições químicas e físicas adversas deste tipo de fruto (Figura 40 A, B). Esta seleção de genótipos causada pelo fruto hospedeiro pode proporcionar diferenças fisiológicas entre populações de pomares distintos, criando estados motivacionais distintos de atração pela mesma fonte de voláteis.

Essa hipótese explicaria a diferença nas respostas de *Anastrepha* spp ao atrativo Ceratrap+ FAD em pomar de laranja doce cv. Hamlin (Figura 31), laranja doce cv. Pera (Figura 32) e goiaba cv. Thaiandesa. A hipótese apresentada também pode explicar a diferença entre maiores capturas de Lonchaeide pelo atrativo Ceratrap + Acetona em pomar cítrico e maiores capturas desta família pelo FAD em pomar de goiaba.

Porém outras variáveis podem ter contribuído com as diferenças de capturas entre pomares, pelos mesmos atrativos. O pomar de goiaba onde foi realizado o experimento III apresentava grande densidade de ramos e folhas, criando um ambiente mais sombreado e com menor incidência direta do sol em relação aos pomares de laranja dos experimentos I e II em campo (Figura 40 C, F). O micro-clima formado sob a copa das frutíferas pode influenciar na taxa de liberação e na propagação dos voláteis atrativos e também no estado fisiológico das moscas. Segundo Heath et al. (1995), em condições mais quentes e secas, moscas-das-frutas são mais capturadas por armadilhas com atrativos líquidos enquanto em condições mais amenas as respostas a fontes secas de atrativo tende a aumentar.

Como diferentes atrativos possuem capacidades atrativas distintas, acabam por transparecer níveis populacionais diferentes, como foi observado nos gráficos de flutuação populacional (Figuras 20, 21, 25 e 26), que mostram que as combinações de Ceratrap com outros compostos, algumas vezes obtiveram níveis populacionais à cima do nível de controle, enquanto o atrativo padrão, Ceratrap, mostrava índices abaixo do nível de controle.

Bortoli et al. (2016) observaram que em pomar de citros no Rio Grande do Sul. Ceratrap capturou adultos de *A. fraterculus* a cima do índice MAD 0,5 em 33 das 45 semanas do experimento, indicando a presença desta espécie a cima do nível de controle durante 73% do período estudado. Para os atrativos Torula, Bioanastrepha, sacarose de milho e suco de uva, o nível populacional a cima do nível de controle foi visto em 28, 20, 11 e 6% do período de estudo. Ceratrap indicou a presença de moscas-das-frutas nas 45 semanas de avaliação, mesmo no inverno.

O sucesso econômico do cultivo de frutíferas suscetíveis a moscas-das-frutas está relacionado diretamente com a eficácia do atrativo escolhido tanto para monitoramento quanto para controle populacional. O presente trabalho mostra que é possível aprimorar a capacidade de atratividade para espécies alvo e a seletividade para espécies não alvo. Como resultado deste aprimoramento surge a necessidade de melhor conhecimento dos níveis populacionais de controle para atender as diferentes condições e demandas da fruticultura que variam desde produção de subsistência até grandes polos frutícolas com extensas áreas e produção destinadas a exportação com rigorosas normas sanitárias.

Como já citado, em moscas-das-frutas existe uma “constelação” de fatores que determinam suas respostas a atrativos. Rosa et al. (2017) afirmam que o gatilho para tomada de decisão de controle deve ser ajustado em diferentes níveis populacionais, dependendo do atrativo adotado para o monitoramento pois um atrativo inadequado para captura e monitoramento destas pragas pode comprometer o momento de tomada de decisão, refletindo negativamente na produção com altas porcentagens de frutos danificados.

Na determinação de níveis populacionais de controle mais precisos, tão importante quanto a capacidade atrativa, temos os indicadores econômicos do sucesso da atividade agrícola. Esses indicadores devem ser levados em conta para que se obtenha o máximo de resultado econômico, considerando as implicações que a escolha do atrativo traz no médio e longo prazo para a empresa rural. O tipo de mercado que a empresa visa atender, o custo variável com o número intervenções de controle por lote de frutas produzido e as perdas na produtividade e são itens afetados pela escolha do atrativo para o manejo e podem ter importância diferente em pequenas ou grandes áreas de produção.

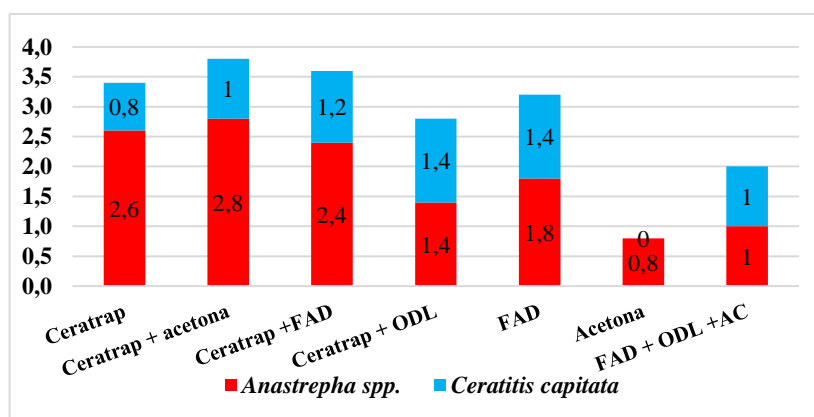


Figura 38- Médias semanais de captura de organismos alvo da Família Tephritidae pelos diferentes atrativos testados em armadilhas McPhail em pomar laranja doce cv. Hamlin no município de Mogi Mirim, SP. Fevereiro a Abril, 2017. Campinas

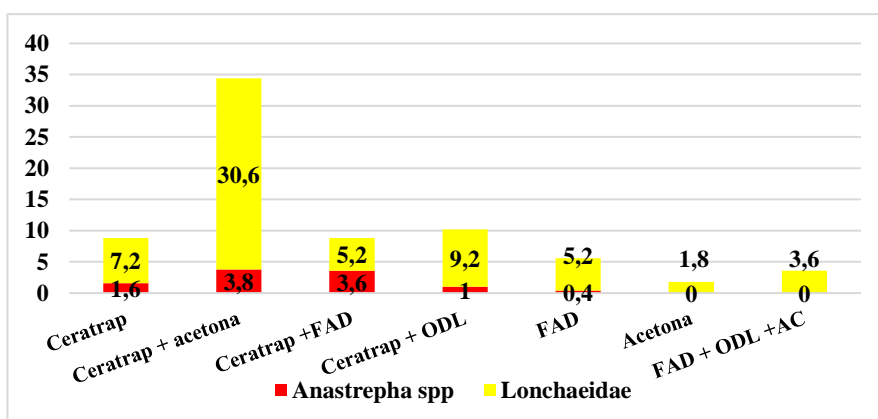


Figura 39- Médias semanais de captura de organismos alvo da Superfamília Tephritoidea pelos diferentes atrativos testados em armadilhas McPhail em pomar de laranja doce cv. Pera IAC no município de Mogi Mirim, SP. Janeiro a Março, 2018.

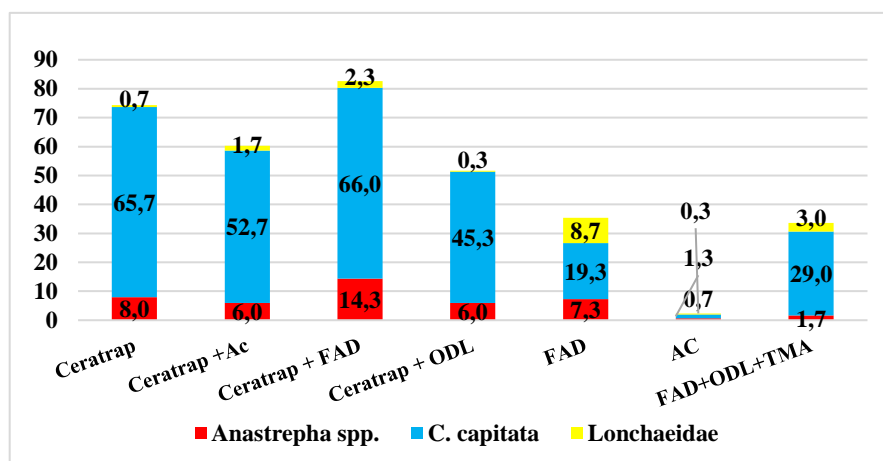


Figura 40- Médias semanais de captura de organismos alvo da Superfamília Tephritoidea pelos diferentes atrativos testados em armadilhas McPhail em pomar de goiaba cv. Thailandesa no município de Campinas, SP. Janeiro a Março, 2018.

Os resultados sobre seletividade a organismos não alvo obtidos em campo no presente trabalho diferem da conclusão de Perea-Castellanos (2015), que afirma que o uso de Ceratrap como isca tóxica é ambientalmente favorável e seguro, sendo um bom candidato para cultivos orgânicos, por não utilizar inseticidas.

Apesar do atrativo Ceratrap ser eficiente na captura de moscas-das-frutas, como foi comprovado nos testes de laboratório e em campo, capturou um grande número de insetos não alvo em campo (Figuras 17, 18, 22, 23, 28, 29). Essa observação mostra uma limitação no seu desempenho agrônomo.

Quando a superfície do atrativo líquido dentro da armadilha está parcialmente coberta com insetos não alvo, é provável que essa camada forme uma barreira física, dificultando a captura de tefritídeos. Além disso, a probabilidade das moscas-das-frutas afundarem no líquido diminui gradualmente, impedindo as capturas.

Atrativos proteicos fornecem um alimento nutritivo aos adultos de moscas-das-frutas e aumentam seu potencial reprodutivo (TAYLOR et al., 2013) portanto eles podem se tornar um risco fitossanitário, considerando que 5-28% de moscas foram observadas escapando da armadilha após ter se alimentado do atrativo Ceratrap em condições de laboratório por Perea-Castellanos et al. (2015).

Foi observado no presente estudo, que eram capturados por semana, entre 300 a 500 organismos não alvo por armadilha, para cada 2 ou 3 tefritídeos (Figura 42 D, E). A prática da captura massal deveria obviamente reduzir ou eliminar a aplicação de inseticidas por cobertura para moscas-das-frutas, com a vantagem adicional de preservar inimigos naturais e não causar desequilíbrios para a fauna local (Figura 41, A, B, C, E e F). Dentre os organismos não alvo, estavam dípteros polinizadores, como os da família Syrphidae, cujas capturas podem trazer desequilíbrios também para a flora.

Em termos de manejo integrado de pragas, atrativos de amplo espectro devem ser evitados, visando estimar de modo apropriado a migração de moscas-das-frutas ou orientação confiável para tomadas de decisões econômicas baseadas em sistemas de armadilhamento.

Tendo em vista os prejuízos provocados pela elevada captura de insetos não alvo, principalmente da Ordem Diptera, se faz necessária a melhora na eficácia e seletividade de atrativos baseados em fontes proteicas, objetivando eliminar a captura de artrópodes não alvo e conseqüentemente a deterioração química e biológica do atrativo. Para isso, é necessário adicionar componentes às proteínas atrativas e proporcionar assim, uma formulação estável e de longa duração.



Figura 41 – A e B) Ninho de ave com ovos (A) ave recém-nascida, na semana seguinte à foto A, em pomar de laranja no município de Mogi Mirim, SP. Janeiro, 2018. C) Inseto da Ordem Hymenoptera predando larva de mosca-das-frutas em frutos de Nêspera (*Eriobotrya japonica* (Lindl.) com sintomas de galerias de larvas de tefritídeos. Campinas, SP. Outubro, 2016. D) Superfície líquida totalmente ocupada por insetos capturados por armadilha McPhail abastecida com Ceratrap, em pomar de Kinkan em frutificação. Campinas, SP. maio, 2018. E) Díptero da família Syrphidae frequentemente capturado nas armadilha McPhail abastecidas com atrativo proteico nos pomares de laranja e goiaba de Mogi Mirim e Campinas (SP) entre os meses de janeiro e março de 2018. F) Controle natural do Curuquerê do algodoeiro (*Alabama argillacea*), principal praga desfolhadora do algodoeiro em diversos países, sendo predada pelo inseto de ocorrência natural nas lavouras do estado de São Paulo, o marimbondo caboclo (*Polistes canadensis*), mostrando benefícios potenciais da redução de aplicação de inseticidas com a adoção de estratégias de manejo de pragas baseadas em semioquímicos. Paulínia, abril, 2015..



Figura 42. A) Oviposição de *Anastrepha* spp em glândula de óleo no flavedo de fruto de laranja doce var. Champagne; B) Deslocamento de larva (em destaque) de 1º instar de moscas-das-frutas pela camada densa e espesa de albedo em direção ao endocarpo, em fruto de laranja doce var. Champagne.; C) Vista entre-linhas do pomar de goiaba cv. Tailandesa onde foi realizado o experimento de campo III, março, 2018; D) Insetos coletados em armadilha McPhail abastecida com Ceratrap durante sete dias de exposição em pomar de laranja cv Pera IAC em Mogi-Mirim –SP, 2018; E) Especime de *Anastrepha* spp. (em destaque) em meio aos demais insetos coletados em armadilha McPhail abastecida com Ceratrap; F) Vista entre-linhas do pomar de laranja doce cv. Pera IAC onde foi realizado o experimento de campo II em Mogi-Mirim- SP, 2018.



Figura 43. A e B) Espécimes de *Leita* spp. capturados em armadilhas McPhail em pomares de laranja cv. Pera IAC e goiaba cv Thailandesa em Mogi Mirim e Campinas, SP respectivamente Janeiro-março, 2018. C, D e E) Frutos atacados por moscas-das-frutas liberando exudado açucarado e nutritivo, cuja fermentação libera compostos atrativos para adultos destes insetos, interferindo em suas respostas aos atrativos proteicos. F) Fêmea de *A. fraterculus* realizando postura de ovos em fruto de laranja na colônia de moscas-das-frutas do LEE/CAPPPSA em Campinas

CONCLUSÃO

- Óleo Destilado de Laranja, Óleo Essencial de Laranja, Terpeno Cítrico e Acetona 99,5% são atrativos em laboratório para as espécies de moscas-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*, principalmente quando os óleos estão diluídos a 5% em acetona 95%.
- Os óleos essenciais avaliados são mais atrativos para machos. O Óleo Destilado de Laranja apresenta a maior atratividade entre os três, principalmente para fêmeas, em laboratório.
- Acetona 99,5% é atrativa para fêmeas em laboratório, apresentando seletividade para fêmeas de *C. capitata*. Em campo este composto não é atrativo para Tephritoidea nas condições testadas.
- Fosfato de Amônio Dibásico 66% em água é atrativo para *A. fraterculus* e *C. capitata*, em laboratório. Este composto é mais atrativo para *C. capitata* e Ceratrap para *A. fraterculus*.
- Trimetilamina não é atrativa para *C. capitata* e *A. fraterculus* em condições de laboratório quando usada isoladamente como atrativo nas concentrações testadas.
- As combinações do odor do Ceratrap com os odores de Acetona, Fosfato de Amônio Dibásico e Óleo Destilado de Laranja são atrativas para *A. fraterculus* e *C. capitata* em olfatômetro ou gaiolão de laboratório.
- As combinações de Ceratrap com Fosfato de Amônio Dibásico, Trimetilamina, Óleo Destilado de Laranja e Acetona são atrativas para Tephritoidea em condições de campo.
- Acetona e Trimetilamina não são atrativas em condições campo, nas concentrações testadas.
- Ceratrap e os demais atrativos avaliados em campo não apresentam seletividade para Tephritoidea.

- A combinação de Ceratrap com Óleo Destilado de Laranja aumenta a seletividade de Ceratrap para Tephritoidea.
- Óleo Destilado de Laranja e Fosfato de Amônio Dibásico, possuem potencial para comporem métodos de atratividade de Tephritoidea em condições de campo por produtores e programas oficiais de monitoramento e controle de moscas-das-frutas em grandes áreas (Wide-area management).

8 REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. A. Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interaction. **Current Opinion in Plant Biology**, New York, v.3, n. 4., p. 329-335, 2000.

ALUJA, M. et al. Behavior of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) on a wild mango tree (*Mangifera indica*) harbouring tree McPhail traps. **Insect Science and its Application**, Nairobi, v. 10, n. 3, p. 309-318, 1989.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 39, p. 155-178, 1994.

ALUJA, M. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 565–594, 1999.

ALUJA M, J et al. Effect of adult nutrition on male sexual performance in four neotropical fruit fly species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Insect Behavior**. v.14, p.759–775, 2001.

ALUJA, M. et al. Effects of age, diet, female density, and the host resource on egg load in *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Insect Physiology**, London, v. 47, n. 9 p. 975-988, 2001.

ALUJA, M.; PIÑERO, J. Testing urine as a low-tech bait for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in small guava, mango, sapodilla and pomelo. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 87, n. 1, p. 41-50, 2004.

ALVARENGA, C.D. et al. Minas Gerais, In Malavasi, A. & R.A. Zucchi, (Ed.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos, 2000. p. 327.

ALVARENGA, C. D. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de minas gerais. *Revista Caatinga*, Mossoró. v. 23, n. 2, p. 21-32, 2010.

ARAÚJO, E.L.; ZUCCHI, R.A. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo. v.69, n.2, p.91-94, 2002. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V69_2/araujo_II.pdf >. Acessado em 10 março, 2018.

ARAÚJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava*), em Mossoró RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 73-77, 2003.

BACHMANN, G. E. et al. Male sexual behavior and pheromone emission is enhanced by exposure to guava fruit volatiles in *Anastrepha fraterculus*. **PLoS One**, San Francisco, v. 10, n. 4, 2015. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0124250> doi: 10.1371/journal.pone.0123250. Acesso em: 31 de maio de 2017.

BARRETO, M. C. et al. Impactos socioeconômicos da dispersão da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) à fruticultura nacional. In: SILVA, R. A. da; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá. 2011. p. 187-195.

BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 17, p. 493-518, 1972.

BIRKE, A. et al. Fruit flies, *Anastrepha ludens* (Loew), *A. obliqua* (Macquart) and *A. grandis* (Mcquart) (Diptera: Tephritidae): three pestiferous tropical fruit flies that could potentially expand their range to temperate áreas. In: PEÑA, J. (Ed.). **Potential invasive pests of agricultural crops**. Boca Raton: CABI International. 2013. p. 192-213.

BLAGODEROV, V. A.; GRIMALDI, D. A. Fossil Sciaroidea (Diptera) in Cretaceous ambers, exclusive of Cecidomyiidae, Sciaridae and Keroplatidae. **American Museum novitates**, New

York, n. 3433, 76 p., 2004. Disponível em: <<http://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/2798>>
Acessado em 10 abril, 2018.

BORTOLI, L. G. et al. Evaluation of food lures for fruit flies (Diptera: Tephritidae) captured in a citrus orchard of the Serra Gaúcha. **Florida Entomologist**, Gainesville. v. 99, n. 3, p.381-384.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de frutas, V. 7 p. 14. Janeiro de 2007. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/docs/cadeiasprodutivas/cadeia%20produtiva%20de%20frutas.pdf>>
Acesso em: 31 de maio de 2017.

BRÍZOVÀ, R. et al. Pheromone analyses of the *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) cryptic species complex. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 3, p. 1107-1115, 2013.

BROWN, B. I.; WILLS, R. B. H. Post-harvest changes in guava fruit of diferente maturity. **Scientia Horticulture**, [S. l.], n. 19, p. 327-243, 1983.

BRUCE, T. J. A.; PICKETT J. A. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects-finding the right mix. **Phytochemistry**, v. 72, p. 1605–1611, 2011.

CABRAL, L. M. C.; BRAVO, A.; FREIRE JR., M.; BIZZO, H. R.; MATTA, V. M. Citrus Fruits and Oranges. In: Hui, Y. H. (Ed.). **Handbook of Fruit and Vegetable Flavors**. 2010. p. 265-278.

CNABRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Fruticultura, balanço 2016, perspectivas 2017. 2016. p. 93-97. Disponível em: <www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/10_fruticultura.pdf>
Acesso em: 17 maio 2017.

CALKINS, C. O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, p. 36-45, 1995.

CARVALHO, R. P. L. Alternativas de controle: métodos culturais, atraentes, resistência vegetal e controle biológico. In: ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1., 1988, Campinas. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 86-107.

CARVALHO, R. da S. et al. Controle Biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p.113-115.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas, A classificação climática de Koeppen para o Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://orion.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>> Acessado em 20 março 2018.

CHAMBERS, D. L. Attractants for fruit fly survey and control. In: SHOREY, H. H. A.; MCKELVEY JUNIOR, J. J. (Ed.). **Chemical control of insect behavior** – theory and application. New York: Wiley-Interscience. 1977. p. 327-344.

CHARALAMPOS, I. et al. Essential oils of citrus fruit stimulate oviposition in the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Physiological Entomology**, Hoboken. v.37, n.4, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pen.2012.37.issue-4/issuetoc>> DOI: 10.1111/j.1365-3032.2012.00847.x Acessado em: 10 de junho de 2016.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Captura de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (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**, Stanford. v. 5, p. 171-192, 1960.

CNA BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Fruticultura, balanço 2016, perspectivas 2017. 2016. p. 93-97. Disponível em: <www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/10_fruticultura.pdf> Acesso em 17 de maio de 2017.

CNA BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Fruticultura, balanço 2017, perspectivas 2018. 2017. 2 p. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/fruticultura_balanco_2017.pdf> Acesso em: 6 de março de 2018.

CONOVER, W. J.; IMAN, R. L. Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. **The American Statistician**, v. 35, p. 124-129, 1981.

CORNELIUS, M. L. et al. Response of female oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) to protein and host fruit odor in field cage and open field tests. **Environmental Entomology**, New York, v. 29, n. 1, p. 14-19, 2000.

CRUZ-LÓPEZ, L. et al. A new potential attractant for *Anastrepha obliqua* from *Spondias mombin* fruits. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 32, p. 351–365, 2006.

DELGADO, et al. Comparison of Food Attractants for Monitoring Fruit Fly (Diptera:Tephritidae) in Citrus Orchards in Brazil. Acta Horticulture. ISHS Acta Horticulturae 1065: XII International Citrus Congress - International Society of Citriculture. p. 1033-1039, 2015.: Disponível em <http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=1065_129> Acessado em: 01 de setembro de 2017

DÍAZ-FLEISCHER, F., ALUJA, M. Behavioral plasticity in relation to egg and time limitation: the case of two β y species in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Oikos**, Lund. N. 100, p. 125-133, 2003.

DÍAZ-FLEISCHER, F. et al. There is no magic fruit fly trap: Multiple Biological Factors Influence the Response of Adult *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) individuals to multilure traps baited with biolure or nulure. **Journal of Economic Entomology**, College Park, n. 102, v. 1, p. 86-94, 2009.

DÍAZ-FLEISCHER, F. et al. Interactions Between Tephritid Fruit Fly Physiological State and Stimuli from Baits and Traps: Looking for the pied piper of hamelin to lure pestiferous fruit flies. In: SHELLY, T. et al. (Ed.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. New York: Springer. 2014. p. 145-172.

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.

DUGO, P. Deterpenation of sweet orange and lemon essential oils with supercritical carbon dioxide using sílica gel as an adsorbent. **Flavour and Fragrance Journal**, Firmenich, v. 10, n. 1, p.51-58, 1995.

EDIT. EUROPEAN DISTRIBUTED INSTITUTE OF TAXONOMY. 2013. Lonchaeidae on line. Number of species. Disponível em <<http://lonchaeidae.myspecies.info/>> Acessado em 23 março de 2018.

EPSKY, N. D. et al. Evaluation of protein bait formulations for the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 76, p. 626-635, 1993.

EPSKY, N. D. et al. Attraction of *Anastrepha suspensae* (Diptera: Tephritidae) to volatiles from avian fecal material. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 80, n. 2, p. 270-277, 1997.

EPSKY, N. D.; HEATH R. R. Exploiting the interaction of chemical and visual cues in behavioral control measures for pest tephritid fruit flies. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 81, p. 273-282, 1998.

EPSKY, N. D. et al. Development of lures for detection and delimitation of invasive *Anastrepha* fruit flies. **Proceedings of Caribbean Food Crops Society**, v. 39, p.84-89, 2003.

EPSKY, N. D. et al. Grape juice as a bait for *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) and *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Economic Entomology*, New York, v. 108, n.1, p. 2065-2073, 2015.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*. [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112. ISSN 1413-7054. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>> Acessado em 28 março, 2018.

FLATH, R. A.; MATSUMOTO, K. E.; BINDER, R. G.; CUNNINGHAM, R. T.; MON, T. R. Effect of pH on the volatiles of hydrolyzed protein insect baits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 3, p. 814-819, 1989.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Statistical YearBook 2013. Rome, Wolrd food and agriculture, p. 178-179, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>> Acessado em 25 de maio 2017.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANÇAS, F. M. Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Tecnolodia de Alimentos** Campinas, v. 24, n. 2, 2004.

GAFFNEY, B. et al. Charm analysis of two *Citrus sinensis* peel oil volatiles. **Perfumer and Flavoris**, Wheaton, v. 21, n. 4, p. 1-5, 1996.

GALDINO, L. T.; RAGA, A. Semioquímicos em moscas-das-frutas. Insituto Biológico, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.biológico.sp.gov.br/uoploads/dt198d0c10-96b2-45cc-ab41-afbf4d8f8bc3.pdf>> Acessado em jan., 2017.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOMEZ CLEMENTE, F. Experiencias de lucha contra la *Ceratitits capitata* Wied. com caza moscas de vidrio. **Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.**, v. 4, p. 21-38, 1929.

GOW, P. Proteinaceous bait for the oriental fruit fly. **J. Econ. Entomol.**, New York, v. 47, p. 153-16, 1954.

- GOTHILF, S. GALUN R. Olfactometer and trap for evaluating attractants for the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 10, n. 2, p. 79-84, 1982.
- GREANY, P.D. 1983. Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht. v. 34, p.40–50, 1983.
- GULLAN, P.J.; CRANSTON P.S. Sistemas sensoriais e comportamento. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca. 2014. p. 81-105.
- HAJI, F. N. P. et al. Ocorrência e índice de infestação de moscas-das-frutas (Tephritidae) na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas. v.13, n.4. p.205-209, 1991.
- HAYPEK, E. et al. Recovery of aroma compounds from orange essential oil. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo. v. 17, n. 4, p. 4-7, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-66322000000400034> Acesso em: 8 de julho 2017.
- HEATH, R. R. et al. pH effect on the attractiveness of a corn hydrolysisate to the Mediterranean fruit fly and several *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 87, n. 4, 1994.
- HEATH, R.R. et al. Development of a dry insect trap with food based synthetic attractant for the Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 88, n. 5, p. 1307–1315, 1995.
- HEATH, R. R. et al. Adding methyl-substituted ammonia derivatives to a food-based synthetic attractant on captured Mediterranean and Mexican fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 90, n. 6, p. 1–6, 1997.
- HERNÁNDEZ, M.M. et al. Electroantennogram activity from antennae of *Ceratitidis capitata* (Wied.) to fresh orange airborne volatiles. **Journal of Chemical Ecology**, New York v.22, p.1607–1619, 1996.
- HERNANDEZ-SÀNCHEZ, G. et al. Attractiveness for *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Dip., Tephritidae) of mango (*Mangifera indica*, cv. Tommy Atkins) airborne terpenes. **Journal of Applied Entomology**, v. 125, p. 1005-1009, 2002.
- HICK, A. J. et al. Volatile isoprenoids that control insect behavior and development. **Natural Product Reports**, London, v. 16, p. 39-54, 1999.

HÖGNADÓTTIR, Á. ROUSEFF, R. L. Identification of aroma active compounds in orange essence oil using gas chromatography- olfactometry and gas chromatography- mass spectrometry. **Journal of Chromatography** [S.1], v. 998, p. 201-211, 2003.

HONG, J. H. Determination of Volatile Flavour Profiles of Citrus spp. Fruits by SDE-GC–MS and Enantiomeric Composition of Chiral Compounds by MDGC–MS. **Phytochemical Analysis**. v.28, n.15, 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pca.v28.5/issuetoc>> DOI: 10.1002/pca.2686. Acessado em: 18 Julho de 2017.

HOWLETT, F. M. Chemical reactions of fruit flies. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 6, n. 3, p. 297-305, 1915.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017a. Agência de notícias: PAM 2016: valor da produção agrícola nacional foi 20% maior do que em 2015. Acessado em 05 março 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16814-pam-2016-valor-da-producao-agricola-nacional-foi-20-maior-do-que-em-2015.html>>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017b. Pesquisa Agrícola Municipal. Acesso em 10 de março de 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0627a473aaf2e17540aec441cdef0b1.pdf>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Pesquisa Agrícola Municipal. 10 de março de 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457>>.

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.

JANG, E. B. et al. Attraction of female oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, to volatile semiochemicals from leaves and extracts of a nonhost plant, *Panax* (*Polyscias guiffoylei*) in laboratory and olfactometer assays. **Journal of Chemical Ecology**, New York, n. 23, v. 5, p. 1389-1401, 1997.

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

JANG, E. B. et al. Extension of the use Augmentoria for Sanitation in a cropping system susceptible to the alien terphritid fruit flies (Diptera: terphritidae) in Hawaii. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, Port Harcourt, v. 11, n. 2, p. 239-248, 2007.

JANSSON-CHARRIER, G. M. E. et al. Vanadium (IV) sorption by chitosan: kinetics and equilibrium. **Water Research**, v. 30, p. 465–475, 1996.

JIRON, L. F.; SOTO-MANITIÚ, J. Evaluación de campo de sustancias atrayentes captura de *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae), plaga de fruta Les en America tropical. III. Proteina hidrolizada y torula boratadas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 353-356, 1989.

JONES, O. T.; CASAGRANDE, E. D. The use of semiochemical-based devices and formulations in area-wide programmes: a commercial perspective. In: JOINT PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE IN AREA-WIDE CONTROL OF INSECT PESTS, 1998, and the INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 5., 1998, Penang, Malaysia: Penerbit Universiti Sains Malaysia, 2000. 44 p. Disponível em: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/30/040/30040980.pdf> Acesso em 13 junho de 2017.

JONES, O. Pheromones and other semiochemicals: essential tools for IPM. **International Pest Control**, Painesville, v. 56, n. 2, p. 88-90, 2014.

KATSOYANNOS, B. I. et al. Response of *Ceratitis capitata* to citrus chemical under semi-natural conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht. v.82, p.181-188, 1997.

KATSOYANNOS, B. I. et al. Field evaluation of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) female selective attractants for use in monitoring programs. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 92, p. 442–452, 1999.

KENDRA, P. E. et al. Effect of Age on EAG Response and Attraction of Female *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) to Ammonia and Carbon Dioxide. **Environmental Entomology**, New York, v. 34, n.3, p. 584-590, 2005.

KENDRA, P. E. et al. Assessment of female reproductive status in *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 89, n. 2, p.144, 2006.

LANDOLT, P. J.; PHILLIPS, T. W. Host Plant influences on sex pheromone behavior of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, p. 371-391, 1997.

LASA, R. O.; ORTEGA, R.; RULL, J. Towards development of a mass trapping device for Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) control. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 96, p. 1135-1142, 2013.

LASA, R. W. et al. Efficacy of Commercial Traps and Food Odor Attractants for Mass Trapping of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.107, n.1. p. 198-205. 2014. a

LASA, R. et al. Inexpensive traps for use in mass trapping *A. ludens* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 97, p-1123-1130, 2014. b

LASA, R. W. et al. Economic and Highly Effective Trap—Lure Combination to Monitor the Mexican Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) at the Orchard Level. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.108, n.4, p. 1637-1645, 2015.

LASA, R. W. Benzalkonium chloride provides remarkable stability to liquid protein lures for trapping *Anastrepha obliqua* (Diptera: tephritidae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.100, n.6, p. 2452-2458, 2017.

LEMOS, L. J. U. et al. Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba: diversidade, flutuação populacional e fenologia do hospedeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-5, 2015.

LIMA, I. S. et al. Reproductive behavior of the South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field studies. **Journal of Physiological Entomology**, Hoboken, v. 19, p. 271-277, 1994.

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

- LIMA, I. S.; HOWSE, P. E. Diurnal Activity and Sexual Maturation of the South American Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in the Laboratory. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 229-308, 1997.
- LISCIA, A. et al. Characterization of olfactory sensilla of the olive fly: Behavioral and electrophysiological responses to volatile organic compounds from the host plant and bacterial filtrate. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 59, p. 705-716, 2013.
- LIU, Y. C.; HWANG, H. R. The attractiveness of improved molasses attractant to *Bactrocera dorsalis* Hendel. **Plant Protection Bulletin**, v. 42, p. 223-233, 2000.
- LOPES, E. B. et al. Moscas frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae): ocorrência em pomares comerciais de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) do município de Matinhas, Estado da Paraíba. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, 2008.
- LÓPEZ-GUILLÉN, G.; TOLEDO, J.; ROJAS, J. C. Response of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) to fruit odors and protein-based lures in field trials. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 93, n. 2, p. 317-318, 2010.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 40, n. 1, p. 9-16, 1980.
- MALAVASI, A. et al. Field evaluation of three baits for South American cucurbit fruit fly (Diptera: Tephritidae) using McPhail traps. **Florida Entomologist**, Gainesville. v.73, n.3, p. 510-512, 1990.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 93-98.
- MALO, E. A.; ZAPIEN, G. I. McPhail traps of *Anastrepha obliqua* and *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in relation to time of day. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 77, n. 2, p. 290-294, 1994.
- MALO, E. A. et al. Behavioral and electrophysiological responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to guava volatiles. **Florida Entomologist**, Lutz. v.88, p. 364-370, 2005.
- MATSUNAGA, M et al. Metodologia de custos de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo, v.23, n1, p. 123-139, 1976.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 16 de 5 de março de 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Notícias: Kátia Abreu lança Programa Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas, em Brasília e Petrolina (PE) Data de publicação: 04/09/2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/09/katia-abreu-lanca-programa-nacional-de-combate-as-moscas-das-frutas-em-brasilia-e-petrolina-pe>> Acesso em: 1 de janeiro de 2015.

McPHAIL, M. Protein lures for fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, n. 32, p.758–761, 1939.

METCALF, R. L. Role of kairomones in Integrated Pest Management. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 22, n. 4, p. 274-279, 1994.

MEYER, M. et al. An integrative approach to unravel the *Ceratitidis* FAR (Diptera, Tephritidae) cryptic species complex: a review. **Zookeys**, Sofia, v. 540, p. 405-427, 2015.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Comex Vis: Principais Produtos Exportados. Acessado em: 10 de março 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=1190>>.

MONTEIRO, L. B. et al. Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de moscas-das-frutas em pessegueiro na Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas. n. 29, p. 72-74.

MONTES, S. M. N. M; RAGA, A. Eficácia de atrativos para monitoramento de *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de citros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 317-323, 2006.

MORAES, M. C. B. et al. **Metodologia para estudos de semioquímicos e a sua aplicação no manejo de pragas**. A influência de voláteis de soja no comportamento do parasitóide *Telenomus podisi*. Brasília: EMBRAPA, 2003. 6p. (Circular técnica, 24).

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, n. 2, 1991. 19p.

MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. Flavor evaluation of concentrated aqueous orange essences. **Journal of Agriculture Food and Chemistry**, v. 38, p. 2181-2184, 1990.

MOSHONAS, M. G. et al. Retention of fresh Orange juice flavor and aroma in na aqueous distillate from valencia Orange juice. **Journal of Food Quality**, Medfor, v. 16, n. 2, p. 101-108, 1993.

MOYLER, D. A.; STEPHENS, M. A. Counter current deterpenation of cold pressed weet orange peel oil. **Perfumer and Flavorist**, Wheaton, v. 17, p. 37-38, 1992.

NORTH AMERICAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION'S. Phytosanitary alert system: Outbreak of *Anastrepha grandis* (South American cucurbit fruit fly) in Panama. 2009. Disponível em: <<http://www.pestalert.org/viewNewsAlert.cfm?naid=76>> Acesso em: 14 junho de 2017.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.(Ed.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 109-112.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e Controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em Pessegueiro**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29p. (Documentos, 315). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/889693/3/documento315.pdf>> Acesso em 28 de maio de 2017.

NAVARRO-LLOPIS, V.; VACAS, S. Mass Trapping for Fruit Fly Control. In: SHELLY, T. et al. (Ed.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies - Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications**. Dordrecht: Springer Netherlands. p. 513-555, 2014.

NISHIDA, R. et al. Accumulation of phenylpropanoid sin the rectal glands of males of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis*. **Experientia**, Basel, v. 44, p. 534–536, 1988.

NISHIDA, R., SHELLY, T.E., HANESHIRO, K.Y., TAN, K. H. Roles of semiochemicals in mating systems: a comparison between oriental fruit fly and medfly. In: TAN, K. H. **Area wide control of fruit flies and other insect pests**. Penang, Malaysia: Penerbit University Sains Malaysia. 2000. p. 631-637.

NORDLUND, D. A.; LEWIS, W. J. Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interespecific interactions. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 2, n. 2, p. 211-220, 1976.

NORRBOM, A. L. et al. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive Keys, 2012. Atualizado em 28 de Setembro 2013. Disponível em: <<http://delta-intkey.com>> Acesso em 2 de junho de 2016.

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

ORLANDO, A.; SAMPAIO, A. S. “Moscas-das-frutas”. **O Biológico**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 143-150, 1973.

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.

PAPADOPOULOS, N. T. et al. Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. **Annals of Entomological Society of America**, Washington, v. 94, n. 1, p. 41-50, 2001.

PEREA-CASTELLANOS, D. P. Escape of Mexican fruit flies from traps baited with Ceratrap and effect of lure feeding and reproduction and Survival. **Journal of Economic Entomology**, New York, v. 108, n. 4, p. 1720-1727, 2015.

PIÑERO, J. et al. Feeding history and age influence the response of four *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) to human urine and hydrolyzed protein. **Folia Entomologica Mexicana**, Texcoco, v. 41, p. 283-298, 2002.

PIÑERO, J. et al. Human urine and chicken feces as fruit fly (Diptera:Tephritidae) attractants for resource-poor fruit growers. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 96, n. 2, p. 334-340, 2003.

PIÑERO, J. C. et al. Recent Developments and Applications of Bait Stations for Integrated Pest Management of Tephritid Fruit Flies. In: SHELLY, T. et al (Ed.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. Lure, Area-Wide Programs, and Trade Implications. New York: Springer. 2014. p. 457-492.

PINGEL, R. L. et al. Field trials to attract fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial sapodilla, mamey sapote and carambola orchards in Puerto Rico. **J. Agric. Univ.**, Puerto Rico, v. 90, p. 109-113, 2006.

PITKIN, B. R. Family Lonchaeidae. In: Pitkin, B.R. (Ad.). Catalog of the Diptera of Australasian and Oceanic regions. Bishop Museum Press, Hawai, p. 476-478. Disponível em: <<http://hbs.bishopmuseum.org/aocat/lonchaeidae.html>> Acessado em 23 março 2018.

PROKOPY, R. J.; J. HENDRICHS. Mating behavior of *Ceratitis capitata* on a field-caged host tree. **Annals of the Entomological Society of America**. v.2, p.642-648, 1979.

PROKOPY, R. J.; OWENS, E. D. Visual detection of plants by herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 28, p. 337-364, 1983.

PROKOPY et al. Effect of physiological and experiential state of *Bactrocera tryoni* flies on intra-tree foraging behavior for food (bacteria) and host fruit. **Oecologia**, v. 87, n. 3, p. 394-400, 1991.

PUZZI, D.; ORLANDO, A. Estudos sobre ecologia das “moscas-das-frutas” (Trypetidae) no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 9-22, 1965.

RAGA, A.; SATO, M. E. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 73-77, 2006.

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

RAGA, A. et al. Uso da radiação gama para desinfestação de mangas em relação a larvas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824), *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) e *Anastrepha obliqua* (Macquart,1835). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 18, p. 45-55, 1993.

RAGA, A. et al. Sensibilidade de ovos de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) irradiados em dieta artificial e em frutos de manga (*Mangifera indica* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 114-118, 1996.

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

RAGA, A. et al. Tephritoidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits on the State os São Paulo, Brazil. **Entomotropica**, Maracay, v. 20, n. 1. p. 11-14, 2005.

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

RAGA, A. et al. Host Ranges and infestation indices of fruit flies (Tephritidae) and lance flies (Lonchaeidae) in São Paulo State, Brazil. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 94, n. 4, p. 787-794, 2011.

RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M. F. Atualidades sobre Moscas-das-frutas. **Citricultura Atual**, Limeira, n. 86, p. 16-18, 2012.

RAGA, A.; VIEIRA, S. M. J. Atratividade de proteína hidrolisada de milho em mistura com bórax sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em gaiolões de campo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-8, 2015.

RAGA, A. SATO, M. E. Controle químico de moscas-das-frutas. São Paulo: Instituto Biológico, 2016. Disponível em: <<http://biologico.sp.gov.br/dovs/dt/moscas-das-frutas.pdf>> Acesso em: 30 março, 2017.

RAGA, A. et al. Population Dynamics and infestation rate of fruit flies in stone fruits in São Paulo State, Brazil. **Annual Research & Review in Biology**, v. 14, n. 6, p. 1-11, 2017.

RAGA, A.; GALDINO, L. T. Sintomatologia do ataque de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em citros. São Paulo: Instituto Biológico, 2016. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/dt/198d0c10-96b2-45cc-ab41-afbf4d8f8bc3.pdf>> Acessado em: 15 março 2017.

RASGADO, M. A. et al. Olfactory Response of the Mexican Fruit Fly (Diptera:Tephritidae) to Citrus aurantium Volatiles. Entomological Society of America. **Journal of Economic Entomology**, New York v. 102, n. 2. P.585-594, 2009.

REDDY, G. V. P.; GUERRERO, A. Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 9, n. 5, p. 253-261, 2004.

REDDY, K. et al. Attractancy potential of culturable bacteria from the gut of peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders). **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 42, n. 5, p. 691-698, 2014.

RIOS, E. T. et al. Evaluación de atrayentes alimentícios para la captura de la mosca mexicana de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el soconusco, Chiapas, México. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, v. 76, p. 41-49, 2005.

ROS, J. P. et al. Mejora de los mosqueros, atrayentes y sistemas de retención contra la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitidis capitata* Wied. - Como hacer de la Técnica de Trampeo

Massivo una buena herramienta para controlar esta plaga. **Boletín Sanidad Vegetal y Plagas**, Madrid, v. 28, p. 591-597, 2002.

ROSA, J. M. et al. Effect of food lures for monitoring of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 43, n. 2, p. 201-207, 2017.

ROBACKER, D. C. et al. A novel attractant for Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*, from fermented host fruit. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.16, p.2799-2815, 1990.

ROBACKER, D. C. Specific hunger in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): effects of attractiveness of proteinaceous and fruit-derived lures. **Environmental Entomology**, v. 20, p. 1680-1686, 1991.

ROBACKER, D. C. et al. A four-component attractant for the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae), from host fruit. **Journal of Chemical Ecology**, New York. v.18, p. 1239-1254, 1992.

ROBACKER, D. C.; FLATH, R. A. Attractants from *Staphylococcus aureus* cultures for Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 21, p. 1861-1874, 1995.

ROBACKER, D. C.; BARLET, R. J. Chemicals attractive to Mexican fruit fly from *Klebsiella pneumoniae* and *Citrobacter freundii* cultures sampled by solid-phase microextraction. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 23, p. 2897-2915, 1997.

ROBACKER, D. C.; HEATH, R. R. Decreased attraction of *Anastrepha ludens* to combinations of two types of synthetic lures in a citrus orchard. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 23, p. 1253-1262, 1997.

ROBACKER, D. C.; RIOS, C. Grape fruit oils enhances attraction of mexican fruit flies to a synthetic food-odor lure. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 5, p. 1039-1049, 2005.

ROBACKER, D. C.; CZOKAJLO, D. Effect of propylene glycol antifreeze on captures of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) in traps baited with BioLures and AFF lures. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 89, p. 286-287, 2005 a.

ROBACKER, D. C.; CZOKAJLO, D. Efficacy of two synthetic food-odor lures for Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) is determined by trap type. **Journal of Economic Entomology**, New York. v. 98, n. 5, p. 1517-1522, 2005 b.

- ROBACKER, D. C. Attractiveness to *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) of plant essential oils and a synthetic food-odour lure. **Journal of Applied Entomology**, Berlin. v. 131, n. 3, p. 202-208, 2007.
- ROBACKER, D. C. et al. Attraction of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) to bacteria: effects of culturing medium on odour volatiles. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 133, n. 3, p. 155-163, 2009.
- ROOMI, M. W. et al. Control of fruit-flies (*Dacus* spp.) by attractants of plant origin. **Journal of Pest Science**, Van Godewijckstraat, v. 66, n. 8, p. 155-157, 1993.
- ROS, J. P. et al. Mejora de los mosqueros, atrayentes y sistemas de retención contra la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. Como hacer de la técnica de trapeo massivo uma buena herramienta para contorlar esta plaga. **Boletín de sanidad vegetal**, Plagas, v. 28, p. 591-597, 2002.
- SALLES, L. A. Suco de frutas como atrativos para captura de adultos de moscas-da-sfrutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera, Tephritidae). **Pesquisa Agropecuária Gaucha**, Porto Alegre. v.3, n.1, p.25-28, 1997.
- SALLES, L.A. Efeito do envelhecimento e da decomposição do atrativo na captura de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 147-148, 1999.
- SALLES, L. A. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 81-86.
- SÃO JOÃO, R. E. et al. Fruit flies in guava orchard in Indiana county, São Paulo, southeastern Brazil. **IDESIA**, Arica, v. 32, n. 3, p. 101-107, 2014.
- SAS System for Windows (Statistical Analysis System), versão 9.2. SAS Institute Inc, 2002-2008, Cary, NC, USA.
- SCOZ, P. L. et al. Evaluation on food lures and traps for monitorig South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) in peach (*Prunus pérsica* (L.) batsh), orchards. **Idesia**, Arica. v.24, n.2, p. 6-13, 2006.
- SHELLY, T. et al. Exposure to Orange (*Citrus sinensis* L.) trees, fruit and oil enhances mating succes of male Mediterranean fruit flies (*C. capitata* [Wiedemann]). **Journal of Insect Behavior**, New York, v.17, n.3, p. 303-315, 2004).

SHELLY, T. E.; KURASHIMA, R. S. Capture of mediterranean fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in food-based traps in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. v. 48, p. 71-84, 2016.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural*, Cairo. v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SIVINSKY, J. M.; CALKINS, C. Pheromones and parapheromones in the control of tephritids. *Florida Entomologist*, Lutz, v. 69, p. 157-168, 1986. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3494757>> Acesso em 24 de junho de 2017.

SOOKAR, P. et al. Development of Improved Attractants and Their Integration Into Fruit Fly Management Programmes. **Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge**. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Salvador. 2006. P. 71-79.

SOUZA FILHO, M. F. de; RAGA, A. Moscas-das-frutas em Fruticultura. In: Reunião Itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico. Encontro sobre doenças e pragas do cafeeiro. 5., 2001, Ribeirão Preto - SP. **Anais**. Ribeirão Preto: RAIB, 2001. p. 131-137.

SOUZA FILHO, M. F. de et al. Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 69, n. 1, p. 31-40, 2009.

SOUZA FILHO M. F. de; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: São Paulo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 277-283.

SOUZA FILHO, M. F. de; 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.

STEINER, L. F. Fruit fly control in Hawaii with poison-bait sprays containing protein hydrolysates. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 45, n. 5, p. 838-843, 1960.

STEINER, L. F. et al. Oriental Fruit Fly Eradication by Male Annihilation. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 58, n. 5, p. 961-964, 1965.

- STEINER, L. F. A method of estimating the size of native populations of oriental, melon and the Mediterranean fruit flies, two establish the over flooding ratios required for sterile-male releases. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 62, p. 4-7, 1969.
- STRILIS, P. C.; LERENA, M. L. M. A new species of *Neosilba* (Diptera, Lonchaeidae) from Brazil. **Iheringia Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 99, n. 3, p. 273-275, 2009.
- STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. Lonchaeidae associados a frutos de nêspera, *Eryobotia japonica* (THUNB.) Lindley (Rosaceae), com a descrição de uma espécie nova de *Neosilba* (Diptera: Tephritoidea). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n.1, p. 49-54, 2009.
- STRIKIS, P.C. et al. 2011. Conhecimento sobre Lonchaeidae na Amazônia brasileira. In: R.A. SILVA, W.P. LEMOS and R.A. ZUCCHI, eds. *Moscas-das-frutas na Amazônia Brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, pp. 209-215.
- SUCKLING, D. M. et al. Combining tactics to exploit allee effects for eradication of alien insect population. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 105, n. 1, p. 1-13, 2012.
- SUGAYAMA, R. et al. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. **Environmental Entomology**, New York, v. 27, n. 3, p. 642-648, 1998.
- SUGAYAMA, R.; 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. 2000. p. 103-108.
- TAN, K. H; LEE, S. L. Species diversity and abundance of *Dacus* spp (Diptera: Tephritidae), in fice ecosystems of Penang Malaysia. *Bulletin of Entomological Research*, London, v. 72, n. 4, p. 709-716, 1982.
- TAN, K. H.; NISHIDA, R. Methyl eugenol: its occurrence, distribution, and role in nature, especially in relation to insect behavior and pollination. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 12, n. 56, p. 2-74, 2011.
- TAUFER, M. et al. Efeito da Temperatura na Maturação Ovariana e Longevidade de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 639-648, 2000.
- TAYLOR, P. W. et al. Post-teneral nutrition as na influence on reproductive development, sexual performance, and longevity of Queensland fruit flies. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 137 (Supl. 1), p. 113-125, 2013.

THOMAS, D. B. et al. Trap-lure combinations for surveillance of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 84, n. 3, p 344–351, 2001.

THOMAS, M. C. et al. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). **Florida. University of Florida**, Institute of Food and Agricultural Sciences. 2001, 12 p. (EENY-214). Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN37100.pdf>> Atualizado em Outubro de 2016. Acessado em 4 de junho de 2017 b.

THOMAS, D. B. et al. Ammonia formulations and capture of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 43, p. 76-85, 2008.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 34, p. 52-59, 2000.

TOLEDO, J. et al. Field evaluation of potential fruit-derived lures for *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 102, p. 2072-2077, 2009.128 f.

TOSTA, C. D. **Micro-extração em fase sólida (SPME) in situ e comparação de compostos voláteis em variedades de manga (*Mangifera indica* L.) resistentes e suscetíveis à moscadas-frutas *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae)**, 2014. Tese apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, 2014.

TORRES, A. et al. Frutas: perspectivas da goiaba. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 24-25, 2005.

UCHÔA-FERNANDES, M. A. **Biodiversidade de moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea), seus frutos hospedeiros e parasitóides (Hymenoptera) em áreas de cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul**, 1999. Tese- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba, São Paulo, 1999.

UCHÔ-FERNANDES, M.A. et al. Biodiversity of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) captured in citrus groves, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n.2 p. 239-246, 2003.

UJVÁRI, I., TÓTH, M. GUERIN, P. Synthetic analogues of natural semiochemicals as promising insect control agents. In: KENG-HONG, T. (Ed.). **Area-wide control of fruit flies and other insect pests**. International Atomic Energy Agency, 2000, p. 301-309.

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**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 459-465, 2003.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Exotic Fruit Fly Detection. National exotic fruit fly detection trapping Guidelines. 2015. 126 p. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/fruit_flies/downloads/fruitfly-trapping-guidelines.pdf> Acesso em: 25 de junho de 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Citrus: World Markets and Trade. 2018. 13 p. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>> Acessado em: 5 março de 2018.

VANÍČKOVA, L. et al. Are the wild and laboratory insect populations different in semiochemical emission? The case of the medfly sex pheromone. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 29, p. 7168-7176, 2012.

VERA, M. T. et al. Fruit compounds affect male sexual competitiveness in South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 137, n. 1, 2013.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, Barking, v. 71, n. 2, p.195-198, 2000.

ZUCCHI, R.A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Pragas Introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ. 2015. p.153-172.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**. 2ª ed. Ribeirão Preto: FAPESP-Holos, pp. 13-25, 2001.

VILELA, E. F.; KOVALESKI, A. Feromônios. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos. 2000. p. 99-102.

WEEMS, Jr H. V. **Common name: South American cucurbit fruit fly scientific name: *Anastrepha grandis* (Macquart) (Insecta: Diptera: Tephritidae)**. UFA/ IFAS, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. Jan. 2012

Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/anastrepha_grandis.htm>

Acessado em: 2 de jan. de 2015.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. **Fruit Flies of economic significance**: their identifications and bionomics. Wallingford: CAB International, 1994. 601 p.

YEE, W. L. Ammonium carbonate loss rates from lures differentially affect trap captures of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) and non-target flies. **The Canadian Entomologist**. v. 00, p.1–10, 2016

ZUCCHI, R. A. Fruit flies in Brazil: *Anastrepha* species, their host plants and parasitoids, 2008. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>> Atualizado em 14 de março, 2017. Acesso em 25 de maio de 2017.

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

ZUCCHI, R. A. et al. **Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros**. Visão Agrícola, Piracicaba n. 2. 2004. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va02-pragas05.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2017.

